

ELECTRONIC INSTRUMENT FOR ENVIRONMENT MONITORING DURING PLANT GROWING

Jaromír Žák

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xzakja07@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jaromír Hubálek

E-mail: hubalek@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

The main goal of this project is to complete the electronic instrument for environment monitoring during plant growing in Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno at Department of chemistry and biochemistry. The new instrument will replace current analog recorder of temperature and humidity. New instrument will be extended by measuring atmospheric pressure, illumination and CO₂ concentration. Main advantage of electronic measuring is better lucidity of gained values. New concept allows easier comparison of new values with earlier measured data.

1. ÚVOD

Při šlechtění nových druhů rostlin a následném zjišťování jejich vlastností je nutné sledovat aktuální stav okolního prostředí, nejvíce však základní veličiny ovlivňující růst a vývoj rostlin. Patří k nim teplota, vlhkost, osvětlení, případně také atmosférický tlak a koncentrace pro rostliny důležitých plynů v atmosféře (oxid uhličitý nebo kyslík).

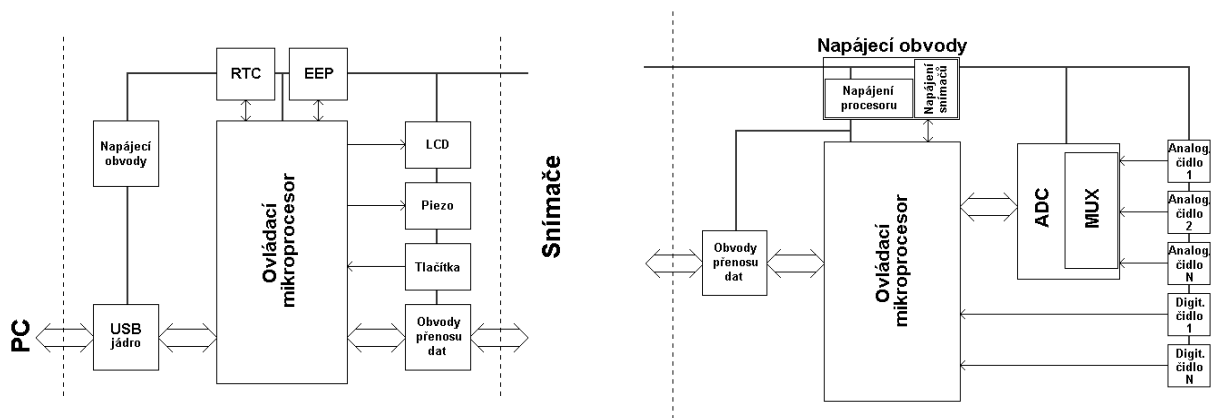
Opomineme-li jednoduché způsoby měření těchto veličin, jako jsou analogové barometry, teploměry atp., je nejvýhodnějším způsobem zjišťování jejich hodnot měření pomocí automatizovaného elektronického zařízení s možností zpětného vyhodnocování průběhů v čase a následným zpracováním dat na PC. Tento projekt se zabývá návrhem a konstrukcí právě takovéhoho přístroje.

2. ROZBOR

Vzhledem k funkci přístroje je celé zařízení koncipováno jako modulární. Jeho hlavními prvky jsou snímací moduly (až 16 modulů), které umožňují samotné měření požadovaných fyzikálních veličin a jejich převod na elektrickou, resp. digitální formu. Větší množství modulů je voleno z důvodu dokonalejšího pokrytí zkoumané oblasti pomocí rozmístění těchto modulů ve zvoleném prostoru. Stav prostředí se zjišťuje pomocí několika čidel, jež mají většinou analogový výstup, avšak není vyloučena ani možnost připojení čidel digitálních. Všechna čidla jsou miniaturní senzory, kromě kombinovaného snímače teploty a vlhkosti, jež je v průmyslovém provedení, avšak v budoucnosti bude také nahrazen čidlem miniaturním. Snímací modul je koncipován tak, aby bylo možné nezapojovat snímače veličin, které se v měřeném prostoru nemění, např. atmosférický tlak. Modul pak automaticky

sám vyhodnotí nepřipojená čidla a podle toho je dál zpracovává. Toto uspořádání umožňuje vysokou flexibilitu snímacích modulů. Kromě rozpoznávání nepřipojených čidel je modul schopen také získané průběhy z AD konvertoru linearizovat a převádět na číselné údaje pomocí kalibračních dat uložených v nonvolatilní paměti řídicího mikrokontroléru.

Z důvodu šetření el. energií a poměrné stálosti měřených veličin v krátkém časovém úseku je snímání prováděno po určitých časových intervalech, jejichž délka je uživatelem nastavitelná (jednotky sekund až desítky minut). V době mezi měřicími cykly je napájení snímačů odpojeno a spotřeba modulu je tak výrazně snížena. Moduly jsou napájeny buď z jednoho hlavního zdroje (nachází-li se blízko sebe), nebo v případě instalace ve větších prostorách, např. sklenících, může být napájen každý zvlášť. U veličin s většími rozsahy hodnot (např. atmosférický tlak) je úprava signálu z čidla doplněna o automatické přepínání rozsahů a tím zpřesnění měření. Mimo základní snímací modul měřící teplotu, tlak, vlhkost, osvětlení a koncentraci CO₂ lze zkonstruovat moduly měřící další veličiny dle požadavků zadavatele (počítáno je s konstrukcí modulu měřícího PH a vodivost zálivky).



Obrázek 1: Bloková schémata řídicího a snímacího modulu.

Všechny snímací moduly jsou následně připojeny do hlavního, řídicího modulu. Tento modul se stará o sběr a ukládání naměřených dat, obsluhu jednotlivých modulů, komunikaci s počítačem a další funkce pro bezproblémovou činnost zařízení. Propojení snímacích modulů s řídicím je zprostředkováno po jednovodičové sběrnici společné všem modulům, za pomoci asynchronního přenosu dat. To umožňuje jednoduché připojení všech modulů v libovolné topologii (všechny do hlavního modulu, jednotlivě za sebou na jednom vodiči, případně kombinace obou způsobů). Tato jednovodičová sběrnice také umožňuje snadný přechod na bezdrátovou komunikaci, bude-li v budoucnu vyžadována. Z důvodu větší ochrany proti rušení jsou aktuálně v projektu využity napět'ové úrovně linky RS232, avšak to lze jednoduše upravit, pokud bude nutné ochranu zvětšit, případně zmenšit.

Softwarová vrstva komunikace je strukturována jako komunikace Master-Slave. Příkazy vysílá pouze modul řídicí, příjemce (příslušný snímací modul) příkaz vyhodnotí a provede. Během komunikace je aktivní vždy pouze jeden Slave modul, ostatní jsou neaktivní aby nedošlo k zahlcení sběrnice. Aby bylo možné moduly vybírat, má každý z nich pevně danou adresu (0-15), na kterou se řídicí modul odkazuje v prvním (aktivačním) bytu komunikačního rámce, který obsahuje adresu modulu a příkaz pro daný modul. Řídicí modul je samozřejmě opět schopen rozeznat nepřipojené (neodpovídající) moduly i v případě jejich odpojení v průběhu nedokončeného přenosu.

Samotný řídicí modul kromě obsluhy jednotlivých podřízených modulů zprostředkovává ukládání dat do interní paměti typu EEPROM, která nabízí v základní velikosti 64kB dostatečný paměťový prostor (lze uložit 40 dnů záznamů v intervalu ukládání 10 minut). Pokud by však tato paměť nevyhovovala, lze ji snadno rozšířit připojením až sedmi dalších samostatných paměťových bloků (celková velikost paměti poté činí 0,5 MB). Ukládání lze provádět opět v intervalu zvoleném uživatelem (5 minut až 1 den). Samotná komunikace s uživatelem je zprostředkována pomocí klávesnice, kterou se modul ovládá, LCD displeje a piezoměniče, jimiž uživatel dostává informace o aktuálním stavu zařízení. Aby bylo snadnější rozlišit jednotlivé stavy zařízení (ukládání záznamu, odpojení/připojení snímacího modulu, atd.), jsou tóny generované piezoměničem (případně kombinace tónů) výrazně odlišeny, aby uživatel pouze po sluchu rozeznal akci, o které je informován. Ovládání je koncipováno jako přehledné a intuitivní (stromová struktura menu), aby bylo pro uživatele na první pohled zřejmé a snadno pochopitelné. Z dalších periférií řídicího modulu lze vyjmenovat například obvod hodin reálného času s automatickým přechodem zimní/letní čas, měření aktuálního napájecího napětí, v menu nastavitelný kontrast LCD displeje, atd.

Jak modul řídicí tak i snímací moduly jsou vybaveny konektorem pro programování v aplikaci (ISP), čímž je usnadněna rychlá změna jejich firmwaru. Dále má každý modul v paměti uloženy jeho základní údaje (typ modulu, datum výroby, verze firmwaru a hardwaru a použité periferie) a 128 písmenný uživatelem nastavitelnou textovou poznámku.

Poslední částí zařízení je počítač a obslužná aplikace v něm. Komunikace řídicího modulu a počítače je zprostředkována pomocí USB na přenosové rychlosti cca. 0,5 Mb/s. Získané záznamy z řídicího modulu jsou ukládány do databáze, odkud mohou být následně kdykoliv poté načteny, případně upraveny. Samotná aplikace v PC umožňuje kromě stahování dat z řídicího modulu i dálkové řízení celého přístroje, aktualizaci hodin reálného času, kalibraci snímacích modulů a ruční zadávání / odstraňování záznamů. Data lze prohlížet formou jednotlivých záznamů, přehledných grafů, nebo statistik pro dané, uživatelem vybrané období. Dále je možné aplikaci využít pro export hodnot do dalších hojně používaných programů, jako je např. Microsoft Excel.

3. PODĚKOVÁNÍ

Práce vznikla za podpory výzkumného záměru MSM 0021630503 MIKROSYN.

4. ZÁVĚR

Během této práce byl vyvinut a odzkoušen kompletní prototyp vyráběného přístroje pro monitorování prostředí. S jeho pomocí byly odměřeny testovací (týdenní) charakteristiky jednak ve venkovním prostředí a také v kultivačním boxu pro šlechtění rostlin.

LITERATURA

- [1] Mann, B.: C pro mikrokontroléry, Praha, Ben-technická literatura 2003, ISBN 80-7300-077-6
- [2] Matoušek, D.: Práce s mikrokontroléry Atmel AVR-Atmega16, Praha, Ben-technická literatura 2006, ISBN 80-7300-174-8
- [3] Kainka, B.: Měření, řízení a regulace pomocí sběrnice USB, Praha, Ben-technická literatura 2002, ISBN 80-7300-073-3