

# Automatická meteostanice AWS01B

Jakub Kákona, kaklik@mlab.cz

19. dubna 2014

## Abstrakt

Konstrukce autonomní stanice s vlastní autodiagnostikou. Meteostanice by měla pracovat v odlehlých oblastech společně s dalšími vědeckými přístroji, jako jsou například robotické teleskopy. Typickým problémem těchto aplikací jsou omezené energetické zdroje, přenos dat v dlouhých intervalech, ale možnost bezprostředního nahlášení poruchy přes úzkopásmový datový kanál.



# Obsah

<b>1</b>	<b>Technické parametry</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Konstrukce meteostanice</b>	<b>3</b>
2.1	Použité snímače . . . . .	3
2.1.1	Anemometr . . . . .	3
2.1.2	Směr větru . . . . .	4
2.1.3	Srážky . . . . .	4
2.1.4	Vlhkost a teplota vzduchu . . . . .	5
2.2	Zapojení modulů . . . . .	5
2.3	Zapouzdření elektroniky . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Struktura zpracování dat</b>	<b>5</b>
3.0.1	Autodiagnostický systém . . . . .	5
3.1	Mechanická konstrukce . . . . .	8
<b>4</b>	<b>Kalibrace a testování</b>	<b>8</b>
4.0.1	Instalace . . . . .	8
<b>5</b>	<b>Výsledky</b>	<b>8</b>

## 1 Technické parametry

Parametr	Hodnota	Poznámka
Napájecí napětí	+5V	100mA
Provozní teplotní rozsah	-40 - 80	

## 2 Konstrukce meteostanice

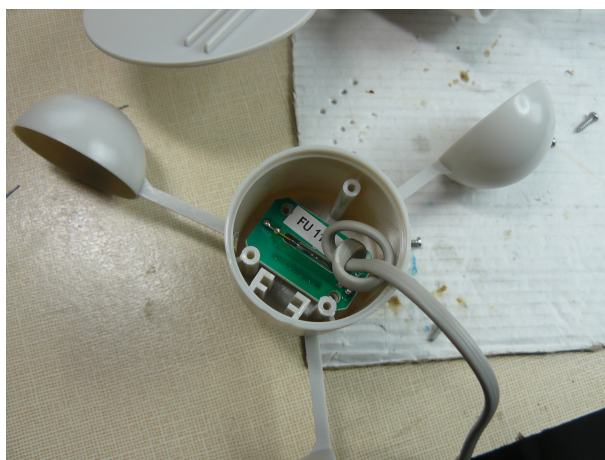
Měření meteorologických veličin je běžným problémem v technické praxi neboť je jimi značně ovlivněno mnoho procesů nejen zemědělského systému, ale i výzkumných a ekonomických aktivit, je tudíž žádoucí, aby tyto veličiny byly měřeny s vysokou kvalitou a spolehlivostí.

Za účelem vývoje speciální meteorologické stanice vybavené autodiagnostikou byly vybrány snímače, které umožňují kromě změření dané veličiny získat ještě nějakou další znalost o stavu zařízení.

### 2.1 Použité snímače

#### 2.1.1 Anemometr

Anemometr je v původním provedení založený na použití jazýčkového kontaktu spínaného permanentním magnetem ve dvou polohách na otáčku. Toto provedení ale neumožňuje získat žádnou informaci o směru otáčení lopatek anemometru. Nelze proto detekovat poruchu typu chybějící lopatka na oběžném kole. Na základě nerovnoměrnosti rotačního pohybu. Tato porucha může v extrémním případě vést až k falešnému měření, kdy se bude poslední lopatka na oběžném kole vlivem aerodynamických sil kývat okolo spínací polohy jazýčkového kontaktu. Vzhledem k tomu, že rychlost kývání je v důsledku vzniku vírové struktury za lopatkou úměrná rychlosti větru, tak výstup se senzoru se bude podobat měřené hodnotě.



Obrázek 1: Původní řešení anemometru s jazýčkovým kontaktem

Pro účely autodiagnostiky byl anemometr proto upraven výměnou jazýčkového kontaktu za magnetický snímač MAG01A [1], který je sice určen pro použití v elektronických kompasech, ale jeho šířka pásma 160 Hz a rozsah měřeného magnetického pole je vyhovující i pro měření otáček anemometru.

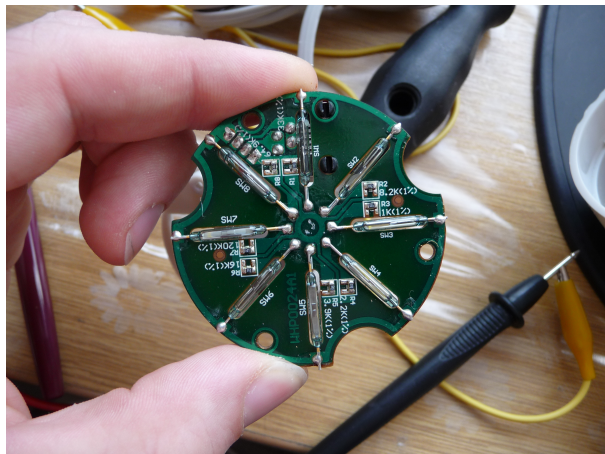
Výhodou této úpravy je, že pak lze ze snímače získat absolutní polohu oběžného kola a změřit rychlost otáčení v libovolné pozici (není proto třeba počítat impulzy a měřit periodu, nebo četnost) měření tak lze provést v konstantním čase nezávisle na rychlosti otáčení.



Obrázek 2: Modifikovaný anemometr s magnetickým snímačem MAG01A

### 2.1.2 Směr větru

Snímač směru větru v originální konfiguraci obsahuje jazýčkové kontakty, které připojují vždy jeden z rezistorů do odporového děliče tak, aby poloha praporku byla jednoznačně kódovaná napětím na výstupu.



Obrázek 3: Jazýčkové kontakty snímající pozici magnetu v rotoru s praporkem

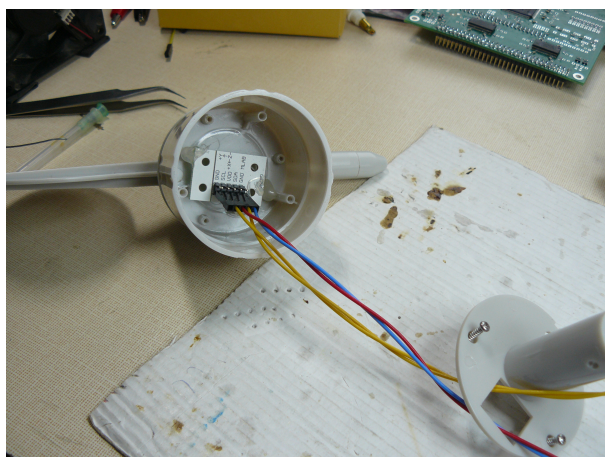
Tento způsob snímání je značně nerobustní a je i nedostatečný pro autodiagnostiku senzoru, protože poskytuje málo informací o pohybu praporku. Proto byl tento snímač nahrazen senzorem magnetického pole [1] podobně, jako v případě anemometru.

### 2.1.3 Srážky

Pro měření vodních srážek bylo zvoleno klasické čidlo s člunkovým srážkoměrem. A nebylo ani modifikováno. Neboť je nepravděpodobné, že zde vznikne jiná porucha, než zamrznutí, nebo ucpání.

Klasický člunkový srážkoměr generuje impuls při překlopení člunku. Překlápění není příliš časté. Proto je vhodnější zaznamenávat okamžik překlopení pro přesnější lokalizaci srážek v čase. Tento systém zaznamenávání dat je dostatečně robustní pro autodiagnostiku čidla s využitím informace z jiných snímačů.





Obrázek 4: Jazýčkové kontakty byly nahrazeny magnetometrem

#### 2.1.4 Vlhkost a teplota vzduchu

Měření relativní vlhkosti a teploty vzduchu je klíčovou součástí meteostanice. Proto byla pro tento účel vybrána speciální čidla [2], která mají integrováno miniaturní topné těleso umožňující mírné zahřátí senzoru a tím otestování citlivosti senzoru. O tomto testu se předpokládá, že bude aktivován v pseudonáhodném čase nadřazeným systémem.

## 2.2 Zapojení modulů

Jednotlivé moduly meteostanice jsou zapojeny podle blokového schéma zobrazeného na obrázku 5.

## 2.3 Zapouzdření elektroniky

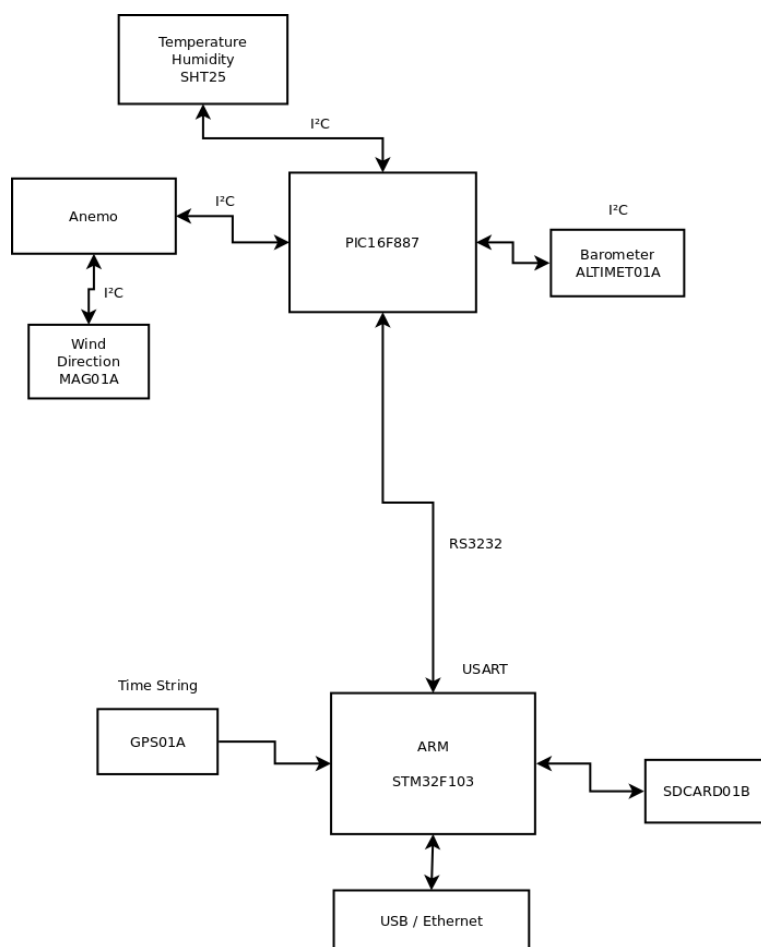
Hlavní elektronická část meteostanice je zapouzdřena v plastové elektroinstalační krabici s označením TK PS 2518-9-o 11040801. Na její zadní stěnu je přichycen starší typ hliníkové základní desky ve které byly v každém rohu vyříznuty obdélníkové části s rozměry 25x15mm. Jedna díra z pole děr byla navíc převrtána na průměr 4,2mm aby skrz ní prošel vrutový šroub, který desku přichycuje k zadní stěně. Tři další identické šrouby byly dále zašroubovány do zbylých výstupků pod deskou, aby byla zvětšena vzdálenost mezi základní deskou a zadní stěnou pro matice a šrouby na modulech umístěných na desce.

# 3 Struktura zpracování dat

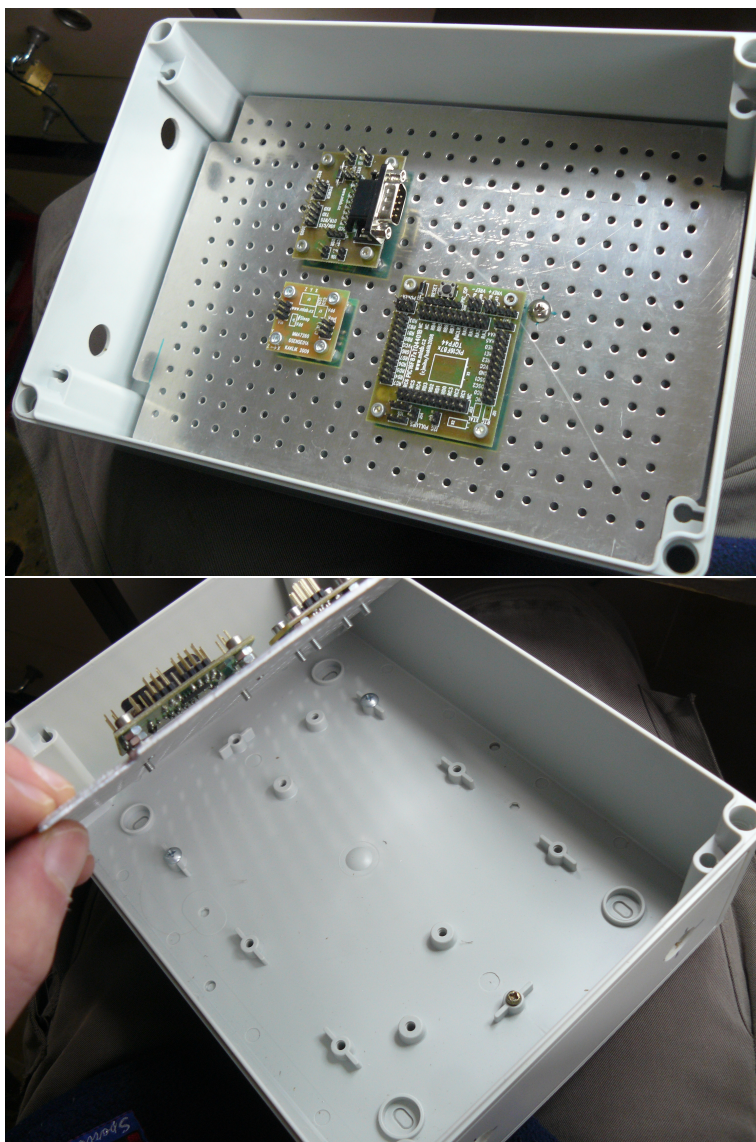
Pro zpracování dat je zvolen víceúrovňový systém, kdy v první úrovni jsou data pouze vyčítána a provedeno jejich základní zpracování do fyzikálního rozměru.

#### 3.0.1 Autodiagnostický systém

Z důvodu komplexnosti měřených veličin byly již v prvním stupni zpracování do systému implementovány vlastní metody specifické pro jednotlivá čidla umožňující detekovat značnou část poruch jednotlivých čidel.



Obrázek 5: Blokové schéma celé konstrukce meteostanice



Obrázek 6: Vnitřní mechanické uspořádání boxu s elektronikou

Další stupeň detekce poruch využívá křížových vazeb mezi jednotlivými veličinami. Uvažované vazby jsou shrnuty v tabulce. Tato úroveň zpracování nevyužívá historii dat, využití historie naměřených veličin se předpokládá až v další úrovni zpracování.

Tabulka 1: Tabulka křížových efektů mezi jednotlivými měřenými veličinami

Impacted variable	Changed variable			
	Humidity	Wind speed	Wind direction	Rain
Humidity		Change	Independent	increased
Wind speed	Almost Independent		Constrained	Independence
Wind direction	Independent	Constrained		Independence
Rain	Proportional on high values	Almost Independent	Independent	
Temperature	Change	Change	Independent	Decrease

### 3.1 Mechanická konstrukce

Meteostanice má klasickou mechanickou konstrukci, kde je na hlavním nosníku připevněno několik výložníků s jednotlivými snímači. Vyčítací elektronika je umístěna na výložníku ve vodotěsné elektroinstalační krabici.

## 4 Kalibrace a testování

Použitá čidla vlhkosti jsou od výroby kalibrována na chybu v toleranci 2%. Anemometr lze zkalibrovat buď v aerodynamickém tunelu, nebo

### 4.0.1 Instalace

Podmínky instalace meteorologické stanice přímo ovlivňují kvalitu z ní získaných dat. CHMU proto vydal směrnici popisující parametry prostředí, ve kterém může být takové měření prováděno se zaručenou kvalitou dat.

Větrná korouhev stanice AWS01A musí být směřována podle os magnetometru tak, že kladná část osy X je natočena na geografický sever. Orientace ostatních čidel není kritická.

## 5 Výsledky

Podařilo se vylepšit stávající klasickou konstrukci meteorologických čidel do stavu vhodného k implementaci do meteostanice obsahující interní autodiagnostiku. Avšak měřené hodnoty z magnetometru v anemometru mají komplikovaný průběh. Ze kterého bude těžké určit rychlost větru. Proto je možné, že tento způsob měření bude v budoucnu nahrazen například ultrazvukovým anemometrem.

## Reference

- [1] Magnetický snímač [Tříosý digitální magnetometr MAG01A](#)
- [2] Měření teploty [Digitální senzor relativní vlhkosti a teploty](#)