

REMOTELY CONTROLLED WORKPLACE OF ELECTROCHEMICAL SENSORS

Jakub Cieslar

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xciesl03@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Martin Adámek

E-mail: adamek@feec.vutbr.cz

Abstract: This work deals with remotely controlled workplace of electrochemical sensors. The design and conception of a device, which can be controlled via Internet, or LAN network through a personal computer, are the main aims of this work. The work describes designing and execution of this device and programming of driver for PC, Internet environment and communication protocol.

Keywords: Internet, LAN, WAN, remotely control, sensor technique, ATMega128, FTDI

1. ÚVOD

Práce se zabývá vývojem zařízení, pomocí něhož je možné realizovat automatizované pracoviště pro měření chemických veličin, které jsou měřeny vybranými elektrochemickými metodami [1]. Předpokládá se využití hlavně pro měření pomocí tlustovrstvových elektrochemických senzorů [2]. Cílem práce je návrh, realizace a dlouhodobé ověření funkce navržených zařízení, která umožní dálkové řízení chemických analýz. Od konkurenčních dálkově řízených laboratoří, jako je např. LabView [3] nebo ISES WEB Control [4], se vyvíjená aplikace liší hlavně v přístupu k realizaci komunikačního protokolu a k využití moderních programovacích metod, které nevyžadují instalaci podpůrného softwaru na straně uživatele Internetových stránek. Projekt se zabývá, řešením problematiky komunikace v reálném čase a v neposlední řadě softwarovou i hardwarovou stránkou návrhu.

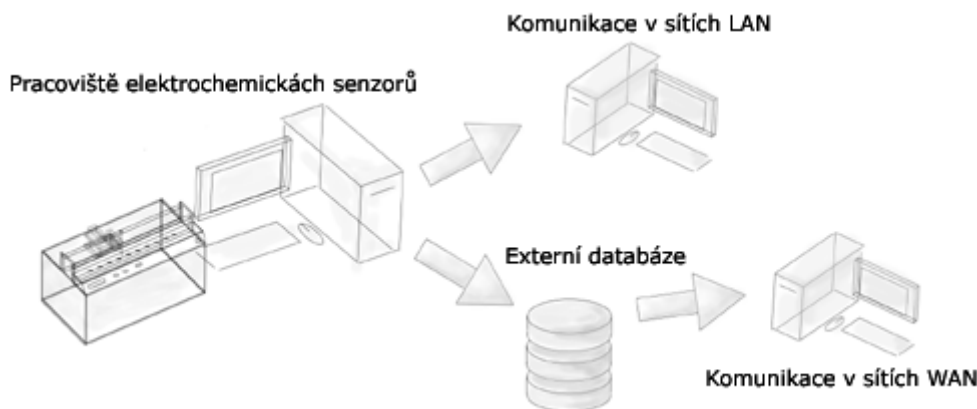
2. ROZBOR

Elektrochemické měření využívající voltametrických metod [1] je vyhodnocováno pomocí voltametrické charakteristiky, která může být sestrojena z automaticky naměřených hodnot. Hodnoty je možné automaticky získat pomocí potenciostatu, který přivádí na senzor předem definované hodnoty napětí a snímá z něj odezvu v podobě proudu. Signál ze senzoru je převeden na odpovídající hodnotu napětí, která je dále zpracována A/D převodníkem na digitální signál. Podle tvaru vstupního napěťového signálu na elektrochemickém senzoru se rozlišuje celá řada voltametrických metod [1]. Navržené zařízení dále umožňuje automatické namíchání měřeného roztoku a jeho výměnu. Hardware byl navržen tak, aby dokázal obsluhovat nejen jednoduché senzory, ale i senzory vybavené integrovaným čipem potenciostatu, a proto obsahuje čtyři nezávislé kanály pro připojení s různou složitostí.

2.1. KOMUNIKACE

Ovládání je založeno na principu zobrazeném na **obrázku 1**. Přípravek komunikuje pomocí rozhraní USART (univerzální synchronní a asynchronní přijímač a vysílač) s převodníkem RS232-USB firmy FTDI. Pomocí čipu FTDI a virtuálního portu COM, lze pak realizovat komunikaci pomocí rozhraní USB. Na obslužném počítači je nainstalovaný ovladač pro řízení přípravku přímo na obslužném počítači, v sítích LAN nebo WAN. Při komunikaci v sítích LAN

a WAN je dostupný i obraz z kamerového systému pro obohacení zpětné vazby s přípravkem. Ovládání přes Internet (sítě WAN) je založeno na úpravě tabulek v externí databázi typu MySQL. Pomocí uživatelského prostředí na Internetových stránkách přípravku lze, proto přípravek řídit a získávat naměřená data bez nutnosti instalace podpůrného softwaru. Komunikace mezi přípravkem a obslužným počítačem byla testována s maximální přenosovou rychlostí 5000 naměřených hodnot za sekundu. To umožňuje tuto komunikaci označit za komunikaci v reálném čase.



Obrázek 1: Schéma komunikačního protokolu.

2.2. OVLADAČ PRO ŘÍZENÍ PŘÍPRAVKU

Ovladač je aplikace pro systém Windows napsaná v programovacím jazyku C#. Ovladač zahrnuje tři režimy činnosti:

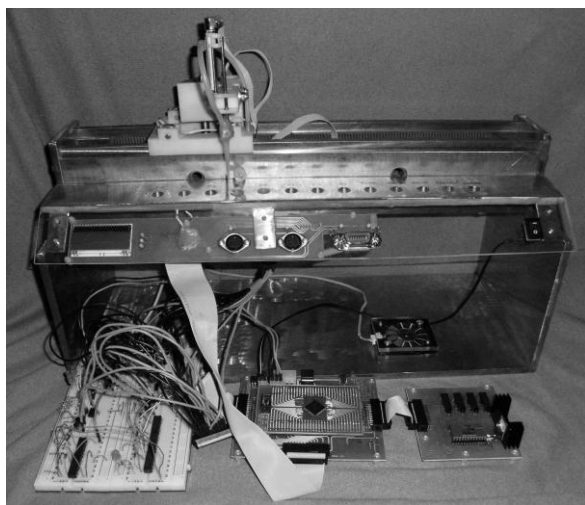
- ovládání přípravku počítačem, s nímž je fyzicky propojen,
- komunikace v síti LAN,
- komunikační uzel pro práci v sítích LAN, nebo WAN.

Pro jednotlivé režimy se definuje i specifické chování ovladače a paleta funkcí, které jsou k dispozici. Hlavními pracovními nástroji je obsluha namíchání roztoku a nastavení požadované voltametrové metody. Ovladač, v závislosti na požadavcích uživatele, automaticky provádí sběr a odesílání dat, navázání spojení se vzdáleným počítačem v sítích LAN, nebo s externí databází při ovládání v sítích WAN.

2.3. INTERNETOVÁ APLIKACE

Internetová aplikace je založená na programovacím jazyku PHP a specifickém použití JavaScriptu, který napodobuje chování jazyku AJAX. Kombinace těchto technik umožňuje vykreslovat grafy VA charakteristik on-line v reálném čase. Aplikace dokáže ovládat a sledovat aktuální stav zařízení shodným způsobem jako ovladač pro PC. Výhodou tohoto uživatelského prostředí je využití v sítích LAN (s možností připojení na Internet) i v sítích WAN. Prostředí nabízí interaktivnější ovládání než ovladač pro řízení přípravku a navíc pro plnou funkčnost stačí běžný Internetový prohlížeč.

2.4. KONSTRUKCE PŘÍPRAVKU



Obrázek 2: Realizace pracoviště.

i zabudovaný zavaděč (bootloader), který umožňuje softwarové programování mikrokontroléru v průběhu 5-10 taktů procesoru.

Přípravek (**obrázek 2**) je tvořen ocelovou kostrou a plastovým běžcem. Běžec se pohybuje v ose x po dvou vodících lištách za pomoci krokového motoru. Tento pohyb zajišťuje přesun čerpací kapiláry na definované pozice. Kapilára se pak pomocí druhého krokového motoru pohybuje v ose z a umožňuje manipulaci s roztoky. Čerpání se provádí systémem dvou pump a třech expanzních nádob. Ty zajišťují 100% těsnost systému a zabraňují styku pump s čerpaným roztokem. Hardwarová část je rozdělena na ovládací panel, sběrnici pro mikrokontrolér ATMega128, komunikaci se senzory a řídicí jednotku. Sběrnice obsahuje navíc spínání externího zdroje, rozvod napájecích napětí a čip FTDI. Řídicí jednotka je dosud ve stádiu testování a doladování. Výhodou aplikace je

3. ZÁVĚR

Výstupem práce je automatizované pracoviště pro měření s elektrochemickými senzory, které lze ovládat pomocí obslužného počítače, síť LAN nebo WAN. Na obslužném počítači nebo vzdáleném pracovišti lze nastavit požadovaný roztok, zvolit voltametričnou metodu, řídit průběh měření a naměřená data pak sledovat v reálném čase. Navržené zařízení s možností vzdálené komunikace umožňuje zvýšit efektivitu vývoje senzorů.

REFERENCE

- [1] SAMEC, Z. Elektrochemie. Praha: Nakladatelství Karolinum, 1999. 99 stran.
- [2] ADÁMEK, M.; PRÁŠEK, J.; RŮŽIČKA, T. The Two and Three Electrodes Systems Topology Optimisation of Electrochemical Sensors. *Electronics*. 2008. 17(1). p. 87 - 91. ISSN 1313-1842.
- [3] National Instruments: NI LabVIEW. [online]. [citováno dne 2011-03-22]. Dostupné z: <http://www.ni.com/labview/>.
- [4] ISES WEB Control: Softwarová stavebnice "ISES WEB Control" pro jednoduchou tvorbu vzdálených experimentů. [online]. [citováno dne 2011-03-22]. Dostupné z: http://www.ises.info/old-site/Lustig_ICTE_c.html.