

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

---

Fakulta elektrotechnická

Katedra řídicí techniky



**Registrační dávkovač alkoholických nápojů**

Bakalářská práce

2007

Lukáš Zich

Katedra řídicí techniky

Školní rok: 2006/2007

## Z a d á n í b a k a l á ř s k é p r á c e

Student: Lukáš Z i c h  
Obor: Kybernetika a měření  
Název tématu: Registrační dávkovač alkoholických nápojů

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

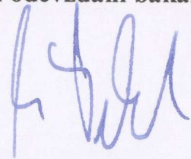
1. Seznamte se stávajícím prototypem systému registračních dávkovačů alkoholických nápojů
2. Zhodnoťte jeho nedostatky. Navrhněte možná vylepšení zejména s ohledem na spolehlivost provozu (správné vyhodnocení a registrace každého vydaného nápoje) a minimalizujte náklady.
3. Realizujte Vámi navržené vylepšení včetně sběru dat osobním počítačem a následným vyhodnocením.

*Seznam odborné literatury:* Dodá vedoucí práce

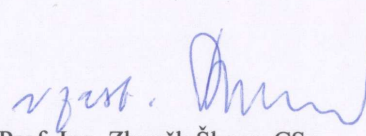
**Vedoucí bakalářské práce:** Ing. Martin Hlinovský

**Datum zadání bakalářské práce:** zimní semestr 2006/07

**Termín odevzdání bakalářské práce:** 15. 8. 2007

  
Prof. Ing. Michael Šebek, DrSc.  
vedoucí katedry



  
Prof. Ing. Zbyněk Škvor, CSc.  
děkan

## **ANOTACE**

Úkolem bakalářské práce bylo rozvinout myšlenku elektronického registračního dávkovače, formulovat požadavky a navrhnout technické řešení. Myšlenka registračního dávkovače vychází z úpravy existujícího neregistračního dávkovače, kde se zabudováním vhodné elektroniky dosáhne možnosti připojení dávkovače k osobnímu počítači pro následné vyhodnocení a zpracování registrovaných výdejů. Výsledné řešení musí vyhovovat po stránce spolehlivosti, snadnosti obsluhy a pokud možno co nejnižší ceny výsledné realizace. Výsledkem bakalářské práce je návrh elektroniky včetně desky plošného spoje a kompletní software.

## **ANNOTATION**

The aim of this study was to evolve the idea of electronic registration dosing device, formulate requirements and propose technical solution. Idea of registration dosing device comes out from an existing non-registration dosing device which by using convenient electronics offers possibility to connect dosing device to a personal computer for further evaluation and processing registered output. The final solution must meet requirements for reliability, easy to use and preferably low costs of final implementation. The result of this thesis is the design of electronics including printed circuit board and complete software.

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu.

V Praze dne 19.8.2007

Lukáš Zich

## OBSAH

Anotace.....	3
Annotation.....	4
Prohlášení.....	5
Obsah.....	6
1 Úvod.....	8
1.1 Současná situace .....	8
1.2 Situace po zavedení nového systému .....	8
2 Koncepce systému.....	9
2.1 Požadavky kladené na systém.....	9
3 Dávkovač.....	11
3.1 Neregistrační dávkovač .....	11
3.2 Úprava neregistračního dávkovače .....	12
3.3 Měření.....	12
3.3.1 Snímání výdeje.....	13
3.3.2 Měření polohy zavzdušňovacího ventilku .....	13
3.4 Optický snímač polohy ventilku.....	14
3.4.1 Výběr SMD součástek .....	15
3.4.2 Měření otevření fototranzistoru.....	15
3.4.3 Přizpůsobování jasu LED diody.....	17
3.4.4 Volba řešení.....	18
3.5 Snímání výměny láhve .....	18
4 Sběrnice.....	20
4.1 Požadavky na sběrnici.....	20
4.2 Sběrnice RS 485.....	20
4.2.1 Připojení k PC.....	21
4.2.2 Připojení k mikrokontroléru.....	21
4.2.3 Rozšíření na vyšší počet zařízení.....	22
4.2.4 Fyzická vrstva.....	22
4.2.5 RS 485 v dávkovacím systému .....	23
4.3 Protokol sběrnice RS 485.....	24
4.3.1 Požadavky na protokol.....	25
4.3.2 Udržování spojení .....	25
4.3.3 Struktura rámce zpráv.....	26
4.3.4 Přenos dat.....	27
4.3.5 Autodetekce dávkovačů .....	28
5 Zpracování dat v PC.....	30
5.1 Vzdálený přístup.....	30

5.2	Sběr dat z dávkovačů .....	31
5.3	Databáze .....	31
6	Realizace.....	34
6.1	Fyzická realizace .....	34
6.2	Aplikace pro sběr dat.....	34
6.3	Webové rozhraní.....	35
7	Závěr .....	37
	Literatura .....	38
	Příloha A .....	39
	Obsah příloženého CD.....	41

# 1 ÚVOD

Každý, kdo někdy vlastnil nebo provozoval restauraci či bar (restaurační zařízení), jistě ví, jak je těžké udržet si přehled a zejména kontrolu nad prodávanými nápoji tak, aby tržby za všechny skutečně prodané a zákazníky zaplacené nápoje skončily v jeho kase. Cílem této práce je návrh systému, který by zajistil přehled nad výtokem tvrdého alkoholu v restauračním zařízení a majiteli nejen usnadnil kontrolu, ale také ušetřil nemalé prostředky, které nyní neoprávněně končí v kapsách personálu.

## 1.1 Současná situace

Ve většině barů je denní praxe následující. Obsluha rozlévá nápoje ručně z lahví do skleniček zákazníkům a prodané nápoje se rovněž ručně evidují v registrační pokladně. Na konci směny se dělá tzv. zrcadlo. Zbylý obsah všech lahví v baru se přeměří za pomoci odměrných válců a porovná se se změřeným obsahem z předchozího dne. Zjištěný rozdíl musí odpovídat záznamům v registrační pokladně. Tento proces, který se dělá po každé směně, je časově náročný (v rozsáhlejší provozu i několik hodin) a zpravidla vyžaduje kontrolu majitele nebo provozního.

Na trhu sice existují dávkovače nápojů, ty však zpravidla slouží pouze k odměření vydávaného množství, aby obsluha nemusela používat odměrku nebo nalévat nápoje „od oka“. Vyrábí se i verze s mechanickým počítadlem, nic však obsluze nebrání láhev z dávkovače sundat a část směny vydávat bez něj. Dávkovač s mechanickým počítadlem je drahý, designově nepřilíš povedený a zkušený barman dávno ví, jak počítadlo přetočit.

## 1.2 Situace po zavedení nového systému

Láhev každého prodávaného nápoje je vybavena dávkovačem, který odměřuje prodávané množství. To obsluze usnadní odměřování množství stejně, jako v případě zmiňovaného neregistračního dávkovače. Výdej každého nápoje však je elektronicky zaznamenán a přenesen do počítače. Pracuje-li systém spolehlivě, není třeba dělat zrcadlo, protože není možné vydat nápoj, aniž by byl systémem zaregistrován. Systém sleduje také možné pokusy o oklamání a výpis těchto pokusů pak může pomoci majiteli odhalit zaměstnance, kteří tak činí a po zásluze je odměnit.

Elektronické sledování každého vydaného nápoje navíc umožňuje snadno generovat statistiky prodeje podle dnů, denní doby či jiných zvolených kritérií. Ve spolupráci s dodavatelem registrační pokladny je možné oba systémy propojit, urychlit tak obsluhu vystavení účtu a snížit riziko účtování jiného než skutečně vydaného nápoje, ať již úmyslně nebo ne.



## 2 KONCEPCE SYSTÉMU

### 2.1 Požadavky kladené na systém

Požadavky na celý systém registračních dávkovačů tak, aby splňoval nároky uvedené v kapitole 1, lze shrnout do několika následujících bodů

- **Základem je sledování množství nadávkovaných nápojů**

V každém dávkovači musí být umístěna elektronika, která zajistí změření množství vydávaného nápoje v každé vydávané dávce.

- **Potřebná je i informace o výměně láhve**

Pro sledování, zda nedochází v restauračním provozu ke ztrátám nápojů, je nutné znát nejen vydané množství, ale i jeho zdroj, tzn. láhve. Registrované vydané množství mezi dvěma výměnami láhví musí odpovídat velikosti láhve. Pokud systém zaznamená výměnu láhve, ačkoli vydané registrované vydané množství nasvědčuje tomu, že láhev ještě není prázdná, je nutné toto zachytit a upozornit správce, že zbytek nápoje v láhvi byl prodán bez jeho vědomí. Stejně tak, pokud se z láhve vydává bez výměny, i když registrované vydané množství nasvědčuje tomu, že láhev je dávno prázdná, je to signál o tom, že obsluha vydává menší porce, než by měla.

- **Jádro systému tvoří počítač kategorie PC**

Registrační dávkovače jsou připojeny k jednomu centrálnímu počítači, kde běží obslužný program sbírající informace o jednotlivých výdejích a výměnách lahví. Pro provoz podniku představuje použití počítače PC výhodu možnosti využít počítač současně i k jiným účelům (pokladna, hudba...). Pro samotnou konstrukci systému to pak znamená snadný vývoj aplikace v jednom z několika propracovaných vývojových prostředí a možnost využití řady hotových a prověřených řešení (ukládání dat, tvorba uživatelského rozhraní...). To všechno navíc zaručí vzhled a ovládání aplikace takové, na něž je běžně počítačově gramotný člověk zvyklý.

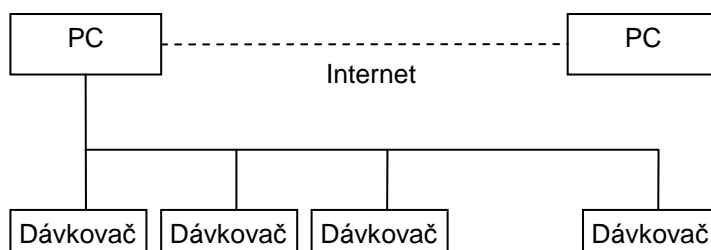
- **Přenos dat z dávkovače do PC musí být spolehlivý**

Nesmí docházet ke ztrátám nebo zkrácení informací, případná ztráta musí být zachycena a data odeslána znovu. Případné úplné přerušení komunikačního kanálu musí být detekovatelné a informace o něm musí být předána správci systému.

- **K systému je možné přistupovat prostřednictvím sítě Internet**

Správce systému (majitel nebo provozní restauračního zařízení) tak získá možnost sledovat pohyb nápojů ve svém podniku na dálku z pohodlí kanceláře nebo domova. Vhodné

je, aby toto bylo řešeno jako webové rozhraní a pro vzdálený přístup tak stačil pouze počítač s webovým prohlížečem, bez nutnosti instalace dalších aplikací.

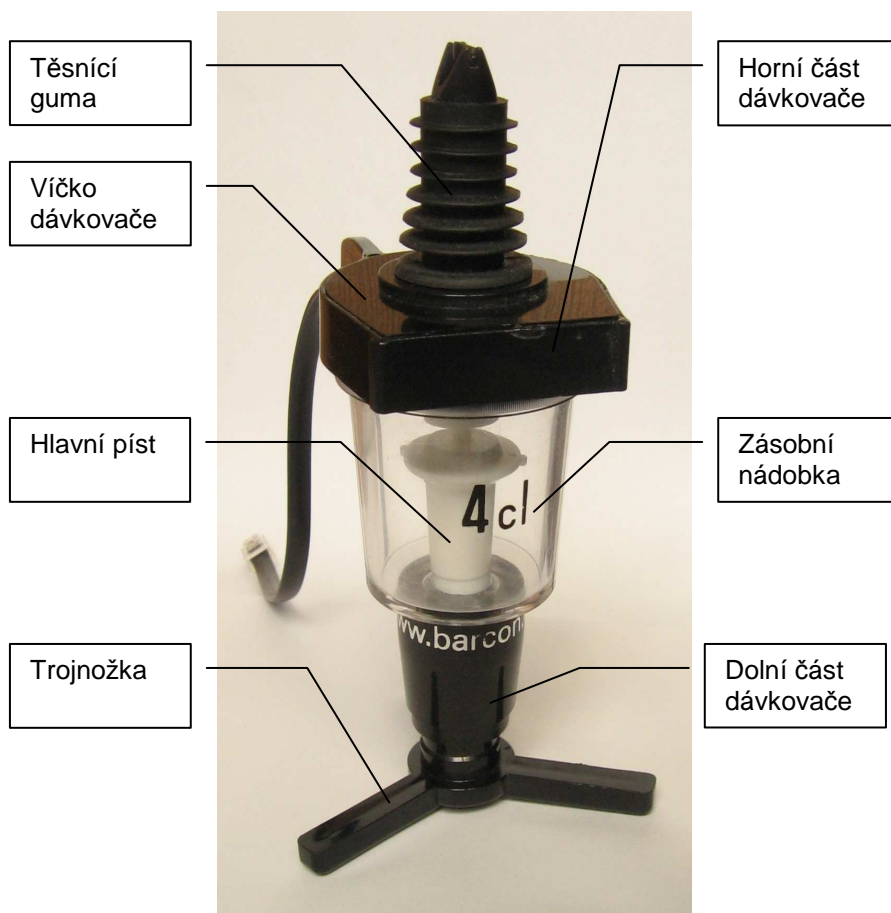


Obrázek 1  
Struktura dávkovacího systému

### 3 DÁVKOVAČ

#### 3.1 Neregistrační dávkovač

Cílem této práce je navrhnout systém elektronického snímání a registrace výdeje alkoholických nápojů tak, aby úpravou stávajících neregistračních dávkovačů bylo dosaženo požadované funkčnosti. Zmiňovaný neregistrační dávkovač, který na český trh dodává např. firma Barcon s.r.o., je zobrazen na obr. 2 a pro lepší orientaci v dalším textu jsou jeho významné části pojmenovány.

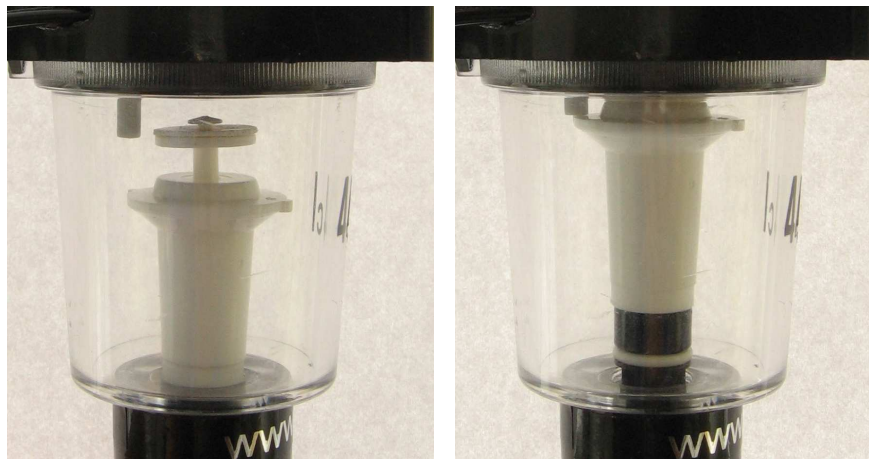


Obrázek 2  
Popis dávkovače

Na dávkovač je přes těsnící gumu nasazeno hrdlo láhve. Láhev je orientována dnem vzhůru a celý komplet je upevněn ve stojanu. Odměření vydávaného množství (dávky) je založeno čistě na mechanickém principu a z hlediska snadnosti obsluhy velmi dobře řešeno. Průběh výdeje dokumentuje obr. 3.

- Obsluha přiloží skleničku v trojnožce v dolní části dávkovače
- Tlakem na ni směrem vzhůru dojde k pohybu hlavního pístu
  - Otevře se výtokový otvor doteď utěsněný o-kroužkem na hlavním pístu

- Dolehnutím hlavního pístu na horní část dávkovače se uzavře přívod nápoje z láhve
- Dojde ke zdvižení zavzdušňovacího ventilku
- Nápoj ze zásobní nádoby začne vytékat a je nahrazován vzduchem vnikajícím otevřeným zavzdušňovacím ventilkem
- Po výtoku veškerého nápoje ze zásobní nádoby dolů do skleničky obsluha povolí tlak na trojnožku
- Hlavní píst se pomocí pružiny skryté v dolní části dávkovače vrátí zpět do základní polohy
- Vzduch v zásobní nádobce se vymění (probublá) s novým nápojem z láhve



Obrázek 3  
Detail průběhu výdeje

### 3.2 Úprava neregistračního dávkovače

Úprava stávajícího dávkovače musí být co nejjednodušší na provedení úpravných prací a upravený dávkovač by se neměl vizuálně příliš lišit od neupraveného.

Pro vestavbu elektroniky je nejvhodnější využít horní část dávkovače, ve které vznikne po odstranění některých zpevňovacích přepážek rovný prostor pro umístění desky plošných spojů, které jsou v současnosti s přehledem nejpoužívanějším a nejdokonalejším způsobem realizace elektronických obvodů.

### 3.3 Měření

Jak bylo uvedeno v předchozí kapitole, základní veličiny, které potřebujeme měřit, jsou:

- Množství vydávaného nápoje
- Výměna lahve

### 3.3.1 Snímání výdeje

Začlenění elektronických snímačů do stávajícího dávkovače nepředstavuje jednoduchý úkol. Při pohledu na dávkovač se nabízí následující čtyři možnosti co snímat, abychom získali informaci o výdeji nápoje.

- **Výška hladiny v zásobní nádobce**

Měření výšky hladiny by nám přineslo naprosto ideální informaci o vydávaném množství nápoje. Je však značně technicky náročné. Z používaných principů na měření výšky hladiny připadají v úvahu snad jediné následující dva:

**Bezkontaktní měření** (ultrazvukem, kapacitní) vzdálenosti hladiny od vysílače umístěného v horní části dávkovače. Vyžaduje však složitější elektroniku, která by zvedla cenu a hlavně by se ani nemusela do horní části dávkovače vejít.

**Měření odporu mezi dvěma svislými elektrodami** skrz celou zásobní nádobku. Odpor by byl závislý nejen na výšce hladiny, ale i na druhu nápoje. Dávkovač by tedy musel být na daný nápoj kalibrován. Problém by mohla způsobit i koroze elektrod a s tím spojená možná zdravotní závadnost.

- **Poloha hlavního pístu**

Hlavní píst se celý nachází až pod úrovní horní části dávkovače a měření jeho polohy by si vyžádalo umístit část elektroniky v dolní části. Elektrické spojení s horní částí dávkovače s komunikačním rozhraním je však takřka nemožné.

- **Poloha zavzdušňovacího ventilku**

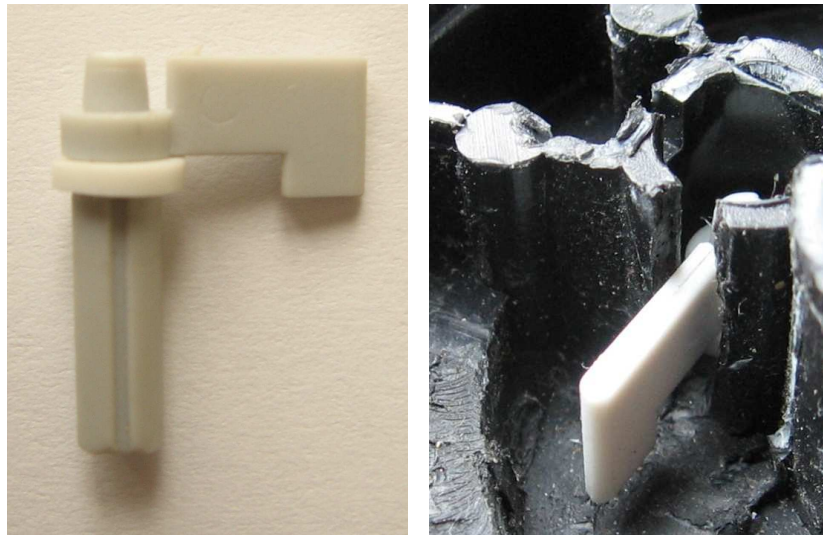
Měření polohy zavzdušňovacího ventilku je z nabízených řešení nejvýhodnější zejména proto, že ventilek se nachází v bezprostřední blízkosti elektroniky a nijak se snímacím mechanismem nezasahuje do prostoru, který je v přímém styku s vydávaným nápojem. Pozorováním průběhu výdeje lze zjistit, že nápoj v závislosti na poloze zavzdušňovacího ventilku ze zásobní nádoby buď vůbec nevytéká (ventilek v základní poloze), nebo vytéká, a to rychlostí, která téměř nezávisí na zdvihu ventilku. Je tedy možné snímat polohu ventilku jen dvoupolohově se vhodně zvolenou mezí.

### 3.3.2 Měření polohy zavzdušňovacího ventilku

Při pohledu na původní dávkovač se nabízí jako možné řešení bez velkých mechanických úprav měření tlaku, kterým působí přitlačná pružinka mezi víčkem dávkovače a zavzdušňovacím ventilem na víčko dávkovače. Možné je použít přímo snímače tlaku – tenzometry. Ty však nejsou běžně dostupné v tak malých rozměrech. Další možností je použití mikrospínače, na který bude pružina tlačit. Mechanická konstrukce je sice v tomto případě možná, charakteristiky dostupných mikrospínačů však nevyhovují svou spínací mezí a

spínač spíná buď dříve, než začne nápoj vytékat, nebo lze nápoj vydat, aniž by spínač sepnul. Úprava jeho charakteristiky je takřka vyloučena.

Snímat přímo polohu ventilku není možné bez porušení válce, ve kterém se ventilek pohybuje. Vyříznutím drážky do stěny válce, ve kterém se ventilek pohybuje, získáme přímý přístup od elektroniky k ventilku. Snímání jeho polohy je nutné řešit bezkontaktně, protože mechanismus ventilku není konstruován tak, aby působil silou v jiné než středové svislé ose, natož pak momentem. Nabízí se řešení buď v podobě reflexní optické závory, nebo rozladěvaného rezonančního obvodu. Konstrukce těchto zařízení je však v daných prostorových podmínkách problematická. Lepší řešení je úprava ventilku tak, aby zasahoval svou částí do prostoru elektroniky, kde by přerušoval klasickou optickou závoru. Její konstrukce je v uzavřených prostorách bez vnějšího rušivého osvětlení snadná a spotřebuje minimum prostoru. Upravený zavzdušňovací ventilek a jeho umístění je zobrazeno na obr. 4.



Obrázek 4  
Upravený zavzdušňovací ventilek

### 3.4 Optický snímač polohy ventilku

Snímač polohy vzduchového ventilku pracuje na principu optické závory. V klidovém stavu, kdy dávkovač nevydává, není závora přerušena. Zahájení výdeje způsobí pohyb ventilku vzhůru a tím se přeruší světelný paprsek. Konstrukce by měla splňovat následující požadavky:

- Použít výhradně SMD součástky
- Ponechat jistou volnost při mechanickém sestavení a nastavení meze vydává/nevydává realizovat programově

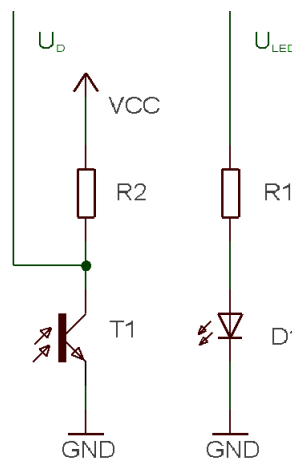
### 3.4.1 Výběr SMD součástek

Pro konstrukci optické závory je nutné, aby světelný paprsek z LED vycházel rovnoběžně s deskou plošného spoje. Stejně tak optický snímač musí být citlivý právě v tomto směru. S klasickými součástkami není problém ohnout vývody a získat požadovaný směr. U SMD součástek je nutné použít speciální pouzdra označovaná jako *s bočním vyzařováním* (angl. *right angle*). Jediný výrobce, který nabízí takovéto součástky i v českém zastoupení firmou PS electronic, s.r.o., je KINGBRIGHT. Nabízí je pod označením KPA-3010F3C pro LED a KPA-3010P3C pro fototranzistor.

Automatickou programovou kalibraci optické závory je možné vyřešit dvěma způsoby:

- Měřit přesněji než dvoupolohově otevření fototranzistoru
- Přizpůsobovat přesněji než dvoupolohově jas LED diody

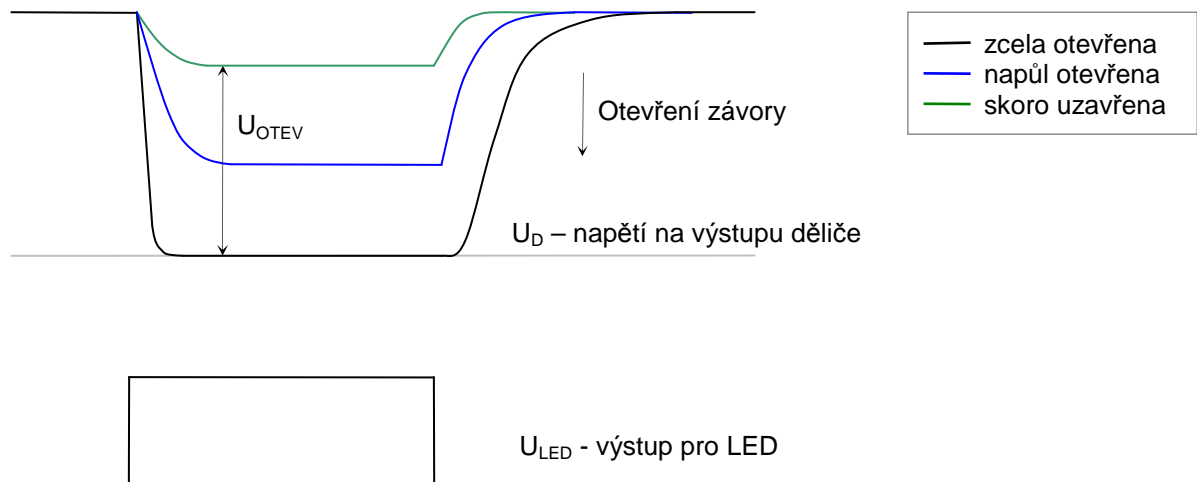
### 3.4.2 Měření otevření fototranzistoru



Obrázek 5  
Zapojení optické závory s A/D převodníkem

Měřit otevření fototranzistoru spočívá v určení jeho odporu. Pro číslicové měření analogových veličin je nutné použít analogově číslicový (A/D) převodník. A/D převodník obsažený v mikrokontroléru PIC 12F675 je A/D převodník s postupnou aproximací převádějící poměr měřeného a referenčního napětí na 10bitovou digitální informaci. Odpor fototranzistoru úměrný poloze ventilku je proto převeden děličem napětí R2-T1 na hodnotu napětí  $U_D$ , která je pak měřena A/D převodníkem. LED dioda D1 je napájena kvůli úspoře energie a pro možnost případného pozdějšího rozšíření z výstupu mikrokontroléru a svítí pouze po dobu měření. Při zcela otevřené závoře je fototranzistor plně otevřen a výstupní napětí děliče je téměř nulové. Postupným uzavíráním závory dopadá na fototranzistor méně světla, zavírá se, jeho odpor roste a s ním i výstupní napětí děliče  $U_D$ .

Měřicí algoritmus pracuje potom následovně. Program nastaví výstup pro LED  $U_{LED}$  do vysoké úrovně a po pauze asi 40  $\mu s$  nutné pro nabití parazitních kapacit a plného rozsvícení LED spustí A/D převod. Převodník je vybaven obvodem sample and hold, takže je zaručena neměnnost napětí během celé doby převodu. Po ukončení převodu  $U_{LED}$  nastaví zpět do nízké úrovně. Získaná hodnota  $U_{OTEV}$  je pak úměrná poloze ventilku. Nulová hodnota značí závoru zcela otevřenou, vyšší hodnota potom závoru více a více zavřenou.

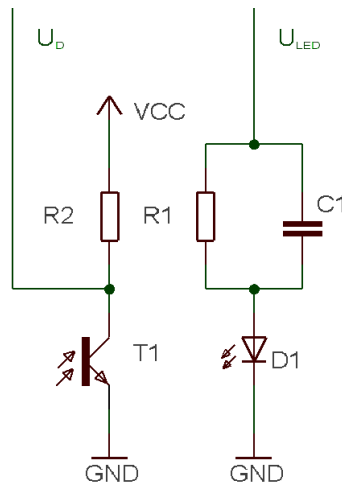


Obrázek 6  
Průběhy signálů optické závoru s A/D převodníkem

Při inicializaci systému předpokládáme, že obsluha oprávněná inicializaci provádět zajistí, aby všechny dávkovače byly v klidové poloze. Provede se výše popsané měření a získaná hodnota napětí se uloží jako kalibrační informace. Při provozu dávkovače se pak naměřená napětí porovnávají s kalibrační informací a jsou-li alespoň o 2 jednotky **vyšší** (kvůli vyloučení šumu), stav závoru se vyhodnotí jako *uzavřena*.



### 3.4.3 Přizpůsobování jasu LED diody



Obrázek 7  
Zapojení optické závory s dynamickým měřením

Pro dynamické přizpůsobování jasu LED je možné použít D/A převodník a měnit proud procházející LED diodou. Toto řešení však vyžaduje další integrovaný obvod, neboť žádný osmipinový mikrokontrolér jej vestavěný nenabízí. Z prostorových důvodů bylo proto toto řešení zamítnuto.

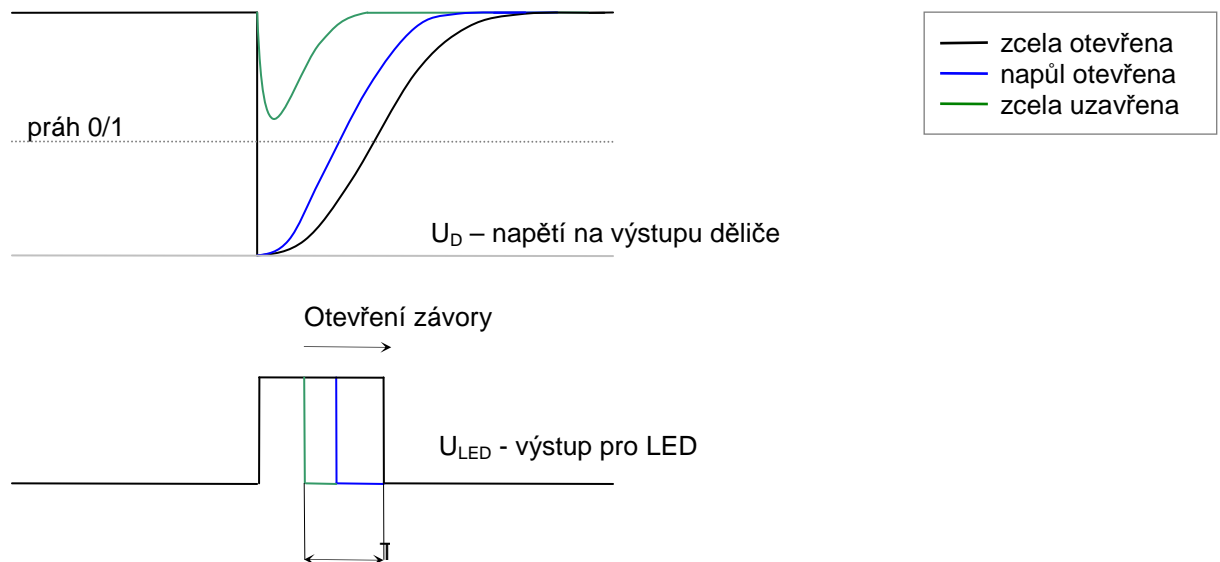
Další možností je měnit jas LED s časem a v příslušný okamžik odpovídající požadovanému jasu odečíst, zda je závora přerušena nebo ne. Možné elektronické řešení je znázorněno na obr. 7. Jeho funkce je snadno pochopitelná a využívá základních přechodových jevů. Program nastaví výstup pro LED  $U_{LED}$  do vysoké úrovně. Kondenzátor C1 se začne nabíjet a protékající proud postupně klesá z původního maxima omezeného jen výstupními obvody mikroprocesoru. Fototranzistor T1 spolu s rezistorem R2 tvoří dělič, jehož výstupní napětí  $U_D$  je úměrné jasu LED D1 (který je úměrný proudu D1) a poloze ventilku omezujícímu průchod světla mezi T1 a D1. Výstup děliče je přiveden na vstup GP2 mikrokontroléru, který je jako jediný vybaven Schmittovým klopným obvodem pro spolehlivé vyhodnocení pomalu se měnících logických úrovní. Rezistor R1 slouží pro vybití kondenzátoru C1 v době nízké úrovně. Jeho velikost určuje vybíjecí časovou konstantu

$$T_{VYB} = R1 \cdot C1$$

Pro rychlé vybití C1 a možnost provést v krátkém čase další měření je vhodné, aby byl R1 co nejmenší. Musí být však zároveň dostatečně velký na to, aby proud protékající LED po ustálení přechodového děje spolehlivě neotevřel fototranzistor T1.

Měřicí algoritmus pracuje potom následovně. Program nastaví  $U_{LED}$  do vysoké úrovně a po pauze asi 40  $\mu s$  nutné pro nabití parazitních kapacit a plného rozsvícení LED začne kontrolovat stav na výstupu děliče a měřit čas. Po dosažení vysoké úrovně měření zastaví a

$U_{LED}$  nastaví zpět do nízké úrovně. Získaný čas  $T_{OTEV}$  je pak úměrný poloze ventilku. Nulová hodnota značí závoru zcela zavřenou, vyšší hodnota potom závoru více a více otevřenou.



Obrázek 8  
Průběhy signálů optické závody s dynamickým měřením

Při inicializaci systému předpokládáme, že obsluha oprávněná inicializaci provádět zajistí, aby všechny dávkovače byly v klidové poloze. Provede se výše popsání měření a získaný čas se uloží jako kalibrační informace. Při provozu dávkovače se pak naměřené časy porovnávají s kalibrační informací a jsou-li alespoň o 2 jednotky **nižší** (kvůli vyloučení šumu), stav závory se vyhodnotí jako *uzavřena*.

#### 3.4.4 Volba řešení

Řešení s A/D převodníkem je lepší hned z několika důvodů

- mikrokontrolér 12F675 s vestavěným A/D převodníkem je oproti 12F629 bez A/D převodníku dražší jen o zanedbatelných 10% = asi 2 Kč (0,77\$ oproti 0,70\$)
- odpadá kondenzátor C1 = úspora nákladů na součástky a jejich montáž
- celé řešení s A/D převodníkem je spolehlivější a umožňuje kalibraci v širším rozsahu poloh ventilku

### 3.5 Snímání výměny láhve

Jak bylo ukázáno výše, láhev je na dávkovač nasazena dnem vzhůru. Při výměně lahve musí obsluha dávkovač vyjmout ze stojanu, otočit a teprve pak sejmout láhev. Pokud dávkovač nemá dostatečně dlouhý kabel (pro pohodlnou výměnu alespoň 1,5 metru), je nutné jej také odpojit od sběrnice.

Nejlepší by bylo snímat přímo fyzickou přítomnost láhve na dávkovači. Problémem je zde opět mechanická konstrukce, neboť láhev je v kontaktu s dávkovačem jen přes silnou těsnící gumu. Konstrukce mechanického snímače je vzhledem k mnoha rozdílným druhům používaných lahví (a s tím spojené rozdílné hloubky nasazení a vnějšího průměru hrdla) problematická. Případné optické reflexní snímání by buď muselo být umístěno ve složité mechanické nástavbě nad horní částí dávkovače, nebo - pokud by se nacházelo přímo v horní části - by se zde uplatnily zmíněné problémy s rozdílnými lahvemi. Všechna zde nabídnutá řešení navíc vyžadují složitou a tím i rozměrnou elektroniku.

Mnohem snazším řešením je využít skutečnosti, že výměna láhve vyžaduje odpojení dávkovače od sběrnice. Otázkou zůstává, zda obsluha odpojuje dávkovač i v jiných situacích. Pokud se jedná o údržbu (čištění dávkovačů...), zpravidla se tak děje mimo provozní dobu, celý systém tedy může být odstaven, a nedojde tak k chybné detekci výměn. Pokud i v jiných nyní nepředvídatelných situacích musí být dávkovač od sběrnice odpojen, zde se patří zdůraznit, že se jedná o opravdu výjimečné situace, správce systému snadno odhalí, že vydané množství z nesprávně detekovaných dříve vyměněných lahví odpovídá v součtu vlastně jedné láhvi a ve spolupráci s obsluhou se situace rychle vyjasní. Tento způsob detekce se tedy jeví jako dostačující.

## 4 SBĚRNICE

Dávkovače je nutné připojit pomocí sběrnice k centrálnímu počítači a umožnit tak bezproblémový přenos dat. Jak bylo uvedeno, přenos dat mezi dávkovači a počítačem musí být spolehlivý a dávkovače musí být možno ze systému pružně odebírat a přidávat zpět. Požadavky lze pak shrnout do několika následujících bodů.

### 4.1 Požadavky na sběrnici

- Možnost připojit alespoň 100 zařízení
- Přenos na vzdálenost alespoň 30 m
- Hardwarová náročnost v objemovém rozsahu (1x SO16 nebo 2x SO8)
- Dostupné a snadno montovatelné spojovací prvky kabeláže
- Možnost odpojení a opětovného připojení dávkovače ke sběrnici

Ze standardizovaných řešení dostupných na trhu připadaly v úvahu následující

**CAN** – do detailů promyšlená komunikace, dobrá hardwarová podpora, nikoli však v požadovaném objemovém rozsahu. Nejmenší mikrokontrolér přímo podporující CAN se vyrábí v pouzdře SO28 (Microchip) a vyžaduje navíc ještě další obvod pro úpravu úrovní.

**RS 485** – odolná diferenciální sběrnice, max. 32 zařízení, dobrá hardwarová podpora

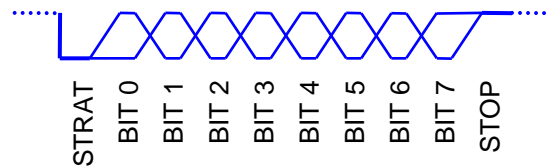
Ostatní – nepřipadají v úvahu, neboť běžně dostupné malé mikrokontroléry neobsahují podporu jiných než dvou výše uvedených sběrnic, případně se jedná o zástupce vyšších řad a s tím spojených větších rozměrů i ceny.

Jediná přijatelná možnost je tedy sběrnice RS 485.

### 4.2 Sběrnice RS 485

Jedná se o diferenciální dvou vodičovou sběrnici. Její vodiče jsou označeny A,B a mají navzájem rovnocenné postavení. Vysoká úroveň se bere jako napětí  $U_{AB} > U_{mez}$ , nízká úroveň jako  $U_{AB} < -U_{mez}$ . Uvažováním rozdílových, nikoli absolutních napětí je dosaženo odolnosti proti součtovým (aditivním) rušením. Uvažování obou polarit signálů, nikoli jen nuly a jedné polarity, poskytuje možnost detekce přerušené sběrnice.

Komunikace po sběrnici je sériová. Data se přenášejí po bytech, každý byte je zabalen do rámce (UART), jehož struktura je zobrazena na obr. 9.



Obrázek 9  
Standardní rámec sériové komunikace

#### 4.2.1 Připojení k PC

Shodné rámce používá i sběrnice RS 232, tedy běžný sériový (COM) port počítače. To s sebou nese výhodu v podobě vynikající podpory operačních systémů a obslužných knihoven pro množství programovacích jazyků. Sériovým portem navíc býval donedávna vybaven každý osobní počítač. Stačí tedy dovybavit sériový port jednoduchým převodníkem úrovní mezi RS 232 / RS 485 a můžeme z PC přímo komunikovat po RS 485.

V posledních několika letech se však sériové porty začínají z počítačů pozvolna vytrácet, a je proto třeba hledat náhradní řešení. Nejrozšířenějším portem je dnes zřejmě rozhraní USB, proto je třeba poskytnout uživateli možnost připojit systém i přes toto rozhraní. Na trhu našťastí existuje několik variant převodníků USB / RS 485. Všechny převodníky obsahují automatickou detekci směru přenášených dat a umožňují práci v širokém spektru rychlostí. Všechny se také po nainstalování příslušných ovladačů chovají jako virtuální sériový port, tj. lze využívat všech jeho zmíněných výhod a využít zcela shodný software jako v případě sériového portu. Nejjednodušší převodníky bez galvanického oddělení a rychlostí do 1 MBd vyjdou na ca 500 Kč, výkonnější s galvanickým oddělením a rychlostí do 3 MBd do 2000 Kč. Pro dávkovací systém jsem zvolil převodník české firmy ZPA EKOREG, který za 1750 Kč nabízí všechny výhody výkonnějších převodníků.

Nutno zde ještě podotknout, že v převodníku dochází z principu k jistému zpoždění přenášených dat. Při přenášení delších bloků dat toto nehraje až tak významnou úlohu. V případě, kdy se přenášejí krátké zprávy typu „dotaz“ následované opačně poslanou zprávou typu „odpověď“, se projeví toto zpoždění výrazněji a může být při vyšších komunikačních rychlostech dokonce delší než samotný přenos dat.

#### 4.2.2 Připojení k mikrokontroléru

Dobrá je i podpora výrobců mikrokontrolérů, kteří často integrují periferie UART pro sériovou komunikaci přímo do mikrokontroléru. Stačí tedy přidat obvod pro převod úrovní TTL /RS 485 (např. MAX485, SN75176, oba dostupné v pouzdře SO8). Výše zmíněná podpora se však u všech výrobců, pro něž jsou u nás rozšířené vývojové prostředky a distribuční síť (Microchip, Atmel, Motorola), týká větších mikrokontrolérů (SO16 a výš). Výjimku tvoří model ATtiny24 Automotive firmy Atmel, u nějž je však problém

s dostupností. Vzhledem k jednoduchosti komunikace lze tyto periferní obvody simulovat programově a použít libovolný mikrokontrolér v menším pouzdře. To je také řešení nakonec použité v dávkovačích. Pro převod úrovní je použit obvod SN75176.

#### 4.2.3 Rozšíření na vyšší počet zařízení

Standard sběrnice RS 485 dovoluje připojení pouze 32 zařízení. Toto omezení je dáno schopností budičů sběrnice budit maximálně 32 zátěží  $12\text{ k}\Omega$ , což je standardní vstupní impedance komunikačních obvodů. Pro rozšíření na vyšší počet zařízení na sběrnici existují dva způsoby

- Použít opakovací RS 485 / RS 485 a síť tak rozdělit na více samostatných částí po 32 zařízeních. Ceny oddělovačů se pohybují od 2000 Kč do 3000 Kč, ke všem je navíc potřeba napájecího zdroje s cenou ca 250 Kč.
- Použít komunikační obvody s větší vstupní impedancí (např. MAX487), umožnit tak přímé připojení více zařízení. Cena těchto obvodů je však vyšší –  $12\text{ k}\Omega$  obvod stojí 7,50 Kč,  $48\text{ k}\Omega$  obvod pro připojení 128 zařízení 90 Kč.

Vzhledem ke stejnému rozložení vývodů pouzder komunikačních obvodů je výhodné pro menší systémy (do 32 dávkovačů) osazovat levnější obvody. Pro rozsáhlejší systémy pak vždy záleží na konkrétní situaci. Zvážit je třeba zejména charakter restauračního provozu, zda je tam umístění opakováče vůbec vhodné. Také ceny jednotlivých komponent, ať už komunikačních obvodů, nebo oddělovačů se mohou v závislosti na odebraném množství a bohužel i rozmaru dodavatelů lišit.

Řešení s opakováčem vychází v současné době levněji, jak ukazuje následující tabulka

Počet dávkovačů	Řešení s opakováčem	Řešení s $48\text{ k}\Omega$ obvody
33	$33 \times 7,50 + 2250 = 2500\text{ Kč}$	$33 \times 90 = 2970\text{ Kč}$
64	$64 \times 7,50 + 2250 = 2750\text{ Kč}$	$64 \times 90 = 5760\text{ Kč}$

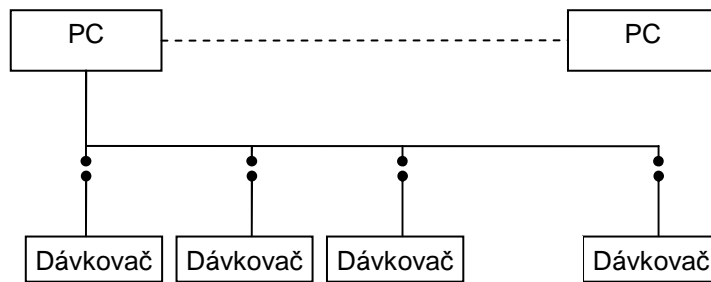
Tabulka 1  
Porovnání nákladů na rozšíření na více než 32 dávkovačů

#### 4.2.4 Fyzická vrstva

Ke každému dávkovači je nutné dovést celkem čtyři vodiče – A,B pro komunikaci a dva napájecí (VCC a GND). Jak již bylo uvedeno, sběrnice RS 485 je diferenciální, dvou vodičová. Rušení vlivem vnějších elektromagnetických polí lze úspěšně potlačit použitím kabeláže se dvěma kroucenými páry, jeden tento pár použít pro vodiče A, B a druhý pro dva napájecí vodiče. Tyto požadavky splňuje např. kabel prodáváný pod označením SYKFY 2x2x0,5. Po instalaci kabeláže požadujeme spolehlivost, sběrniceovou strukturu, tedy průchozí přípojné místa (obr. 10), nízkou cenu a snadnou instalaci, nejlépe krimpováním. Tyto požadavky

nejlépe (snad kromě nižší trvanlivosti) splňuje systém používaný pro rozvod telefonu, případně UTP počítačových sítí.

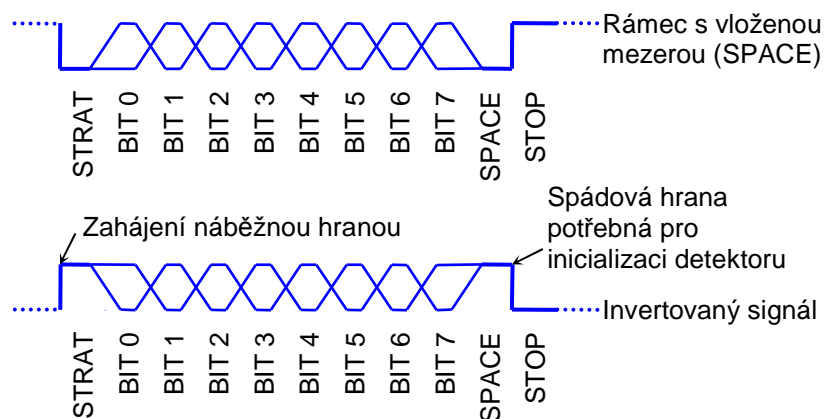
Vystačíme se čtyřpinovými konektory RJ11 a odpovídajícími zásuvkami, které jsou konstruované jako průchozí. Nižší spolehlivost konektorů RJ11 vyvažuje jejich velmi snadná výměna.



Obrázek 10  
Schéma dávkovacího systému

#### 4.2.5 RS 485 v dávkovacím systému

Použitý mikrokontrolér umožňuje pouze detekci náběžné hrany, navíc jen v případě, že před ní detekuje hranu spádovou. Je proto nutné signál před vstupem do mikrokontroléru invertovat záměnou vodičů A a B, aby start bit začínal náběžnou hranou. Zpětná inverze přijatých dat se zajistí programově na straně mikrokontroléru. Standard sběrnice RS 485 umožňuje vložit mezi sedmý a stop bit ještě paritní bit, čímž se zároveň zvětší délka rámce. Paritní bit může nabývat hodnoty sudé nebo liché parity, případně natvrdo  $0$  nebo  $1$ . Výhodné je využít natvrdo vysílané  $0$  označované jako *space*, která nám zajistí hranu opačnou ke startovací vždy před koncem rámce, a tím správnou funkci detektoru hran.



Obrázek 11  
Rámec sériové komunikace používaný v dávkovacím systému

Převodník USB / RS 485 umožňuje využít celé spektrum komunikačních rychlostí – od 300 Bd až po 3 MBd. Nejvyšší rychlost je v našem případě omezena vlastnostmi vedení a schopnostmi použitého mikrokontroléru obsluhovat komunikaci za situace, kdy je celá komunikace řízena softwarově. Při taktovací frekvenci 4 MHz, čemuž odpovídá doba vykonání jedné instrukce 1  $\mu$ s, dostaneme na přijetí jednoho bitu při rychlosti 38400 Bd právě 26,04 instrukce. Tabulka ukazuje časy příchodů jednotlivých hran a středy jednotlivých bitů, ve kterých považujeme data na sběrnici za platná.

St	1	2	3	4	5	6	7	8	Spc	Sp	End
půl	půl	půl	půl	půl	půl	půl	půl	půl	půl	půl	půl
0	26	52	78	104	130	156	182	208	234	260	286
13	39	65	91	117	143	169	195	221	247	273	

Tabulka 2  
Časování sériové komunikace

### 4.3 Protokol sběrnice RS 485

Pro přenos dat po sběrnici RS 485 je používáno velké množství různých protokolů linkové vrstvy, od jednodušších vhodných pro nízkourovňové propojení snímačů řídicích systémů, až po složité (Profibus...) umožňující relativně rychlé propojení nejvyšších úrovní řídicích systémů s požadavky na rychlost přenosu a směřování bloků dat.

Pro dávkovací systém jsou však i nejjednodušší systémy příliš složité. Je to pochopitelné, neboť byly vyvíjeny jako univerzální řešení pro mnoho více či méně odlišných systémů. Požadavek univerzality s sebou ve většině případů technické praxe nese vyšší složitost výsledného řešení.

Pokud bych použil jedno ze standardizovaných řešení, obnášelo by to zpracovávat relativně složité rámce pro přenos dat, ačkoli by z poskytnutých univerzálních řešení a možností byla využita jen malá část. Nedodržení některých sice nepoužívaných požadavků by zas znamenalo ztrátu kompatibility s jinými zařízeními podporujícími tento protokol a vlastně tak stejnou situaci jako použití zcela vlastního protokolu.

Prostorové možnosti a s tím spojená nutnost použít méně výkonné komponenty, které by nedokázaly složité protokoly dostatečně rychle zpracovat, případně by byla implementace s touto omezenou hardwarovou základnou velmi náročná, hovoří v neprospěch standardizovaného řešení. Je také velmi nepravděpodobné, že by někdy byly dávkovače zapojeny do rozsáhlejšího systému spolu s jinými zařízeními zvoleného univerzálního standardu.



Z výše uvedených důvodů jsem zvolil pro dávkovací systém vlastní protokol, který s ohledem na to, že je navržen na míru hardwaru dávkovače a charakteru přenášených dat, dosáhne větší rychlosti a jednoduchosti zpracování i přenosu dat.

#### 4.3.1 Požadavky na protokol

- Více než jednobytová adresa dávkovače
- Zabezpečení přenášených rámců kontrolním součtem
- Spolehlivou registraci každého vydaného nápoje i v případě ztráty některých rámců
- Přenos informace o době dávkování a kalibraci dávkovače
- Pravidelnou kontrolu, zda je dávkovač připojen do systému
- Autodetekci nově přidaných dávkovačů

#### 4.3.2 Udržování spojení

Vzhledem k požadavku na kontrolu připojení dávkovačů do systému je nutné, aby se dávkovače pravidelně hlásily PC. Lze toho dosáhnout několika způsoby.

Lze cyklicky posílat z PC dotazy na jednotlivé dávkovače a v případě neobdržení odpovědi vyhodnotit dávkovač jako odpojený. Toto řešení je jednoduché na implementaci, spolehlivé, jednoznačně lze vyhodnotit reakce jednotlivých dávkovačů, zbytečně však zatěžuje sběrnici dotazovacími zprávami.

Druhý způsob je následující. PC pouze zahájí komunikaci dotázaním prvního dávkovače. Ostatní dávkovače mají nastavenou kromě své adresy také adresu předchůdce a pokud zachytí na sběrnici jeho zprávu, je to pro ně pokyn odvíšlat následně informaci o svém stavu. PC celou komunikaci pouze odposlouchává a pouze v případě zastavení komunikace vyhodnotí PC dávkovač, který byl právě na řadě, jako odpojený a rozpohybuje další komunikaci posláním dotazu na dávkovač, který je dále na řadě. Výhodou tohoto řešení je rychlost přenosu dat, neboť odpadají dotazovací zprávy a zpoždění v převodníku USB / RS 485 při změně směru komunikace. Nevýhodou je nutnost při jakékoli změně konfigurace systému naučit dávkovače jejich předchůdce, složitější vyhodnocení zpráv od dávkovačů v PC a s tím spojená možnost výskytu více druhů chyb. Nevýhodou je i menší kontrola nad dávkovači, neboť po odeslání startovacího signálu nemá PC téměř šanci komunikaci zastavit.

S ohledem na spolehlivost a robustnost celého řešení a také s ohledem na to, že rychlost přenosu není v této aplikaci až tak důležitá, byla zvolena první možnost.

Celý systém je tedy postaven na architektuře master-slave. Roli master zde zastává PC, role slave pak jednotlivé dávkovače.

### 4.3.3 Struktura rámce zpráv

Adresa H	Adresa L	Příkaz	Parametr	CRC
----------	----------	--------	----------	-----

Obrázek 12  
Rámec zpráv přenášených po sběrnici

Po sběrnici se posílají výhradně pětibytové rámce se strukturou uvedenou na obr. 12.

Dávkovače mají přiřazeny adresy 1...65535, adresa 0 je vyhrazena pro PC. Vyšší byte adresy se vysílá jako první, nižší jako druhý.

Následuje příkaz, který specifikuje požadovanou činnost adresovaného dávkovače. Používané jsou následující příkazy

Příkaz	Význam	Význam hodnoty	Jednotka	Maximum	
<b>Vysílané zprávy</b>					
128	10000000	Výzva k poslání stavu čítače	X	X	x
144	10010000	Výzva k poslání kalibrační informace	X	X	x
<b>Přijímané zprávy</b>					
65	01000001	OK	čítač výdejů	počet	255
69	01000101	Začátek výdeje	čítač výdejů	počet	255
70	01000110	Výdej probíhá	Doba dávkování	0,262 s	66,847 s
66	01000010	Konec výdeje	Doba dávkování	0,262 s	66,847 s
80	01010000	Informace o kalibraci	kalibrační byte	19,5 mV	5 V

Tabulka 3  
Příkazy komunikace dávkovacího systému

Význam příkazu lze odvodit z jednotlivých bitů podle následující tabulky.

Bit	Význam "1"
0	Hodnota je čítač výdejů
1	Hodnota je doba dávkování
2	Dávkovač vydává
3	X
4	Přenos kalibrace
5	X
6	Vysílá dávkovač – odpověď
7	Vysílá PC – výzva

Tabulka 4  
Příkazy komunikace dávkovacího systému

Adresa, kterou je rámec uvozen, se řídí následujícími pravidly v závislosti na příkazu:

- Nastaven bit 7 - vysílá PC, vysílá se adresa dávkovače, kterému je zpráva určena. Zpráva má charakter výzvy k nějaké akci (zpravidla k odpovědi...)
- Nastaven bit 6 - vysílá dávkovač, vysílá svou adresu. Zpráva je stavovou informací zařízení, jehož adresa je vysílána a je určena pro master zařízení.

Čtvrtý byte nese případný parametr příkazu, jeho význam je popsán v tabulce příkazů.

Každý rámec je zakončen osmibitovým kontrolním součtem vypočítaným pomocí algoritmu CRC (cyclic redundancy check code). Potřebná délka součtu  $n_k$  je pro délku přenášených dat  $n_i = 32$  bit sice pro spolehlivou detekci chyby přenosu jen

$$2^{n_k} \geq n_i + n_k + 1$$

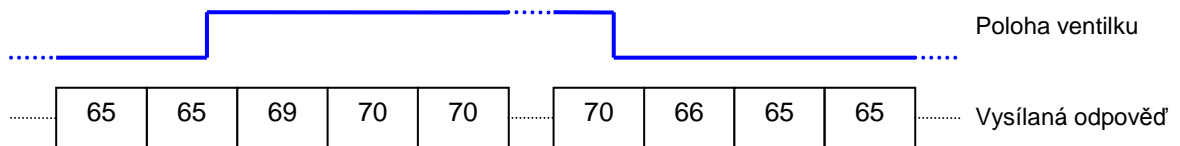
$$2^{n_k} \geq 32 + n_k + 1 \Rightarrow n_k = 6$$

CRC polynom byl zvolen s délkou 8, neboť pro jeho přenos se stejně spotřebuje celý byte (rámec) RS 485. Hodnota CRC polynomu

$$K_{\text{CRC}} = 0x91h$$

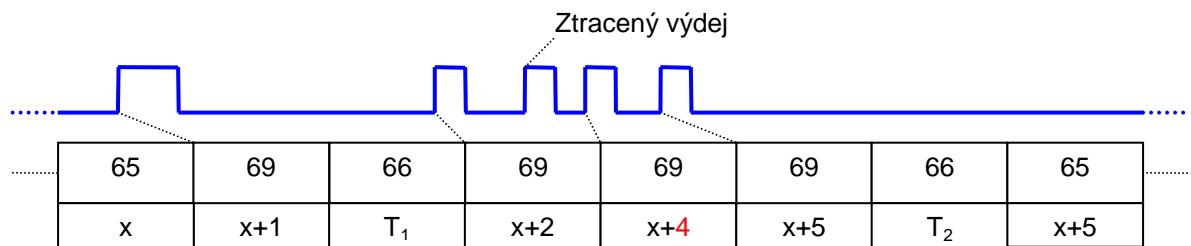
byla vybrána z tabulky polynomů splňujících podmínky pro výpočet CRC.

#### 4.3.4 Přenos dat



Obrázek 13  
Typická odezva dávkovače na výdej nápoje

V klidovém stavu odpovídá dávkovač příkazem 65 a vysílá hodnotu průběžného čítače výdeje. Při zahájení výdeje nápoje (ventilek se posune vzhůru), inkrementuje průběžný čítač výdeje a odpovídá příkazem 69. Dále během výdeje posílá příkaz 70, který má jako parametr dobu, která již uplynula od jeho začátku výdeje. Případné přetečení doby výdeje přes maximální hodnotu 67s musí být ošetřeno na straně PC s využitím času přijetí jednotlivých zpráv. Po ukončení výdeje odpoví jednou příkazem 66 a parametrem, který určuje celkovou dobu výdeje. To nám zajistí získání doby skutečné doby výdeje až do konce, nikoli jen do doby posledního dotazu.



Obrázek 14  
Odezva dávkovače na výdej nápoje v speciálních situacích

V případě velmi dlouhé periody dotazování v kombinaci s rychlým dávkováním (malý dávkovač...) je průběh znázorněn na obr. 14. Zaručeno je odeslání příkazu 69 i 66, i když výdej dávno skončil.

Problém může nastat při častějším opakování dávkování, než je doba dvou dotazovacích cyklů. V takovém případě mají vždy přednost novější údaje, a nemusí tak být odeslán třeba ani jeden z příkazů 69,66. Výdej se pak detekuje pouze jako nárůst hodnoty průběžného čítače ne o jednu, ale o dvě (nebo víc) jednotky. Nutno zde podotknout, že k situacím uvedeným na obr. 14 dochází v praxi jen zřídka.

#### 4.3.5 Autodetekce dávkovačů

Autodetekce odpojených dávkovačů je ošetřena výše popsanou dotazovací metodou. Detekci nových dávkovačů je možné řešit několika způsoby.

Může zvolit rozsah adres, ve kterém leží předpokládané (nebo známé) adresy nových dávkovačů. PC pak vyšle dotazy na všechny dávkovače s adresami ze zvoleného rozsahu a očekává odpovědi. Dávkovače, od nichž dostane odpověď a které ještě nemá registrované, jsou nově přidané dávkovače. Nevýhodou je nízká rychlost, neboť se musíme dotázat všech dávkovačů ze zvoleného rozsahu (teoreticky až 65535 dotazů). Zpravidla jsou adresy uvedeny na dávkovači a sada nových dávkovačů má blízké adresy, takže se vejde do jednotek, maximálně desítek sekund.

Jiná možnost je vyslat globální výzvu „hlaste se všichni“ a očekávat odpovědi. Zde je však nutné řešit kolizi několika současně vysílajících zařízení na sběrnici. Nejelegantněji řeší tuto situaci asi sběrnice CAN, kde každé zařízení při vysílání sleduje, zda se jím vysílaná data na sběrnici skutečně objevují. Pokud ne, vysílání ukončí a čeká na volnou sběrnici. Toto řešení předpokládá dominanci<sup>1</sup> jedné logické úrovně, aby nedocházelo k elektrickým – zkratovým kolizím.

<sup>1</sup> Zařízení vysílající např. „0“ vždycky přetáhne libovolný počet zařízení vysílajících současně „1“ (realizace např. otevřený kolektor)

Jiným řešením, používaným např. u Ethernetu, je náhodná volba zpoždění, po kterém začne zařízení po dotazu vysílat. Začnou-li i přes náhodnost výběru vysílat dvě zařízení současně, je nutné detekovat kolizi a vysílání opakovat s novou volbou náhodných intervalů. Opět je třeba zabezpečit dominanci jedné úrovně, aby nedocházelo ke zkratovým kolizím.

Běžně dostupné obvody pro převod úrovně TTL / RS 485 však požadavek dominance nesplňují, takže jedinou možností zůstává dotazovací metoda.

## 5 ZPRACOVÁNÍ DAT V PC

### 5.1 Vzdálený přístup

Jak bylo uvedeno v kapitole 2, systém by měl mít webové rozhraní a umožnit tak správci systému spravovat systém z libovolného počítače vybaveného webovým prohlížečem. Pro generování dynamických webových stránek se v současné době nejvíce používají následující technologie.

- **PHP**

PHP (Hypertext Preprocessor) je v současnosti nejoblíbenější skriptovací jazyk pro generování dynamických stránek. V menších projektech je pak pro svou jednoduchost a ohromné množství dostupných open-source řešení zcela dominantní. Vzhledem k tomu, že jeho vývoj nemá za zády silnou autoritu, je syntaxe, zejména pojmenování vestavěných funkcí, poněkud chaotická. Od verze 5 jazyk výrazně rozšiřuje podporu objektového programování, k úplné podpoře má však stále daleko. Pro efektivní vývoj aplikací je nezbytně nutné vytvořit si knihovny pro základní rutinní operace – autorizace uživatelů, výpis tabulek z databáze, rozvržení stránek... – a na nich pak aplikaci stavět. To však vývoj aplikace zpočátku značně zpomaluje – napsání kvalitních knihoven není práce na hodinu a orientace ve zmíněném obrovském množství open-source kódů a určení jeho kvalit a možností také zabere dost času.

- **ASP.NET**

ASP.NET je ucelený balík pro generování dynamických webových aplikací od Microsoftu. Je také poměrně dost rozšířen, jeho nevýhodou je však obava z ceny, pro níž se v menších nekomerčních projektech vyskytuje jen zřídka. ASP.NET je součástí uceleného balíku .NET Framework a pro generování stránek lze využít všech jazyků .NET a všech výhod pokročilého objektového programování. Na rozdíl od PHP je kód předkompilovaný a jeho provedení je tak rychlejší. Pro drtivou většinu rutinních operací (odeslání formulářů, autorizace uživatelů, výpis tabulek z databáze, rozvržení stránek...) existují objekty a nástroje, takže je třeba napsat jen minimum kódu, což vývoj aplikace urychlí a sníží riziko chyb.

- **JSP a Java Servlets**

JSP (Java Server Pages) je alternativou k ASP.NET od firmy Sun Microsystems. Kód na straně serveru může být plně objektový a je napsán v jazyce Java. Přestože obsahuje výhody obou výše uvedených systémů, není příliš rozšířen a není podporován ani většinou hostingových společností.

Pro tvorbu dynamicky generovaných webových stránek systému registračních dávkovačů jsem použil technologii ASP.NET od Microsoftu. Je výkonná, spolehlivá, dostačující webový server IIS je přímou součástí vyšších verzí operačního systému Windows a

potřebné běhové prostředí .NET Framework je zdarma. Nasazení u uživatele tedy s sebou nenese žádné další náklady.

## 5.2 Sběr dat z dávkovačů

Žádná webová aplikace z principu (zejména kvůli zabezpečení) nemůže přistupovat k hardwaru počítače. Pro vlastní obsluhu dávkovacího systému je tedy nutné mít na počítači, ke kterému jsou dávkovače připojené, spuštěnou klasickou desktopovou aplikaci. Obě aplikace – desktopová a webová pak musí být vzájemně propojené.

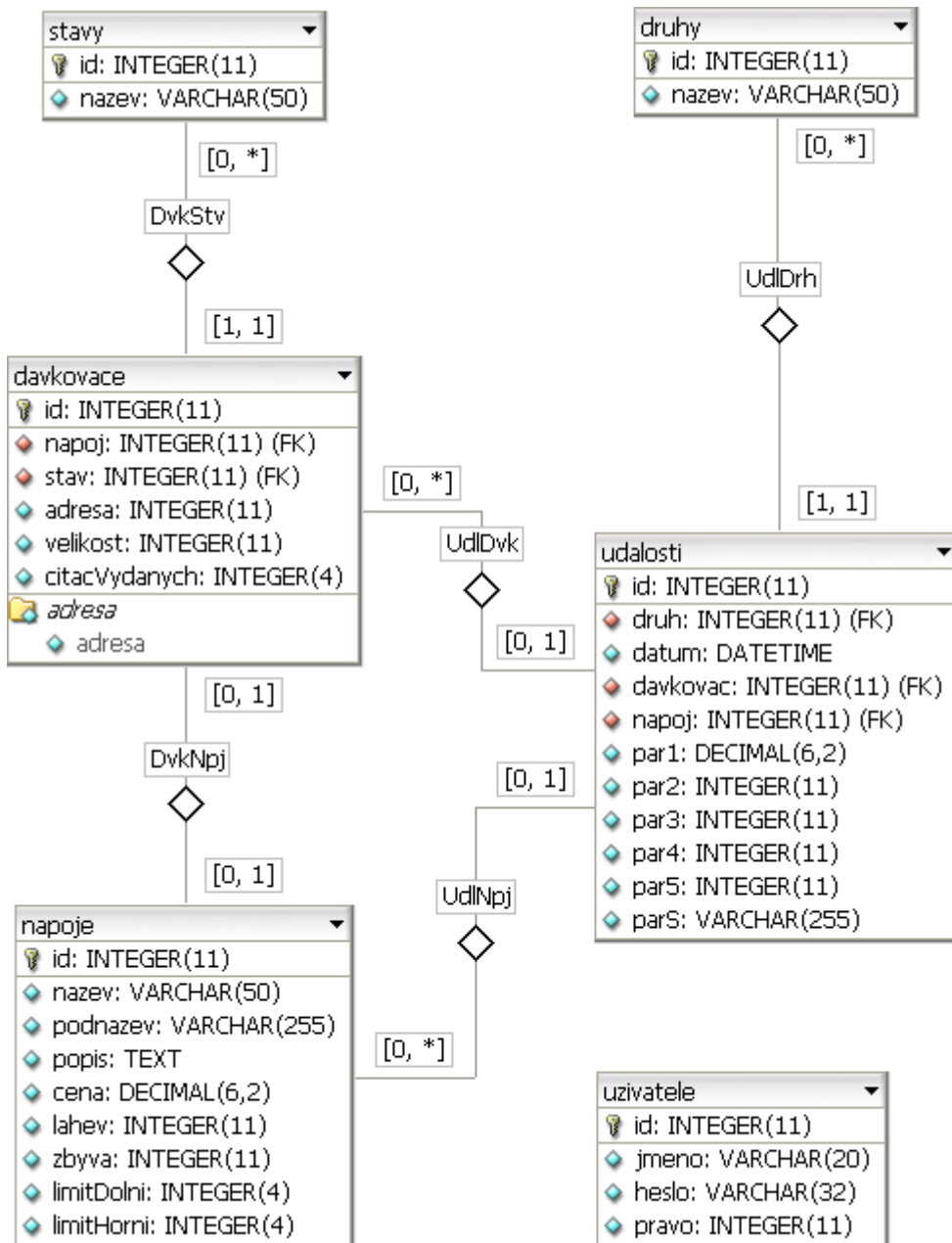
Ve tvorbě desktopových aplikací dominují řadu let dva giganty - .NET od Microsoftu a Java od Sun Microsystems. Oba nabízejí srovnatelné možnosti a volba konkrétního balíku je víceméně individuální. Vzhledem k založení webové aplikace na technologii Microsoftu, zvolil jsem i pro desktopovou aplikaci technologii .NET. Nutno zde podotknout, že omezení jejího použití na operační systém Windows není v našem případě omezující, protože práce s jiným operačním systémem by obsluhu činila potíže a obecně by byla zákazníky špatně přijímána.

Pro ukládání dat se obecně již řadu let s výhodou používají relační databáze. Výhodné je jejich použití i v našem případě. Desktopová aplikace sbírající data z dávkovačů si z databáze stáhne seznam dávkovačů, jejich přiřazení jednotlivým nápojům a zpět průběžně ukládá předzpracovaná data přijatá od dávkovačů. Webová aplikace slouží k administraci dávkovačů a nápojů a k prohlížení dat přijatých od dávkovačů - statistik výdejů, chyb a neočekávaných událostí v systému. Jako pojítka mezi aplikacemi vystačíme pouze se společným úložištěm dat – relační databází.

Z několika používaných významných relačních databází (MS SQL, PostgreSQL, MySQL, Oracle) jsem zvolil databázi MySQL. Její výhodou je snadná instalace, dostačující výkon a od verze 5 i podpora většiny pokročilejších databázových funkcí.

## 5.3 Databáze

Každá relační databáze se skládá z tabulek a vazeb (relací) mezi nimi. Schéma databáze pro dávkovací systém je ukázáno na obr. 15.



Obrázek 15  
Schéma databáze dávkovacího systému

Databáze obsahuje celkem šest tabulek, z nichž tři jsou klíčové pro chod celé aplikace, dvě slouží jen pro překlad čísel na slovní pojmenování a jedna pro správu uživatelů aplikace. Význam jednotlivých databázových tabulek nejlépe vysvětlí celkový přehled v tabulce. Význam parametrů každé tabulky je zřejmý z jejich pojmenování.

Tabulka	Význam
davkovace	Záznamy v tabulce reprezentují jednotlivé fyzické dávkovače
stavy	Obsahuje textové pojmenování jednotlivých stavů, ve kterých se dávkovač může nacházet



napoje	Záznamy v tabulce reprezentují prodávané nápoje, vazba na tabulku dávkovače pak přiřazuje nápoj dávkovači, kterým je prodáván
udalosti	Obsahuje záznamy o všech důležitých událostech v systému
druhy	Obsahuje textové pojmenování jednotlivých druhů vyskytujících se událostí. Jejich přehled spolu s významem parametrů je uveden v Tabulce 6.
uzivatele	Obsahuje přístupová jména a hesla uživatelů pro správu a nastavování systému

Tabulka 5  
Databázové tabulky s komentářem

Id	Význam události	Dávkovač	par1	par2	par3	par4	par5	parS
10	Úspěšný výdej	ano	cena	zbývá	velikost			
11	Neúplný výdej	ano	cena	zbývá	velikost			
12	Výdej z prázdné láhve	ano	cena	zbývá	velikost			
13	Nahromaděný výdej	ano	počet					
14	Pokus o výdej více než 128 nápojů	ano	počet	čítač				
15	Výdej bez příznaku výdeje	ano	počet	čítač				
20	Překročení doby výdeje	ano	doba					
21	Konec překročení doby výdeje	ano	doba					
22	Konec výdeje	ano	doba					
30	Výměna neprázdné láhve	ano	láhev	zbývá	velikost			
31	Výměna láhve se zbytkem	ano	láhev	zbývá	velikost			
32	Výměna prázdné láhve	ano	láhev	zbývá	velikost			
100	Odpojení	ano						
101	Připojení zpět	ano						
105	Závada sběrnice	ne						
106	Sběrnice zpět OK	ne						
110	Odpověď mimo pořadí	ano						
111	Odpověď neznámého dávkovače	ne	adresa					
112	Nalezen nový dávkovač	ne	adresa					
200	Program spuštěn	ne						
201	Program ukončen	ne						
210	Komunikace zahájena	ne						
211	Komunikace ukončena	ne						
212	Komunikace selhala	ne						

Tabulka 6  
Události v dávkovacím systému s popisem parametrů

Pro chod systému a jeho nastavování slouží tabulky *davkovace* a *napoje*, kde se nastavují parametry dávkovačů (adresa, velikost) a prodávaných nápojů (název, cena, velikost láhve) a kam se ukládají provozní informace (stav čítače výdejů, obsah nápoje v načaté láhvi).

Pro sledování událostí (viz Tabulka 6) slouží tabulka *udalosti*. Pro snadnější zpracování a oddělení jednotlivých charakterů událostí od sebe je v databázi vytvořeno několik pohledů, procedur a funkcí, které uživatelské aplikaci usnadňují získání požadovaných souhrnných informací, statistik a přehledů.

## 6 REALIZACE

### 6.1 Fyzická realizace

Základ fyzické realizace registračního dávkovače tvoří mechanický neregistrační dávkovač, který má v polovině horní části odstraněné zpevňující přepážky, vyvrtanou díru na komunikační kabel a vyměněný zavzdušňovací ventil a s tím spojenou úpravu vodícího válce (obrázek 4). Do vytvořeného prostoru je vložena deska plošných spojů (obrázek A.1) osazená součástkami uvedenými v tabulce 7 podle rozmístění na obrázku A.2, které odpovídá schématu na obrázku A.3. K desce je dále připájen a zafixován tavnou plastickou hmotou komunikační šestižilový kabel (3x2x0,5).

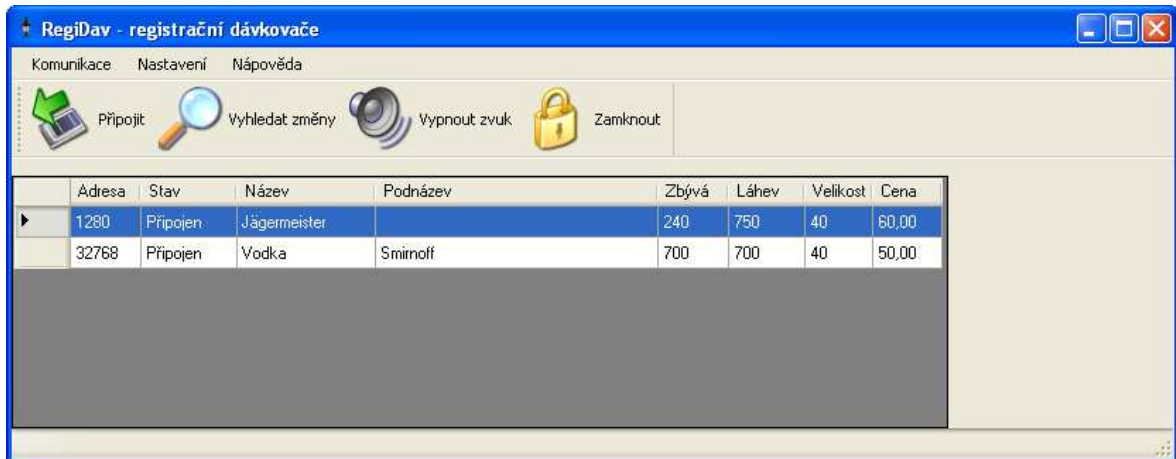
Součástka	Typ	Pouzdro	Cena
IC1	PIC12F675	SO8	29,00
IC2	SN75176	SO8	7,50
T1	KPA3010P3CA	2000PCS / REEL.	3,50
D1	KPA3010F3CA	2000PCS / REEL.	3,50
R1	510R	M1206	0,50
R2	2k2	M1206	0,50
C1	220n	M1206	1,50
			<b>46 Kč</b>

Tabulka 7  
Přehled použitých součástek

Použití šestižilového kabelu je voleno záměrně kvůli možnosti programovat mikrokontrolér přímo v zařízení a umožnit tím aktualizaci jeho firmwaru. Změna programu programem (self-programming) není použitým mikrokontrolérem podporována a je tedy nutné použít klasické in-circuit programming zapojení, které vyžaduje pětivodičové spojení s externím programátorem. Při použití jednoduché pasivní redukce mezi programátor a dávkovač lze dosáhnout poměrně komfortní aktualizace firmwaru, kdy se dávkovač pouze odpojí od sběrnice a nacvakne na programátor s redukcí.

### 6.2 Aplikace pro sběr dat

Jak již bylo uvedeno, aplikace pro sběr dat je postavena na .NET Frameworku od firmy Microsoft a kompletně je napsána v jazyce C#. Popis obsluhy a jednotlivých funkcí programu je uveden v dokumentu regidav.html na přiloženém CD a lze jej také zobrazit stiskem klávesy F1 po spuštění programu.



Obrázek 16  
Hlavní okno programu pro sběr dat z dávkovačů

### 6.3 Webové rozhraní

Webové rozhraní je postaveno na technologii ASP.NET firmy Microsoft a napsáno je rovněž v jazyce C#. K aplikaci mohou uživatelé z bezpečnostních důvodů přistupovat pouze po přihlášení v úvodním formuláři.

Odhlásit

## RegiWeb

Správa systému > Přehledy > O systému

Souhrny dle nápojů

Souhrny dle času

červenec 2007

červenec 20								červenec 2007							
po	út	st	čt	Výdeje detailně				st	čt	pá	so	ne			
25	26	27	28	29	30	1	25	26	27	28	29	30	1		
2	3	4	5	6	7	8	2	3	4	5	6	7	8		
9	10	11	12	13	14	15	9	10	11	12	13	14	15		
16	17	18	19	20	21	22	16	17	18	19	20	21	22		
23	24	25	26	27	28	29	23	24	25	26	27	28	29		
30	31	1	2	3	4	5	30	31	1	2	3	4	5		

Zobrazuj výdeje vpořádku

Čas	Název	Adresa	Událost	Překročení doby
3.7.2007 11:52:22			Program spuštěn	
3.7.2007 11:52:22			Komunikace zahájena	
3.7.2007 12:55:13	Bozkov (drive rum)	32768	Úspěšný výdej	
3.7.2007 12:55:21	Tequila	1280	Úspěšný výdej	
3.7.2007 12:58:51			Závada sběrnice	
3.7.2007 12:59:04			Sběrnice zpět OK	
3.7.2007 21:26:53	Bozkov (drive rum)	32768	Úspěšný výdej	00:00:01
3.7.2007 21:26:57	Tequila	1280	Úspěšný výdej	00:00:02
3.7.2007 22:12:37	Tequila	1280	Úspěšný výdej	
3.7.2007 22:12:39	Tequila	1280	Úspěšný výdej	
3.7.2007 22:23:52			Program ukončen	

Obrázek 17  
Hlavní okno webového rozhraní s detailním výpisem komunikace

Webové rozhraní umožňuje správci systému v menu *Správa systému* nastavovat parametry dávkovačů a nápojů, mazat je a přidávat nové. Přidání nových dávkovačů je omezeno pouze na kusy nalezené automatickou detekcí v programu pro sběr dat. Tím se zamezí problémům při nastavování adres a vytváření neexistujících dávkovačů.

V menu *Přehledy* si může správce systému prohlédnout statistiky prodeje, jak je ukázáno na obrázcích 17 až 19. K dispozici jsou přehledy dle nápojů, data a denní doby. Stránka *Výdeje detailně* pak nabízí kompletní výpis všech událostí a je důležitá zejména pro odhalování nestandardních a podvodných situací. Pro každý přehled je možné přehledně pomocí dvou klikacích kalendářů vybrat období, z něhož se statistiky tvoří.

Na základě specifických požadavků konkrétního zákazníka lze systém snadno rozšířit o další statistiky, např. prodeje dle času pro jednotlivé nápoje.

<u>Nápoj</u>	<u>Počet</u>	<u>Celková cena</u>
Tequila	5	340,00
Bozkov (drive rum)	2	60,00
Becherovka	6	270,00
Fernet Stock	5	225,00
Vodka Finlandia	6	300,00
Vodka Smirnoff	4	200,00
Havana	3	180,00
Vaječný likér	1	25,00
Jägermeister	3	180,00
Johnnie Walker	5	325,00
<b>Celkem</b>	<b>40</b>	<b>2105,00</b>

Obrázek 18  
Přehled prodeje podle nápojů

<u>Hodina</u>	<u>Počet</u>	<u>Cena</u>
18	11	645,00
19	6	330,00
20	10	450,00
21	8	425,00
22	3	165,00
23	2	90,00
<b>Celkem</b>	<b>40</b>	<b>2105,00</b>

Obrázek 19  
Přehled prodeje podle denní doby

## 7 ZÁVĚR

Úkolem bakalářské práce bylo rozvinout myšlenku elektronického registračního dávkovače, formulovat požadavky a navrhnout technické řešení. V práci je u dílčích problémů zhodnoceno vždy několik variant řešení a zvolená nevhodnější varianta je rozpracována podrobně.

Výsledný systém se skládá z upravených neregistračních dávkovačů dovybavených jednoduchou elektronikou pro registraci výdeje nápojů pomocí snímání polohy zavzdušňovacího ventilku. Systém je propojen sběrnici RS 485 s počítačem PC, kde jsou informace shromažďovány do relační databáze. Pro správu systému a prohlížení statistik prodejů systém disponuje webovým administračním rozhraním.

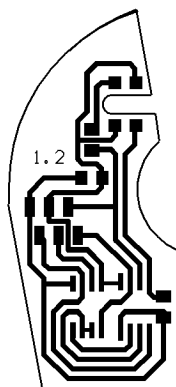
Navržený systém obsahuje firmware pro mikrokontrolér v dávkovači, aplikaci pro sběr dat a komunikaci po sběrnici a program pro generování stránek pro webové rozhraní.

Systém je funkční a v současném stavu může být nasazen do provozu. Další vylepšení se budou týkat zejména kvality uživatelského rozhraní a rozšiřování jeho funkčnosti směrem k pohodlnější a snadnější obsluze.

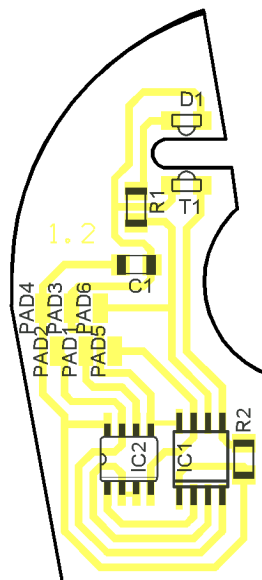
## LITERATURA

- [1] Sharp J.: *Microsoft Visual C# 2005 krok za krokem*.  
Computer Press, 2006. ISBN 80-251-1156-3.
- [2] Kocourek P., Novák J.: *Přenos informace*.  
Nakladatelství ČVUT, 2006. ISBN 80-01-02892-5.
- [3] *Kingbright Electronic Europe*.  
URL: [http://www.kingbright-europe.de/index\\_en.htm](http://www.kingbright-europe.de/index_en.htm)
- [4] *Barcon*. Katalog výrobků.  
URL: <http://www.barcon.cz/>
- [5] *USB/485 Komunikační adaptér*.  
URL: <http://www.zpaul.cz/data/pj34/moduly/usb485.pdf>
- [6] *HW server představuje - RS-232*.  
URL: <http://rs232.hw.cz/>
- [7] *Microchip PIC 12F629/675 Data Sheet*.  
URL: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41190E.pdf>
- [8] *GME Česko*. Katalog součástek.  
URL: <http://www.gme.cz/>
- [9] *GES-ELECTRONICS*. Katalog součástek.  
URL: <http://www.ges.cz/>
- [10] *PS electronic*. Katalog součástek.  
URL: <http://www.pselectronic.cz/>
- [11] *Microsoft Developer Network*.  
URL: <http://msdn2.microsoft.com/en-us/default.aspx>
- [12] *MySQL 5.0 Reference Manual*.  
URL: <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.0/en/index.html>
- [13] Horák M.: *WEBGRAPHS*. Diplomová práce, Univerzita Palackého, Olomouc, 2007.  
URL: <http://webgraphs.clovickek.net/data/soubory/horakm.pdf>

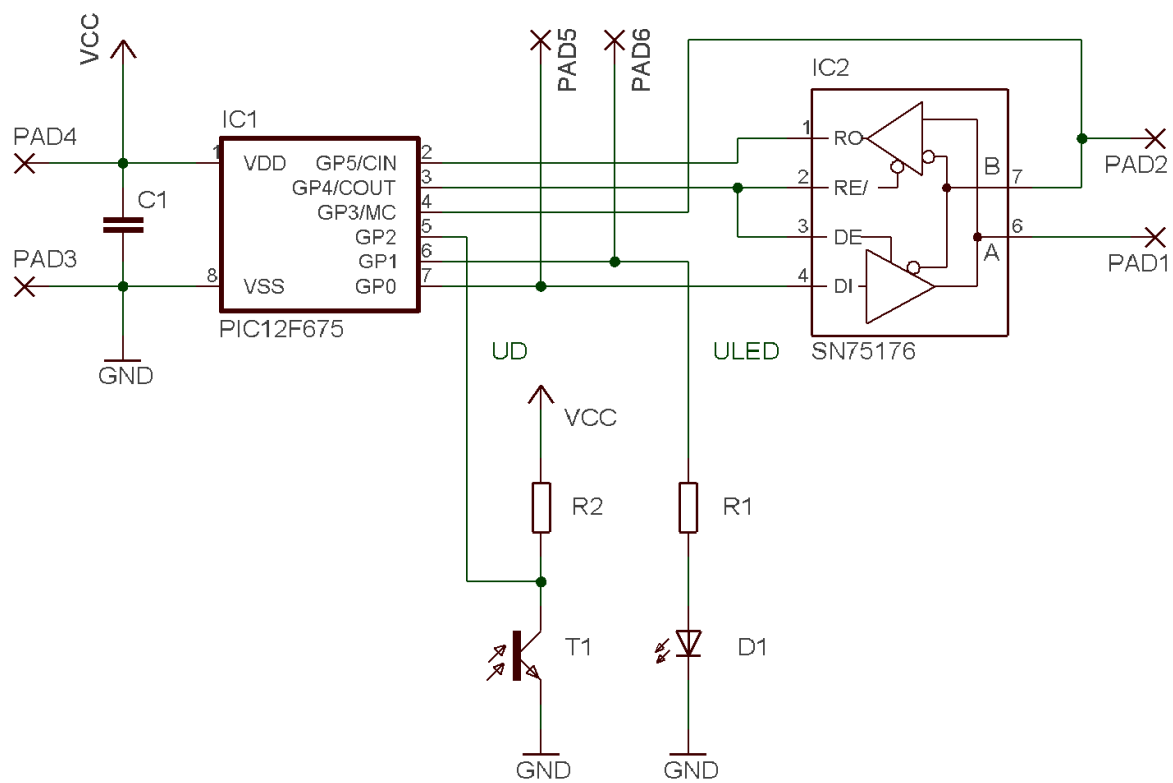
## PŘÍLOHA A



Obrázek A.1  
Deska plošných spojů



Obrázek A.2  
Osazení desky plošných spojů



Obrázek A.3  
Schéma zapojení dávkovače



## OBSAH PŘILOŽENÉHO CD

- **/Doc**

Tento dokument ve formátu \*.pdf

- **/Databaze**

SQL příkazy a schéma pro tvorbu databáze

- **/Plosny\_spoj**

Schéma zapojení, rozvržení desky plošného spoje

- **/RegiDav**

Zdrojové soubory desktopové aplikace pro sběr dat jako projekt pro Visual Studio 2005

- **/RegiWeb**

Zdrojové soubory webové aplikace jako projekt pro Visual Studio 2005

- **/PIC**

Zdrojové soubory programu pro mikrokontrolér jako projekt pro MPLAB

- **/Sbernice**

Dokumentace součástí použitých pro sběrniceovou komunikaci