

EXPERIMENTAL METEOSTATION

Václav Šnajdr

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xsnajd09@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Zbyněk Lukeš

E-mail: lukes@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

An experimental meteostation is described in this paper. Firstly, the block diagram is presented and then all modules of the meteostation are depicted. The station is based on microcontrollers and uses modern sensing elements which send measured data to indoor unit over a radio link.

1 ÚVOD

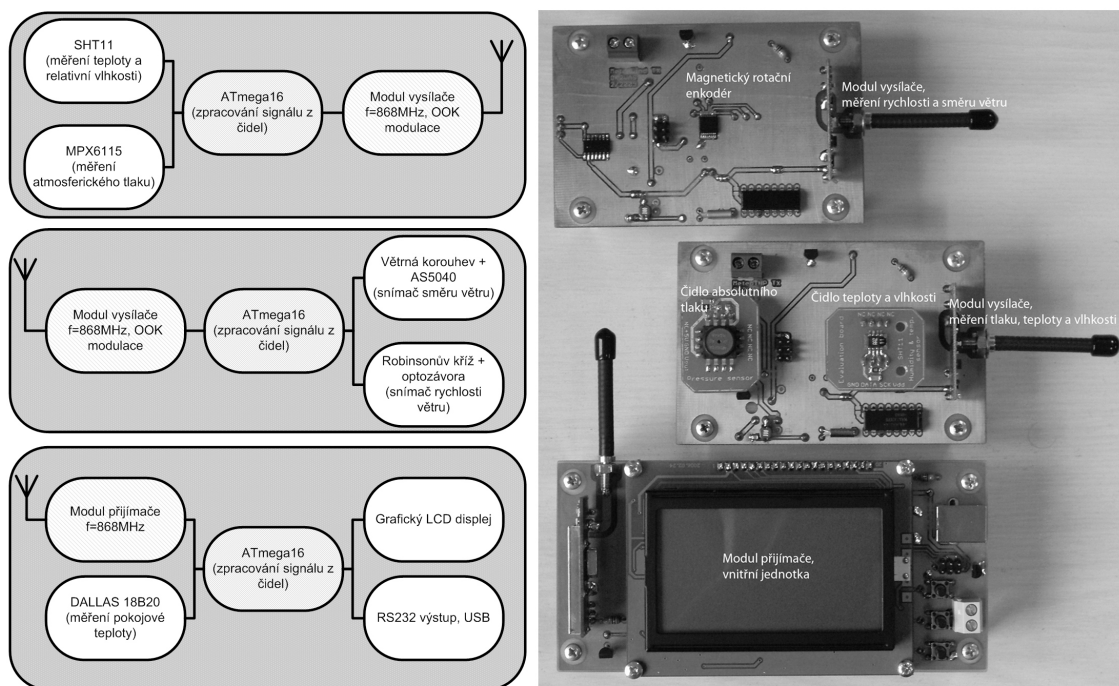
Tato práce se zabývá popisem domácí elektronické meteostanice, určené k automatickému měření teploty, tlaku, relativní vlhkosti vzduchu, rychlosti a směru větru. Měřicí systém je založen na využití mikrokontrolérů a k měření jednotlivých fyzikálních veličin slouží moderní senzorické prvky.

2 BLOKOVÉ SCHÉMA A POPIS METEOSTANICE

Meteostanice se skládá ze tří modulů. Dva slouží jako externí čidla pro měření fyzikálních veličin ve svém okolí a třetím modulem je vnitřní jednotka, jejíž funkcí je sběr a prezentace dat. Blokové schéma meteostanice je na Obrázku 1.

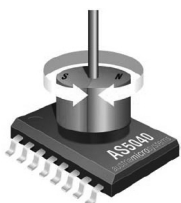
2.1 MĚŘENÍ RYCHLOSTI A SMĚRU VĚTRU

K měření rychlosti větru je použita klasická metoda, která je založena na využití tzv. Robinsonova kříže. Jedná se v podstatě o lopatkové kolo na hřídeli, které je působením větru uváděno v rotační pohyb. Měřením otáček tohoto kola, lze po jednoduchém přepočtu stanovit rychlost proudění média, které kolo uvedlo v pohyb. Stanovení rychlosti větru je provedeno měřením počtu impulsů za jednotku času a následným přepočtem podle cejchovní křivky zařízení. Impulsy jsou generovány při přerušování optozávory dvěma clonkami, upevněnými na rotující hřídeli. K měření směru větru slouží větrná korouhev, která se natáčí vždy proti směru, ze kterého vítr vane. Pro určení směru natočení byla zvolena metoda bezkontaktního snímání, využívající magnetický rotační enkodér AS5040 firmy austriamicrosystems. Enkodér obsahuje Hallové sondy, které jsou umístěny kolem středu součástky a poskytují napětíovou reprezentaci, vypovídající o rozložení magnetického pole nad povrchem čipu. Obvod poskytuje jak analogový, tak i digitální sériový výstup. Pro práci s obvodem je třeba použít příčně polarizovaný magnet, jak ukazuje Obrázek 2.



Obrázek 1: Blokové schéma meteostanice a fotografie jednotlivých modulů

Analogový výstup je ve formě PWM (Pulse Width Modulation), jejíž střída se mění v závislosti na natočení magnetu vzhledem k pouzdru obvodu. Na tomto výstupu je po připojení integrátoru (dolní propusti) možno snímat napětí v rozsahu 0 až do velikosti napájecího napětí. Výstupní napětí je přímo úměrné úhlu natočení magnetu $0 - 360^\circ$. Digitální výstup je ve formě sériového synchronního kanálu a hodnota je reprezentována 10 bity, rozlišení úhlu je tedy $\frac{360^\circ}{1024} = 0,35^\circ$, což je pro daný účel více než dostačující. Pro komunikaci čidla s mikrokontrolérem slouží 3 vodiče.



Obrázek 2: Typické uspořádání enkodéru a magnetu [2]

Pro přenos dat byl zvolen radiový modul TX-8LAVSA05 Transmitter firmy Aurel. Modul pracuje v bezlicenčním ISM (Industrial Science Medical) pásmu 868 MHz s OOK modulací a výstupním výkonem přibližně 5 dBm. Výhodou tohoto řešení je zejména jeho nižší cena. Nevýhoda spočívá v nutnosti naprogramovat komunikační protokol, který zajistí obnovení synchronizace v přijímači a protichybové zabezpečení.

2.2 MĚŘENÍ TLAKU, TEPLoty A RELATIVNÍ VLHKOSTI VZDUCHU

K měření staničního tlaku vzduchu byl zvolen senzor absolutního tlaku MPX6115 firmy Freescale. Obvod na svém analogovém výstupu poskytuje napětí 0,2 – 4,8 V a je schopen měřit v rozsahu 150 – 1150 hPa. Běžné hodnoty atmosférického tlaku se pohybují kolem 1013,25 hPa [3]. Výstup obvodu je připojen k A/D převodníku mikrokontroléru. Tlakoměr je napájen napětím 5,0 V a jako zdroj tohoto napětí slouží přesná napěťová reference TL431. Další reference je použita jako zdroj referenčního napětí A/D převodníku, toto napětí je nastaveno na 4,7 V. Hodnota 4,7 V byla zvolena z toho důvodu, že výrobcem udávaná citlivost čidla MPX6115 je 45,9 mV/kPa, což je 4,59 mV/hPa a při použití 10-bitového A/D převodníku je pak jeho krok roven $\frac{4,7}{1024} \approx 4,59$ mV, tedy 1 hPa. K měření teploty a relativní vlhkosti vzduchu slouží jediné čidlo SHT11 firmy Sensirion [1]. Výhodou je zejména možnost přesně stanovit relativní vlhkost vzduchu, která plyne z umístění teplotního i vlhkostního čidla v jejich těsné blízkosti. Komunikace s čidlem je sériová a probíhá po dvou vodičích (DATA, CLK). Pracovní rozsah čidla je 0 – 100% RH pro měření relativní vlhkosti a –40 až 123,8 °C pro měření teploty vzduchu. Přesnost měření je typicky $\pm 3\%$ RH a $\pm 0,4^\circ\text{C}$. Data jsou z měřicího modulu vysílána opět pomocí modulu Aurel TX-8LAVSA05.

2.3 VNITŘNÍ JEDNOTKA

Vnitřní jednotka slouží k prezentaci naměřených veličin. Skládá se z přijímače radiového signálu, grafického LCD displeje a ovládacího rozhraní, které je tvořeno jednoduchou klávesnicí. Dále jednotka obsahuje čidlo pokojové teploty a rozhraní USB pro připojení k PC. Jednotka musí zajistit správný příjem dat z čidel a musí umožňovat nastavení nadmořské výšky stanice, které je důležité pro stanovení atmosférického tlaku přepočteného na hladinu moře. Tento přepočet je proveden podle rovnice: $p(0) = p(h) \left(\frac{T(h)}{T(h)+0,0065h} \right)^{-5,255}$, která se nazývá barometrická formule [3]. A kde $p(0)$ značí tlak vzduchu přepočtený na hladinu moře, $p(h)$ staniční tlak vzduchu a $T(h)$ staniční teplotu. Rovnice uvažuje lineární změnu teploty s výškou o 0,0065 K/m.

3 ZÁVĚR

Príspevek pojednává o realizované meteostanici a ve stručnosti popisuje zejména použité senzory. V současné době jsou realizovány a funkční všechny popsané moduly. Dále je možné zaměřit se na zvýšení radiového dosahu čidel implementací robustního komunikačního protokolu s opravou chyb, ke kterým může při přenosu dojít a na vytvoření aplikace pro prezentaci naměřených dat na internetu.

REFERENCE

- [1] Datasheet SHT1x Humidity and Temperature Sensor. Sensirion AG, 2009. [online]. [cit. 27. února 2009]. Dostupné na WWW: <<http://www.sensirion.com>>
- [2] AS5040 10-bit Programmable Magnetic Rotary Encoder with Digital Absolute and Incremental Outputs. austriamicrosystems AG, 2009. [online]. [cit. 27. února 2009]. Dostupné na WWW: <<http://www.austriamicrosystems.com>>
- [3] Barometrische Höhenformell. [online]. [cit. 27. února 2009]. Dostupné na WWW: <http://de.wikipedia.org/wiki/Barometrische_H%C3%B6henformel>