

DEVELOPMENT AND OPTIMALIZATION OF SYSTEM FOR MEASUREMENT OF WATERING

Petr Kašpárek

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xkaspa14@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jaromír Žák

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

Abstract: The main goal of this project is to create a module for plants growing monitoring. This unit will measure the temperature, pH and conductivity of the watering and it will be located in laboratories of the Mendel University. After measurement, these variables will be converted on digital signal, evaluated and sent to control equipment. This module is responsible for facilitating and streamlining of the measuring.

Keywords: Sensor, measurement, temperature, conductivity, pH, watering.

1. ÚVOD

Při pěstování rostlin je důležitým faktorem pro jejich správný růst dodržení požadovaného složení a vlastností zálivky. Cílem této práce je vytvořit měřicí modul, který bude tyto vlastnosti, a to jak chemické, tak i fyzikální (pH, teplota, vodivost), měřit a odesílat ke zpracování nadřazenému systému. Tento nadřazený systém již byl vytvořen v rámci jiného projektu.

Výhoda tohoto způsobu monitorování je v tom, že jde o plně automatický proces a je možné přehledně a jednoduše získat zaznamenaná data v čase. Kromě toho umožňuje jednoduché a okamžité informování obsluhy (pěstitele) o změně vlastností nebo složení zálivky.

2. ROZBOR

2.1. KONCEPT MODULŮ

Zařízení pro snímání jednotlivých veličin používá senzory vytvořené pomocí technologie tlustých vrstev. Tento typ senzorů byl zvolen z důvodu integrování všech tří senzorů na jednom nosném substrátu, malé hmotnosti i velikosti. Tyto senzory nejsou běžně komerčně v prodeji, ale byly již dříve vyrobeny v laboratořích ústavu mikroelektroniky FEKT VUT.

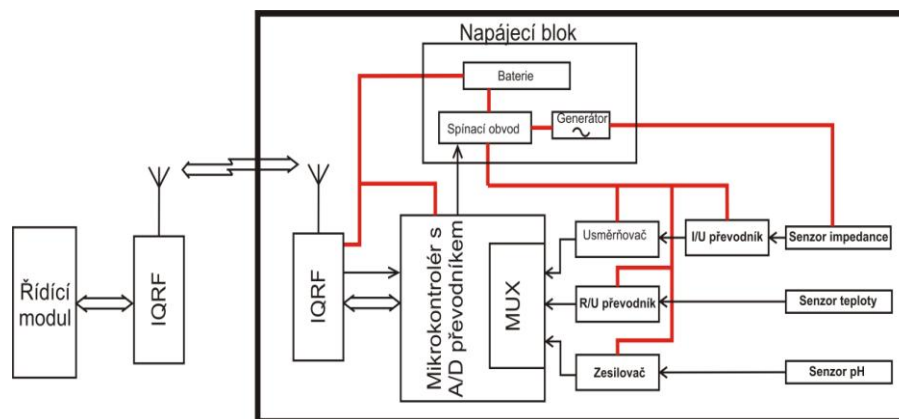


Obrázek 1 Použité senzory vyrobené technologií tlustých vrstev

Senzory budou použité dvojité (dva senzory na každý vstupní modul), aby byla potlačena chyba měření a jako platný výsledek měření bude brána střední hodnota naměřené veličiny. Zdvojení lze případně použít pro zvýšení pokrytí kultivační plochy v případě většího počtu rostlin. Analogové výstupy senzorů jsou nejprve pomocí analogových obvodů převedeny na napěťovou úroveň, která je zesílena na potřebnou úroveň a dále v AD převodníku digitalizována. Výstupem senzoru teploty je odporová závislost. Pro převod tohoto odporu na napětí je použito neinvertující zapojení operačního zesilovače, kde výstup senzoru (odpor) je zapojen do zpětné vazby zesilovače a tím se mění velikost zesílení na výstupu zesilovače. Výstupem senzoru pH je napětí, které se pohybuje v rozmezí -250 mV až 600 mV. Zde je pro převod na napětí použito také neinvertující zapojení

operačního zesilovače, kde výstupní napětí senzoru se přičítá (odečítá) od poloviny napájecího napětí vytvořeného odporovým děličem. Pro měření vodivosti je vhodné použít střídavý signál, aby nedocházelo k polarizaci elektrod, proto je v modulu umístěn jednoduchý generátor harmonického signálu s Wienovým článkem (pokud by se měřilo stejnosměrným signálem, součástky okolo generátoru by se osadily propojkami). V případě použití harmonického signálu by senzor vodivosti vystupoval jako impedance. Výstupní proud je převeden na napětí pomocí invertujícího zapojení operačního zesilovače a dále usměrněn dvoucestným usměrňovačem. Všechny použité operační zesilovače jsou tzv. typu rail-to-rail. Saturační napětí těchto zesilovačů se blíží napájecímu napětí. Pro měření, je multiplexerem, který je spolu s AD převodníkem obsažen v použitém řídicím mikrokontroléru ATmega8, vybrán v daném okamžiku pouze jeden senzor, z něhož se data zpracovávají. Zpracování a linearizace výsledků bude prováděna pomocí kalibračních dat nahraných v interní paměti mikrokontroléru. Pro komunikaci s nadřazeným modulem bude použito bezdrátového inteligentního IQRF modulu pro přenos dat. Blokové schéma modulu je vidět na obrázku 2.

Protože bude tento modul použit při měření samostatně, je nutné zajistit jeho samostatné napájení. Pro napájení je možné použít síťového napáječe, ale návrh je koncipován i pro napájení z baterie. Z tohoto důvodu je nutné zajistit minimalizaci spotřeby celého modulu. Toho je dosaženo řízeným spínáním analogových částí, které není nutné mít neustále v provozu (sledované veličiny se nebudou v čase rychle měnit, proto není nutné, aby měření probíhalo nepřetržitě). Dále v době nečinnosti celého modulu bude řídicí mikrokontrolér uveden do stavu se sníženou spotřebou. Celkový nízký příkon bude také dán použitím co nejmenšího napájecího napětí (3,3 V). Pro přibližné určení spotřeby modulu lze vycházet z údajů v katalogových listech k použitým součástkám. Proudový odběr mikrokontroléru v pracovním režimu je 3,6 mA a bezdrátový modul IQRF slibuje odběr menší než 5 mA. Ostatní analogové části by měli mít odběr menší než 4 mA. Při použití akumulátoru, který se vyskytuje v mobilních telefonech o kapacitě 1800 mAh a denní době měření 200 minut, by modul měl být schopen provozu asi 25 dní na plný výkon. Pokud vezmeme v úvahu řízené spínání analogových částí, měla by být tato doba provozu minimální.

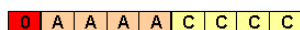


Obrázek 2 Blokové schéma měřicího modulu

2.2. SOFTWAREVÉ ŘEŠENÍ

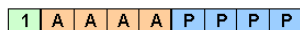
Protože bude tento modul připojen k již stávajícímu nadřazenému systému, je nutné dodržet stejný komunikační protokol. Na modulu se pomocí čtyř jumperů nastaví jeho adresa (0 – 16), pod kterou bude vystupovat. Moduly mezi sebou komunikují protokolem typu Master – Slave přičemž řídicí systém je vždy v módu Master a měřicí modul vykonává příkazy (Slave). Pro rozpoznání začátku přenosu je použita 9 bitová komunikace, kde 9. bit signalizuje první byte přenosu. Protože je 9. bit odeslán nadřazeným systémem místo tradičního stopbitu, který je vždy v log. 1, je za aktivní úroveň považována log. 0. V průběhu celého přenosu se budou moci objevit jen tři základní druhy bytů, které jsou znázorněny na obr. 2. Jde o Inicializační byte, Potvrzovací byte a Datový byte. Jeden paket může obsahovat jeden inicializační byte a více potvrzovacích a datových bytů [1].

Inicializační byte



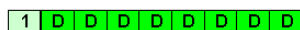
- 0 Identifikace inicializačního (MASTER) příkazu
- A Adresa modulu snímačů, pro který je příkaz určen
- C Příkaz pro modul snímačů (viz. seznam příkazů)

Potvrzovací byte



- 1 Identifikace datového (SLAVE) bytu
- A Adresa odpovídajícího modulu snímačů
- P Potvrzovací (paritní) bity

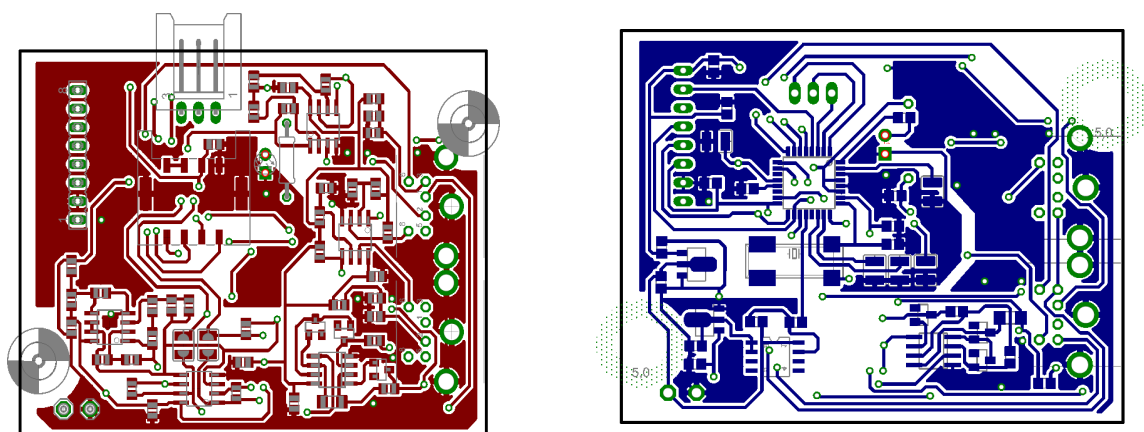
Datový byte



- 1 Identifikace datového (SLAVE) bytu
- D Přenášená data

Obrázek 3 Struktura přenášených paketů [1]

Pro možnost jednoduché a rychlé aktualizace firmwaru je modul osazen konektorem pro jeho naprogramování pomocí sériového rozhraní ISP. Oproti staršímu zařízení, které využívalo pouze drátový přenos dat, bude toto zařízení vybaveno bezdrátovým IQRF modulem pro přenos dat. Výhodou tohoto řešení je instalace, kdy se tento modul zasune do konektoru ve tvaru SIM karty, který je umístěn na desce plošných spojů. Přenosový dosah těchto modulů dosahuje ve volném prostoru až 150 m.



Obrázek 4 Pohled na DPS A) z horní strany, B) ze spodní strany. Deska má rozměry 6,6 x 5,2 cm.

3. ZÁVĚR

Cílem tohoto projektu je navrhnout a vytvořit modul pro měření závlivky rostlin, který bude ke stávajícímu zařízení připojen bezdrátově. V současné době je hotový návrh schématu a návrh DPS (viz. obr. 4), která je zadána ve výrobě. Během výroby DPS se začne pracovat na programování firmwaru pro řídicí mikrokontrolér.

LITERATURA

- [1] ŽÁK, Jaromír. *Přístroj pro monitorování prostředí při kultivaci rostlin*. Brno, 2008. 65 s. Bakalářská práce. FEKT VUT.
- [2] *Informace k modulům IQRF*. Dostupné z WWW: <<http://www.iqrf.com/weben/index.php>>.