

# REMOTELY CONTROLLED POTENTIOSTAT

**Jakub Cieslar**

Master Degree Programme (1), 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 potentiostat for chemical sensors. The design and conception of a device, which can be controlled via Internet through a personal computer, are the main aims of this work. The work describes designing and execution of this device and programming of an Internet environment and communication protocol.

## 1. ÚVOD

Práce se zabývá vývojem zařízení, pomocí něhož je možné realizovat automatizované pracoviště pro měření chemických veličin, které jsou měřeny vybranými elektrochemickými metodami. Hlavními metodami jsou cyklická voltametrie a diferenciální pulzní voltametrie. Předpokládá se využití hlavně pro měření pomocí tlustovrstvových elektrochemických senzorů. Navrhované zařízení je dílčí částí pracoviště, které za pomoci on-line komunikace umožňuje měření řízené dálkově přes Internet. Cílem dálkově řízeného pracoviště je dlouhodobě ověřit funkci navržených zařízení, které umožní dálkové řízení chemických analýz. Dále jej bude možné využít v aplikacích, kdy je nutné měření nebezpečných látek nebo měření v prostředí pro člověka nebezpečném. Zařízení bude možné zařadit i do výuky jako jeden z možných nástrojů „e-learningu“, což povede ke zvýšení flexibility výuky. Od konkurenčních dálkově řízených laboratoří, jako je např. LabView [1] nebo ISES WEB Control [2], se vyvíjená aplikace liší hlavně v přístupu k realizaci komunikačního protokolu a využitím moderních programovacích metod, které nevyžadují instalaci podpůrného softwaru na straně uživatele Internetových stránek. Projekt se zabývá, řešením problematiky komunikace v reálném čase a v poslední řadě softwarovou i hardwarovou stránkou návrhu.

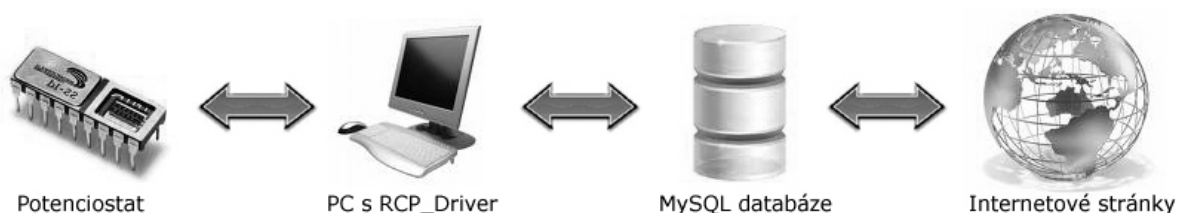
## 2. ROZBOR

Elektrochemické měření využívající voltametrických metod 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 se jednoduše zpracuje A/D převodníkem. Podle typu a tvaru vstupního signálu, který je řízen potenciostatem, se rozlišuje celá řada voltametrických metod. Protože senzory používané v současnosti pro

měření jsou již vybaveny integrovaným čipem s potenciostatem, byl senzor v případě testování nahrazen integrovaným obvodem potenciostatu a diskretní součástkou s nelineární charakteristikou. Vývoj celé aplikace tak probíhá za simulačních podmínek, aby nebylo nutné využívat chemické roztoky, které mohou být agresivní nebo nebezpečné.

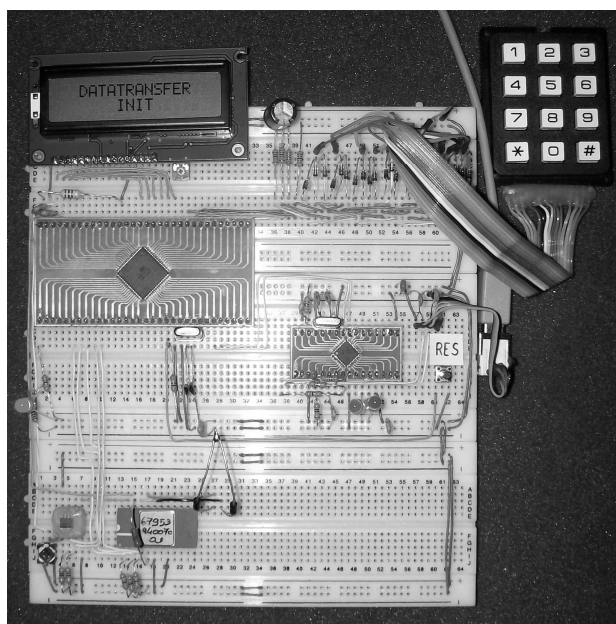
## 2.1. KOMUNIKAČNÍ PROTOKOL

Vzdálené řízení je založeno na principu zobrazeném na **obrázku 1**. Přípravek je samostatným funkčním celkem propojeným přes rozhraní USB s počítačem. Komunikace mezi přípravkem a PC je založena na USART (univerzální synchronní a asynchronní přijímač a vysílač) a virtuálním COM portu, s nímž komunikuje převodník RS232-USB. Na počítači je nainstalovaný RCP\_Driver (ovladač pro dálkově řízený potenciostat). Ovladač komunikuje skrze Internet s MySQL databází a Internetové stránky tak mohou snadno ovládat jeho funkčnost a získávat naměřená data. Komunikační protokol je vystavěn na principu MASTER-SLAVE.



**Obrázek 1:** Schéma komunikačního protokolu.

## 2.2. KONSTRUKCE PŘÍPRAVKU



**Obrázek 2:** Realizace potenciostatu.

Přípravek (**obrázek 2**) je sestaven na nepájivém poli, protože se jedná pouze o dílčí část automatizovaného pracoviště a bude proto dále rozšiřován o obvody pro ovládání dávkovacího zařízení chemických roztoků. I z toho důvodu je osazen, na první pohled, předimenzovaným mikrokontrolérem ATmega128. Z obrázku je patrné, že potenciostat lze ovládat i manuálně za pomoci klávesnice a dále, že informace o aktuálním stavu, pohybu v nabídce nastavení atd. je zobrazována na LCD displeji. Zobrazování naměřených hodnot při manuálním ovládní je ovšem odlišné od měření přes PC či Internet, protože by bylo obtížné sledovat rychlý tok dat ze senzoru. Informace se aktualizují každých 100ms a je vypsána vždy aktuální

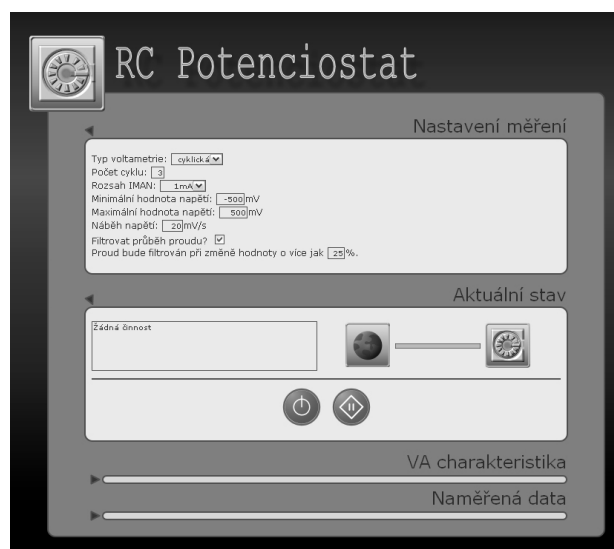
naměřená hodnota. Měření probíhá na pozadí, ale data se nikam neodesílají. Velkou výhodou aplikace je i zabudovaný bootloader (zavaděč) kompatibilní s protokolem STK500, který umožňuje programovat mikrokontrolér přes USB v průběhu 5-10 taktů procesoru a nevyžaduje žádné externí součástky.

### 2.3. OVLADAČ PRO DÁLKOVĚ ŘÍZENÝ POTENCIOSTAT

Ovladač je konzolová aplikace pro systém Windows napsaná v programovacím jazyku C#. Jeho hlavním cílem je realizovat propojení mezi přípravkem a Internetovou aplikací. Obsahuje proto rutiny pro sběr a odesílání dat a navázání spojení s externí databází. Ovladač pracuje ve dvou módech a to off-line a on-line. V off-line módu není vyžadováno spojení s databází a je možné přípravek ovládat přímo přes PC. Data se ukládají pouze do textového souboru a jsou přizpůsobena pro následné zpracování např. v Excelu. On-line mód slouží pro ovládání přes Internet. Komunikace je navržena tak, že zvládne přenést téměř 5000 hodnot za sekundu a dá se proto v tomto případě označit za komunikaci v reálném čase.

### 2.4. INTERNETOVÁ APLIKACE

Internetová aplikace, na **obrázku 3**, je založená na programovacím jazyku PHP a speciálním použitím JavaScriptu, který napodobuje chování AJAXu. Kombinace těchto technik umožňuje vykreslovat grafy VA charakteristik on-line v reálném čase. Aplikace dokáže ovládat potenciostat a sledovat jeho aktuální stav. Kromě vykreslování aktuálně měřených charakteristik lze zobrazit i grafy předchozích měření a případně lze nahrát i data vyprodukovaná konzolovou aplikací. Mimo hlavní funkce lze na Internetových stránkách nalézt i podrobné informace o navržené aplikaci a komplexní administrační systém EXUS.



**Obrázek 3:** Náhled na Internetovou aplikaci.

## 3. ZÁVĚR

Výstupem práce je funkční měřicí zařízení, které lze ovládat přes Internet a zobrazovat tak naměřená data v reálném čase na vzdáleném počítači. Zařízení bylo testováno za pomoci testovacího zapojení diod, které nahrazují skutečný senzor. Správná funkce zapojení zařízení byla ověřena i na kontrolním roztoku, ale bez použití dálkového ovládání. Dálkově řízený potenciostat má dobré předpoklady pro využití na vyvíjeném automatizovaném pracovišti i ve výuce.

## LITERATURA

- [1] National Instruments: *NI LabVIEW*. [online]. [citováno dne 2010-03-04]. Dostupné z: <http://www.ni.com/labview/>.
- [2] ISES WEB Control: *Softwarová stavebnice "ISES WEB Control" pro jednoduchou tvorbu vzdálených experimentů*. [online]. [citováno dne 2010-03-04]. Dostupné z: [http://www.ises.info/old-site/Lustig\\_ICTE\\_c.html](http://www.ises.info/old-site/Lustig_ICTE_c.html).