



ПРОЕКТИРАНЕ НА СИСТЕМА ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЕТРОВИЯ ПОТЕНЦИАЛ

Петко Костадинов
petko_kostadinov@abv.bg

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков“
София, ул. „Гео Милев № 158
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ*

Ключови думи: *Ветрогенератор, възобновяеми източници, ветрови потенциал*

Резюме: *Използването на възобновяеми енергийни източници създава възможности за достигане на устойчиво енергийно развитие и намаляване на въглеродния отпечатък върху околната среда. В тази насока използването на вятърната енергия е въпрос с голямо значение. В последните години извън населените места се изградиха множество ветропаркове със значителна мощност, което от своя страна създаде нови проблеми относно преноса, балансирането и използването на генерираната от тях енергия. Неизследвана остава възможността за изграждане на ветропаркове в урбанизираните територии, състоящи се от голям брой малки единици с ниска себестойност. Изграждането на такива системи би довело до разсредоточаване на генерираната електроенергия и възможности за директното ѝ използване без генериране на загуби в преносната мрежа. За да се построят ветропаркове от урбанизиран тип е необходимо да се докаже тяхната целесъобразност и енергийна ефективност. За целта е необходимо да се направят изследвания за ветровия потенциал в урбанизираните територии. В настоящия доклад е проектирана система за събиране на данни за ветровия потенциал. Системата за събиране на данни има възможност за измерване на скоростта на вятъра и времетраенето му със съответната скорост. Това създава възможност не само за изследване на ветровия потенциал в урбанизираните територии, но и определяне на скоростта на вятъра, който носи най-голямо количество енергия. Тези данни са полезни при проектирането на малки ветрогенератори и позиционирането на малки ветрогенераторни паркове. Наличието на такъв вид система създава възможности за проверка достоверността на използваните изчислителни методики при проектирането и изграждането на ветрогенераторна централа на територията на ВТУ [1].*

ВЪВЕДЕНИЕ

С цел изследване на възможностите за по-пълно използване на възобновяема енергия е необходимо да се извърши събиране на данни за ветровия потенциал в урбанизираните територии. Освен чрез изчислителен метод [1], ветровият потенциал би могъл и да бъде измерен с помощта на подходящо устройство, описано в настоящия доклад.

Изграждането на малки ветрогенератори в населените места дава възможност за моментално ползване на произведената енергия без генериране на загуби при пренос.

При изграждането на енергийна система по метода на многото единици, аварията на една от структурните единици води до незначително претоварване на останалата част от системата, като по този начин се осигурява непрекъсваемост на храненето. По друг начин казано, изграждането на такъв тип система има увеличената надеждност на електрохранването, което се вижда от формула (1) [2,3].

$$(1) \quad P_{\text{Система}} = (1-Q_1(t)) \cdot (1-Q_2(t)) \cdot (1-Q_3(t)) \cdot \dots \cdot (1-Q_i(t)) \cdot \dots \cdot (1-Q_n(t)),$$

където:

$P_{\text{Система}}$ – обща надеждност на системата;

Q_i – вероятност за отказ на отделен елемент от системата;

i – пореден номер на елемент от системата;

n – брой елементи в системата;

t – разглеждан интервал от време.

Повишената надеждност е съществено предимство на такъв тип система и не е единственото. Друго съществено предимство е повишената им маневреност при промяна посоката на вятъра, което оказва минимално негативно влияние върху количеството усвоена енергия. Тази особеност значително опростява задачата за измерване на ветровия потенциал, тъй като е достатъчно да се събират данни само за скоростта на вятъра. С цел да се определи влиянието на промените в посоката на вятъра е необходимо при една от точките на измерване да се монтира малък ветрогенератор с пасивно насочване и експериментално да се снимат данни относно количеството усвоена енергия [4]. По този начин ще се създаде възможност експериментално да се определи обобщената стойност на коефициента на полезно действие на ветрогенератор с пасивно насочване. Подходящо място за такива измервания е съществуващата ветрогенераторна мачта на територията на ВТУ.

СХЕМА И НАЧИН НА РАБОТА НА СИСТЕМАТА ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЕТРОВИЯ ПОТЕНЦИАЛ

Схемата е базирана на осем битовия микроконтролер АТМega328 [5], производство на фирмата Microchip, с производителност от 16Mps (16 милиона инструкции в секунда) при тактова честота от 16MHz, което е предостатъчно за целите на настоящата разработка.

За извеждане на данните в удобен за потребителя вид се използва течнокристален дисплей LCD 1602A [6]. Отчитането на събраната информация се извършва ръчно като е предвидена възможност за изтриване на събраните данни до момента на отчитането. Използвания микроконтролер разполага с вградено периферно устройство UART (Универсален Асинхронен Приемо-Предавател). Чрез използване на подходящ преобразувател UART-USB е възможно да се осигури комуникация с персонален компютър (PC), но е необходимо разработването на подходящ за целта софтуерен продукт за PC с който да се изтеглят събраните данни да се обработят и визуализират в подходящ вид.

За отчитане скоростта на вятъра се използва стандартен датчик, чашков с 3 чашки (фиг. 1). Този тип датчици са конструирани така, че при вятър със скорост 1m/s създават 1 импулс/секунда, което става чрез въртящ се магнит и датчик на Хол или рид-ампула, както е в модела, показан на фигура 1. Разбира се, създадена е възможност за промяна на константата на преобразуване, като по този начин става възможно използването на датчици с друг коефициент на преобразуване – скорост на вятъра/брой импулси в секунда.



Фиг. 1 Датчик за скоростта на вятъра

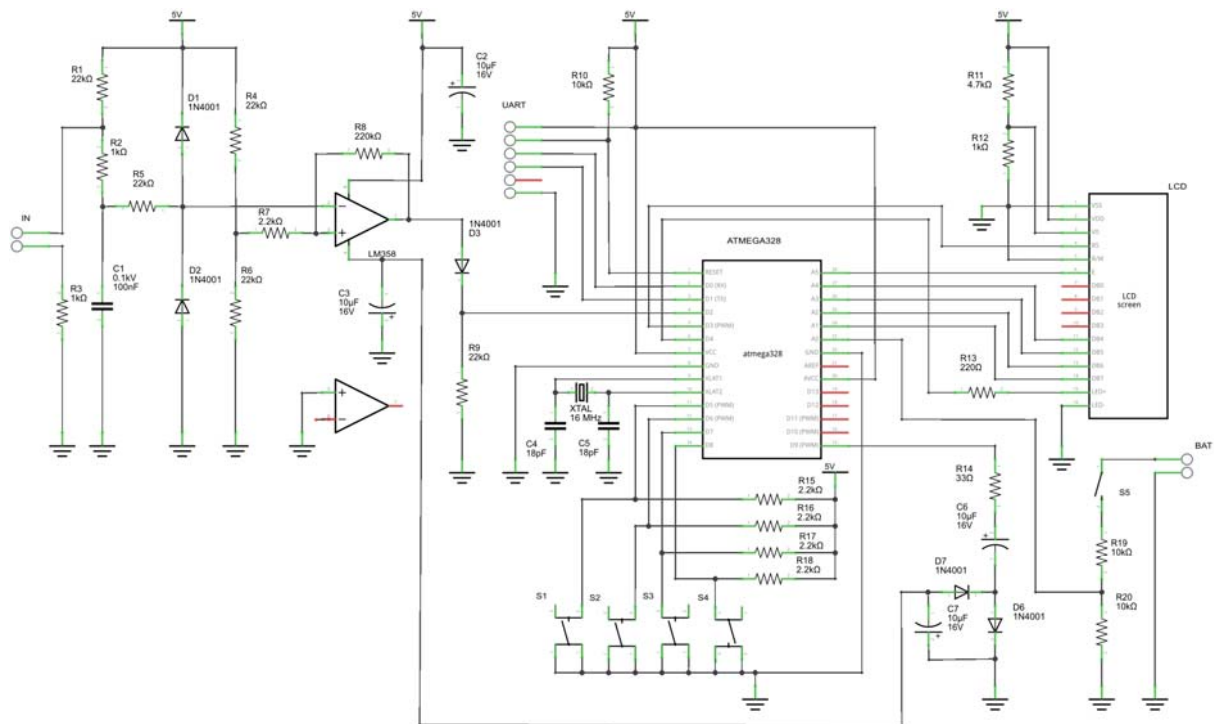
Схемата на електронния блок може условно да бъде разделена на няколко функционални блока (фиг. 2):

- Интегрираща група, изградена с резисторите R1,R2,R3 и кондензатора C1. В нея постъпват импулсите от датчика, като времеконстантата на интегриращата група е съобразена с максималната скорост на постъпване на импулсите. По този начин се премахват случайни импулси с малка продължителност, предизвикани от атмосферни електрически заряди, комутационни пренапрежения в електрически мрежи, намиращи се в близост до кабела на датчика и др.

- Формировател на входни импулси, изпълнен с компаратора LM2903 [7]. Сигналят от датчика е необходимо да постъпи в микроконтролера, но е необходимо входния сигнал да бъде с определени параметри – напрежение и стръмност на предния и задния фронт. Тези недостатъци на постъпващия сигнал могат да доведат до нежелано програмно прекъсване и в резултат на това да бъде изчислена некоректна стойност на ъгловата скорост, което би довело до генериране на некоректни управляващи сигнали. Чрез резистора R3 е осъществена положителна обратна връзка, гарантираща максимална стръмност на изходния сигнал. Наличието на делител на напрежение във веригата на положителната обратна връзка, изграден от резисторите R8 и R7, води до повишен хистерезис на компаратора и в резултат на това полезният сигнал се филтрира от съпътстващите го шумове.

- Блок за обработка на сигналите, в който основният елемент е микроконтролер АТМega328 за извършване на изчисления. На третия бит от порт “D” (PD2) постъпват формираните сигнали от компаратора, като при първоначалната конфигурация на микроконтролера е зададено да предизвика програмно прекъсване при преход на входния сигнал от състояние “true” във “false”, т.е. при преход на сигнала от високо към ниско ниво. При настъпило прекъсване се активира функция, обработваща прекъсването - нейната задача е да увеличи стойността на променливата „SumSpeed“ с единица и да върне управлението на основната функция. Когато вътрешният часовник на микроконтролера отчете, че е изминала една секунда, основната функция извършва необходимите изчисления и предава управлението на функция, извършваща опресняването на информацията на дисплея.

На първия ред в ляво на дисплея се отпечатва текущата стойност на времето във формат „чч:мм:сс“, а на втория ред се отпечатва моментната стойност на скоростта на вятъра.



Фиг. 2 Електрическа схема на системата за изследване на ветровия потенциал

По време на всеки програмен цикъл се извършва сканиране на цифровите входове PD5, PD6, PD7 и PB0, свързани съответно към бутоните SW1, SW2, SW3 и SW4, като в нормално състояние те поддържат високо ниво поради наличието на „издърпващи“ (pull up) резистори R15-R18.

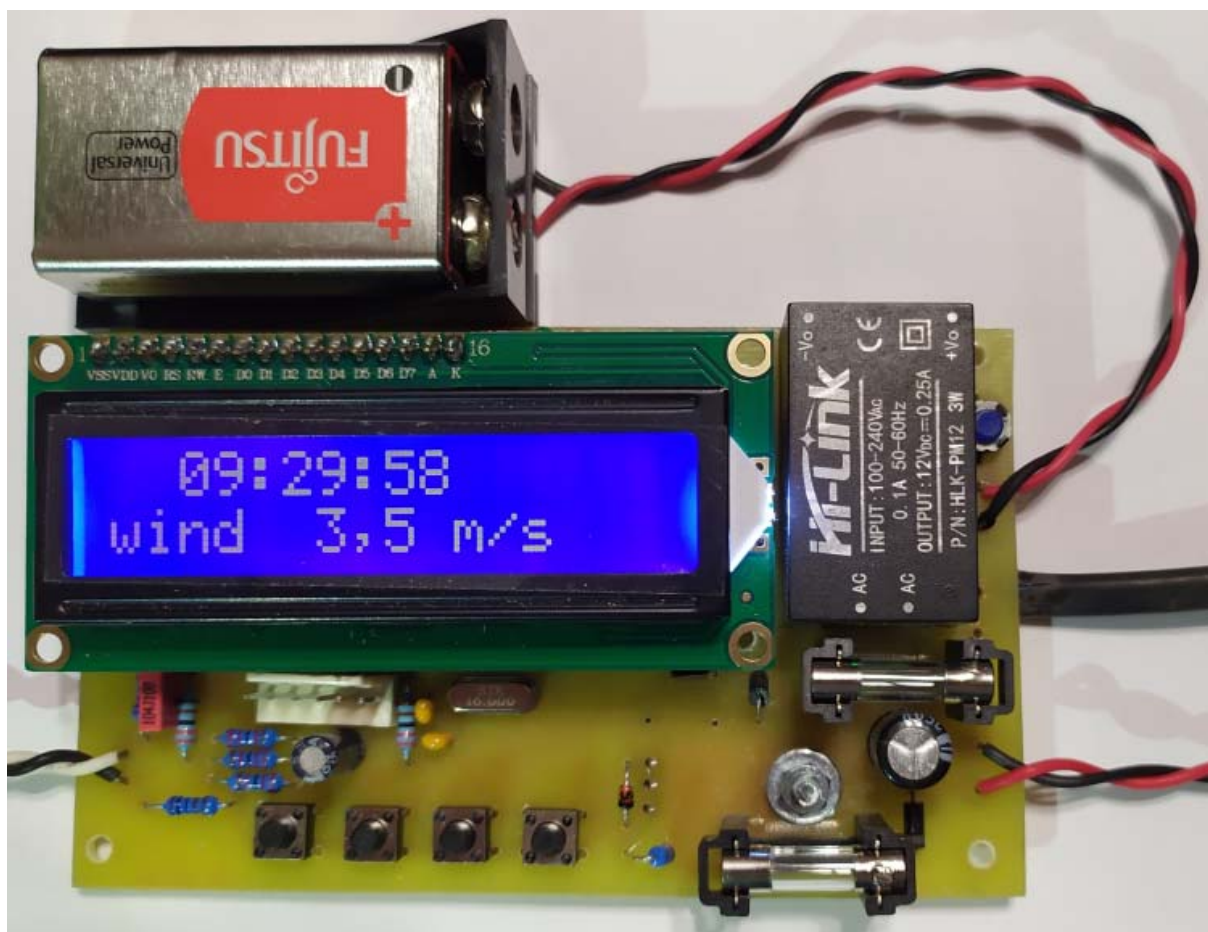
При натискане на бутон съответният вход се задържа на ниско ниво, но с цел избягване на нежелани сработвания от електромагнитни смущения бутонът се смята за натиснат след като при 20 последователни проверки програмата е прочела ниско ниво на съответния вход.

Натискането на бутона SW4 предизвиква промяна на данните, подавани за отпечатване на първия ред на дисплея. В началото на реда се отпечатва диапазона от скорости на вятъра, за който се събират данни, като първата от тях е „1-2 m/s“, а на втория ред се отпечатва времетраенето на вятъра с тази скорост, натрупано до момента. При следващи натискания на бутона последователно се извеждат данни за „2-3 m/s“, „3-4 m/s“ и т.н. до „19-20 m/s“, след което се преминава към отпечатване на текущото време. Натискането на бутона SW3 предизвиква превъртане на показанията на дисплея в обратна посока.

Натискането на бутоните SW1 и SW2 в комбинация с SW3 и SW4 се използва за настройка на вътрешния часовник и нулиране на натрупаните стойности за скоростта на вятъра.

Натискането на който и да е от бутоните SW1, SW2, SW3 и SW4 предизвиква промяна от ниско на високо ниво (LOW→HIGH) на извод PD4, осигуряващ захранване на осветлението на дисплея. След десет секунди на неактивност извод PD4 се връща в състояние на ниско ниво с цел икономия на енергия от токоизточника.

Предвидена е верига за измерване напрежението на батерията, състояща се от SW5, R19 и R20. В точката между R19 и R20 е свързан с извод PC0, конфигуриран като вход на 10-битов аналогово-цифров преобразувател.



Фиг. 3 Завършен вид на електронния блок от системата за изследване на ветровия потенциал

$$(2) \quad U_{\text{bat}} = 2 \cdot u \cdot (5/1024), \text{ V},$$

където:

U_{bat} – напрежение на батерията;

u - отчетена стойност от АЦП.

При всеки програмен цикъл се извършва аналогово цифрово преобразуване (АЦП) и в случай, че отчетената стойност е над 10 (възможните стойности са от 0 до 1023), се изчислява напрежението на батерията по формула(2) и се визуализира на дисплея фиг. 3.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В доклада е разработена система за събиране на данни за ветровия потенциал. Събраните данни от системата могат да се използват за определяне на най-добрите точки за монтаж на малки ветрогенератори. От особено значение е възможността за разделно събиране на данни при различни скорости на вятъра, разделено на диапазони от 1 м/с. Това създава възможност за определяне скоростта на вятъра, при която имаме най-висок ветрови потенциал.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Златков М. „Годишно производство на малък ветрогенератор според скоростта на вятъра“ - XXIV-та Международна научна конференция „Транспорт-2019“, Боровец, 3-5.X.2019, научно списание “Механика, Транспорт, Комуникации” ISSN 1312-3823 (print) том 17, брой 3, 2019 г статия № 1880 ISSN 2367-6620 (online) <https://mtc-aj.com/library/1880.pdf>

- [2] Николай Георгиев „Основи на теорията на надеждността“ - София : ВТУ Т. Каблешков, 2009 . - 231 с. : таблици, формули, чертежи
- [3] Проф. д.т.н. инж. Христо А. Христов „Основи на осигурителната техника“ – София Държавно издателство „Техника“, 1990
- [4] Златков М. „Проучване на възможностите за използване на ветрогенераторите при ниски скорости на вятъра” - Младежка научна конференция, „МЛАД ФОРУМ“ ВТУ „Тодор Каблешков” София 2015.05.26 г. Научно списание Механика Транспорт Комуникации ISSN 2367-6558 (print) том 4, брой 1, 2015 г. статия № 1122 ISSN 2367-6612 (online) <https://mtc-aj.com/library/1122.pdf>
- [5] ATmega328/P – Datasheet Complete, Atmel Corporation, Technology Drive, USA, 2016
- [6] 1602A LCD Module Specification, ORISE Technology Co., Ltd., 2007
- [7] LM393, LM293, LM193, LM2903 Dual Differential Comparators, Texas Instruments, Dallas, USA, 2017

DESIGN SYSTEM FOR WIND ENERGY POTENTIAL MEASUREMENTS

Petko Kostadinov

petko_kostadinov@abv.bg

*Todor Kableshkov University of Transport – Sofia
158 Geo Milev Str., Sofia 1574, BULGARIA*

Key words: *Wind generator, renewable sources, wind energy potential*

Abstract: *The use of renewable energy sources creates opportunities for achieving sustainable energy development and reducing the carbon footprint on the environment. In this regard, the use of wind energy is a matter of great importance. In recent years, many wind farms with significant capacity have been built outside settlements, which in turn have created new problems in terms of transmission, balancing and use of energy generated by them. The possibility of building wind farms in urban areas, consisting of a large number of small units with low cost is still unexplored. The construction of such systems would lead to decentralized generation of electricity and opportunities for its direct use without generating losses in the transmission network. In order to build urban-type wind farms, it is necessary to prove their feasibility and energy efficiency. For this purpose it is necessary to make research on the wind energy potential in urban areas. To this end, a wind energy potential data collection system has been designed in this report. The data acquisition system has the ability to measure wind speed and duration of the corresponding speed. This creates an opportunity not only to study the wind potential in urban areas, but also to determine the wind speed that carries the most energy. These data are useful when designing small wind energy turbines and positioning small wind energy turbines. The existence of such a system creates opportunities to verify the reliability of the computational methods used in the design and construction of the wind energy turbine system on the territory of the University of Transport [1].*