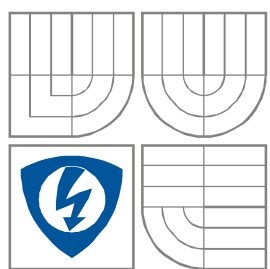


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

SBĚR DAT Z PROCESU VÁŽENÍ HOTOVĚ BALENÉHO ZBOŽÍ

DATA ACQUISITION BY ELECTRONIC SCALES FOR PACKAGED ARTICLES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

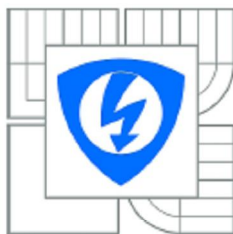
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

EDUARD CHRENKA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. RADEK ŠTOHL, Ph.D.

BRNO 2011



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav automatizace a měřicí techniky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Automatizační a měřicí technika

Student: Eduard Chrenka

ID: 77673

Ročník: 3

Akademický rok: 2010/2011

NÁZEV TÉMATU:

Sběr dat z procesu vážení hotově baleného zboží

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Seznamte se s požadavky vyhlášky ministerstva obchodu na hotově balené zboží.
2. Seznamte se s průmyslovými komunikačními sítěmi a sběrem dat z vah.
3. Vytvořte program pro sběr dat na PC včetně databáze.
4. Vytvořte terminály pro sběr dat z vah a předání informací do řídicího PC.
5. Ověřte funkčnost celého systému.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Vyhláška ministerstva průmyslu a obchodu č.328/2000 Sb. na hotově balené zboží.

Dle vlastního průzkumu a doporučení vedoucího práce

Termín zadání: 7.2.2011

Termín odevzdání: 30.5.2011

Vedoucí práce: Ing. Radek Štohl, Ph.D.

prof. Ing. Pavel Jura, CSc.
Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Abstrakt

Práce se zabývá problematikou vážení hotově baleného zboží a řízením procesu balení. V práci je popsán způsob komunikace s váhami a způsob jejich zapojení do komunikační sítě pomocí komunikačních terminálů. Práce popisuje výběr komunikační sběrnice a definuje požadavky na funkci komunikačního terminálu i obslužného programu.

Dále je v práci popisován hardware a firmware komunikačního terminálu. Nakonec práce je popsán obslužný program včetně datového modelu.

Klíčová slova

Komunikace, sběrnice, Ethernet, CAN, RS232, terminál, vážení

Abstract

The thesis deals with the issue of weighing of prepackaged goods and control of packing process . The thesis describes the method of communication with weighing-machine and including this method to the communication network with the communication terminals. The thesis describes the selection of the communication bus and defines requirements for the function of the communication terminal and utility program.

The study also describes the hardware and firmware of the communication terminal. In the conclusion, the work describes the utility program including data model.

Keywords

Communication, data bus, Ethernet, CAN, RS232, data terminal, weighing.

Bibliografická citace:

Chrenka Eduard, Sběr dat z procesu hotově baleného zboží. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2011. 46 s. 3 příloh. Vedoucí diplomové práce byl: Ing. RADEK ŠTOHL, Ph.D.

Prohlášení

„Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma „Sběr dat z procesu hotově baleného zboží“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne: **23. května 2011**

.....
podpis autora

Poděkování:

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Radku Štohlvi, Ph.D. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

V Brně dne: **23. května 2011**

.....
podpis autora

Obsah

1	Úvod	8
2	Hotově balené zboží.....	9
3	Sběr dat obecný popis	10
4	Návrh komunikační sítě	11
4.1	Popis řešení se sběrnici ETHERNET	13
4.2	Popis řešení se sběrnici CAN.....	14
4.3	Výběr vhodné sběrnice pro terminál	16
5	Návrh terminálu	17
5.1	Funkce terminálu.....	17
5.1.1	Přečtení hodnoty hmotnosti z portu váhy a odeslání do řídicího PC.....	19
5.1.2	Zobrazení textů pro obsluhu váhy	20
5.1.3	Zvuková signalizace	22
5.1.4	Nastavení výstupů	23
5.1.5	Čtení stavu vstupů a výstupů	24
5.1.6	Čtení tlačítek klávesnice	24
5.1.7	Aplikační vrstva	25
5.2	Hardware terminálu.....	28
6	Obslužný program	30
6.1	Funkce programu	30
6.2	Vizuální část programu.....	33
7	Databáze pro ukládání dat	43
7.1	Výběr databáze.....	43
7.2	Struktura databáze.....	43
8	Závěr	46

1 ÚVOD

Technologie prodeje zboží zaznamenala výrazný vývoj, jehož výsledkem je ta skutečnost, že většina prodávaného zboží je balena mimo prodejní místo, a to u výrobců nebo v balírnách. Kupující není přítomen u zabalení a zvážení výrobku, v mnoha případech ani nemá možnost se o správnosti deklarovaného množství přesvědčit tím, že by si skutečnou hodnotu překontroloval kontrolním zvážením. Z tohoto důvodu nemůže účinně chránit své zájmy sám. Proto se zapojuje do procesu kontroly balení stát s využitím prostředků legální metrologie. Tato ochrana nabývá na významu hlavně v době, kdy trh směřuje k volnému pohybu zboží v rámci EU. Společným nadnárodním zájmem všech vyspělých zemí EU je zapojení se do systému značení hotově baleného zboží, dále jen HBZ, symbolem “e” pro zjednodušení přístupu na jednotný trh. Současně je označování HBZ symbolem „e” zákonným prostředkem k získání důvěry zákazníka ve správnost množství výrobku v obalu.

Cílem tohoto projektu je navrhnout systém pro sběr dat z procesu vážení hotově baleného zboží, který umožní zavedení účinného řízení procesu balení tak, aby balárna vyhověla požadavkům ČMI pro udělení oprávnění používat symbol „e”. Projekt bude řešit návrh komunikačního terminálu schopného komunikovat s váhami u balicích linek, obslužného programu a databáze pro ukládání výsledků vážení.

2 HOTOVĚ BALENÉ ZBOŽÍ

Hotově baleným zbožím, dále jen „HBZ“ se ve smyslu zákona a příslušných vyhlášek rozumí to zboží, které je určeno k prodeji a umístěno do obalu bez přítomnosti spotřebitele. Množství zboží obsažené v obalu, zejména hmotnost nebo objem, má předem stanovenou hodnotu, kterou nelze změnit bez otevření nebo zjevného porušení obalu. [9].

Legislativa, která řeší problematiku HBZ:

§§ 9 zákona 505/1990 Sb., o metrologii, v platném znění

§DŘÍVE: vyhlášky 328 až 330/2000 Sb. + vyhl. 331/2000 Sb.

§NYNÍ: vyhl. 328/2000 Sb. ve znění vyhl. 404/2008 Sb.; vyhl. 329/2000 Sb.

a 330/2000 Sb. zrušeny

Předpisy, které začaly platit se zákonem o metrologii týkající se baleného zboží, zásadně změnily situaci výrobců zboží s uvedením hmotnosti na balení. Tato změna se týká nahrazení dosavadního požadavku hmotnosti jednotlivého výrobku požadavkem průměrné hmotnosti celé série zboží.

Každý výrobce, který provádí balení, musí zejména:

1. Zavést systém vnitřní kontroly s účinností ekvivalentní referenční metodě popsané v příloze zákona [8].
2. Používat legalizovaných měřících zařízení.
3. Dokumentovat prováděné kontroly a uchovávat dokumentaci nejméně 1 rok.
4. Účinně provádět systém řízení procesu balení.

Váhy musí splňovat požadavky zákona týkající se přesnosti měření v závislosti na hmotnosti váženého zboží. Přesnost musí být lepší než $0,2 \cdot T_1$, kde T_1 je tabulková hodnota, která závisí na hmotnosti zboží v jednom balení.

3 SBĚR DAT OBECNÝ POPIS

Systémy sběru dat jsou výrobky nebo postupy používané pro sběr informací k zdokumentování nebo analýze důležitých fyzikálních veličin a stavů.

Sběrem dat může být i ruční zápis hodnot na papír. V době vyspělých počítačových technologií se zaměříme hlavně na sběr dat založený na počítačích.

Sběr dat založený na počítačích kombinuje hardware, potřebný pro získávání hodnot konkrétních fyzikálních veličin, počítač, na kterém budeme data zpracovávat a program pro zpracování dat. Systém sběru dat je složený právě z takových hardwarových a programových částí, které jsou pro danou úlohu potřebné. Systémy sběru dat mají analyzovat naměřená data a vhodným způsobem tato data prezentovat.



Obrázek 3.1: Blokové schéma principu sběru dat s adaptací vážícího systému.

Princip sběru dat v sobě zahrnuje převod fyzikálních veličin na elektrické signály a digitalizaci těchto signálů, která nám již umožní uložení a zpracování počítačem.

4 NÁVRH KOMUNIKAČNÍ SÍTĚ

Z důvodu potřeby používat větší množství vah u balicích linek a kontrolních stanovišť, je potřeba vyřešit problém, jak tyto jednotlivé váhy zapojit do komunikační sítě. Většina vyráběných vah má k dispozici jenom komunikační rozhraní RS232, které je typu point to point. To znamená, že se mezi sebou můžou propojit jenom dvě zařízení, např. PC a váha. Jednou z možností jak připojit váhy s rozhraním RS232 k PC je opatřit PC takovým množstvím portů RS232, aby se mohly všechny váhy jednotlivě zapojit přímo do PC. Takovéto řešení je v době komunikačních sítí krokem zpět a taky technická realizace je obtížná vzhledem k tomu, že by se k PC muselo dotáhnout mnoho komunikačních vedení od jednotlivých vah. Druhým problémem je vzdálenost, na kterou je linka RS232 schopna komunikovat. V technické specifikaci CCITT V.24 se uvádí, že by vzdálenost vedení pro RS232 při rychlosti 19,2 kb/sec. neměla přesáhnout víc než 15 m, což je pro nás nedostačující. Protože i v malých provozech se dosahují vzdálenosti mezi kontrolními stanovišti řádově v desítkách metrů. Další omezující podmínkou řešení připojení point to point pro větší počet vah je i ta skutečnost, že je technicky obtížně realizovatelný větší počet portů RS232 na PC.

Abychom mohli jednotlivé váhy s rozhraním RS232 připojit do komunikační sítě, potřebujeme proto ke každé váze přidat komunikační terminál, který bude s váhou komunikovat přes rozhraní RS232 a zároveň bude schopný být připojen do komunikační sítě. Protože váhy jsou většinou používané v průmyslovém prostředí, vyberu takovou komunikační sběrnici, která je primárně určena k průmyslové komunikaci.

Průmyslové sběrnice jsou určeny pro komunikaci řídicích systémů se senzory, aktory, ale i nadřazenými systémy používanými v průmyslových aplikacích. Hlavní požadavky kladené na průmyslovou sběrnici jsou [3]:

- spolehlivost
- odolnost proti rušení
- rychlost
- cena.

Nejpoužívanější sériové sběrnice jsou uvedeny v následující tabulce včetně jejich zařazení do kategorií. Rozdělení není striktní a u některých sběrnic se překrývá.

Tabulka 4.1: Seznam nejpoužívanějších sběrnic [3]

Sběrnice	SensorBus	DeviceBus	Fieldbus
Foundation Fieldbus		X	X
Profibus	X	X	
FIP		X	X
P-Net		X	X
LonTalk		X	X
CAN		X	
DeviceNet		X	
CANopen		X	X
ControlNet		X	
Modbus		X	
Ethernet		X	X
Interbus		X	
HART	X	X	
AS-Interface	X	X	
IO-Link	X	X	
Profinet (Industrial Ethernet)	X	X	X

Hlavní kritéria, které jsem použil pro výběr sběrnice pro terminál:

- Dostupnost součástkové základny pro realizaci hardware terminálu.
- Objem dat, která se budou po sběrnici přenášet.
- Použitelnost v průmyslovém prostředí.
- Cena součástek potřebných pro realizaci.

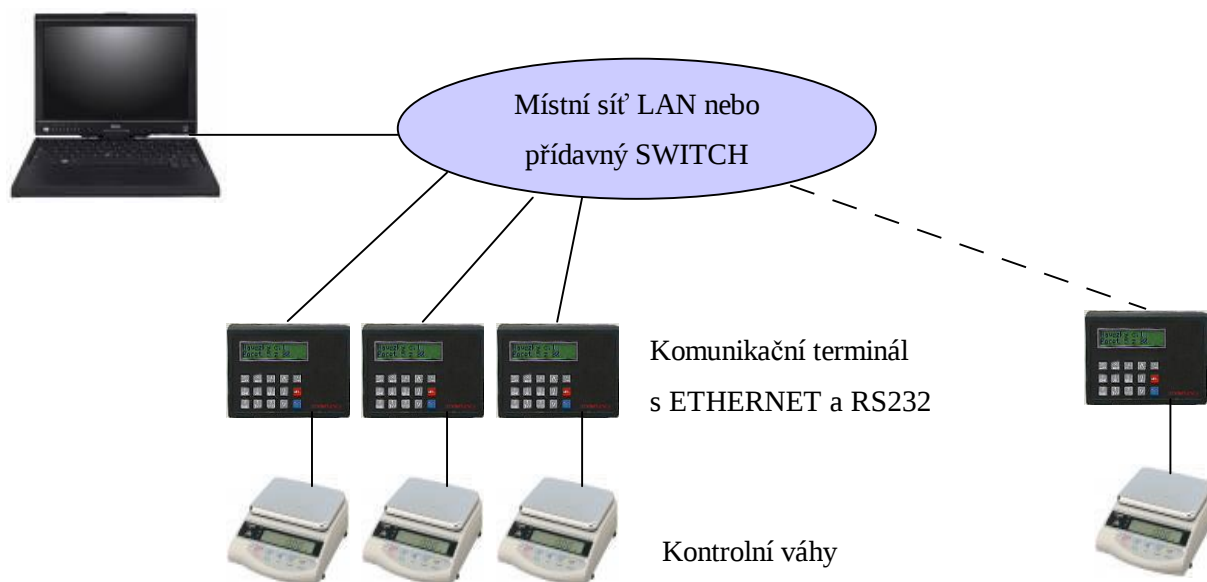
Po provedení průzkumu trhu s elektronickými součástkami s ohledem na kritéria pro výběr sběrnice připadá do úvahy komunikační sběrnice Ethernet nebo CAN. Pro tato rozhraní se mi podařilo najít největší počet řadičů různých typů od různých výrobců

v přijatelných cenách. Ještě jsem se zabýval radičem SPC3 sběrnice Profibus, ale tady se ukázalo jako velký problém najít dodavatele daného obvodu.

4.1 Popis řešení se sběrnicí Ethernet

Terminálovou síť na sběrnici Ethernet je možno realizovat pomocí hvězdicové topologie v místní síti LAN s TCP nebo UDP protokolem. Dá se využít stávající síťový uzel nebo použít přídavný switch. Jednotlivá zařízení jsou propojena kabely se 4 páry vodičů (4x data + zem). Podle požadavků na rušení kvůli následnému omezení rychlosti přenosu dat je třeba volit vhodný typ kabeláže. Kabely se používají nestíněné (UTP - Unshielded Twisted Pair) a stíněné (STP - Shielded Twisted Pair).

Každé zařízení je identifikováno pomocí hardwarových MAC adres. Toto adresování má zajistit přesnou identifikaci zařízení při vysílání/příjmu, aby nedošlo ke kolizi vysílaných dat. Běžně používané verze rozhraní Ethernet jsou 100Base-TX s rychlostí přenosu 100 Mbit/s a 1000Base-T s rychlostí 1000 Mbit/s. Maximální definovaná vzdálenost dvou připojených míst je 100m.



Obrázek 4.1.1: Síť komunikačních terminálů s hvězdicovou topologií se sběrnicí ethernet

4.2 Popis řešení se sběrnici CAN

Sběrnice CAN je velmi populární a rozšířený sériový komunikační prostředek vhodný pro průmyslová použití. Vznikla ve vývojových laboratořích firmy Bosch. Původně byla sběrnice určena pro potřeby automobilového průmyslu. Mnoho výrobců mikroelektronických součástek implementuje protokol do svých mikrokontrolerů.

Specifikace standardu ISO 11898 s označením CAN 2.0A popisuje fyzickou vrstvu protokolu CAN a specifikace CAN 2.0B rozšiřuje původně 11 bitové adresy koncových zařízení „standard format“ kompatibilním 29 bitovým adresovým formátem „extended format“. Sběrnice CAN má pět metod zabezpečení, z čehož tři jsou na úrovni zpráv a dvě na úrovni jednotlivých bitů. Na úrovni zpráv se používá detekce chyb pomocí CRC-Cyclic Redundancy Check. Další kontrolou na úrovni bitů je kontrola struktury zprávy tak, že ve zprávě jsou na určitých pevně daných pozicích kontrolní bity. Jednotlivé uzly kontrolují správnost těchto bitů.

Podle referenčního modelu ISO/OSI, kde je definováno sedm vrstev, používá protokol CAN dvě nejnižší vrstvy:

- transportní vrstva
- fyzická vrstva.

Nad těmito definovanými vrstvami postupem času vzniklo několik standardů aplikační vrstvy (vrstva 7 modelu ISO/OSI) např. DeviceNet, CANopen a další.

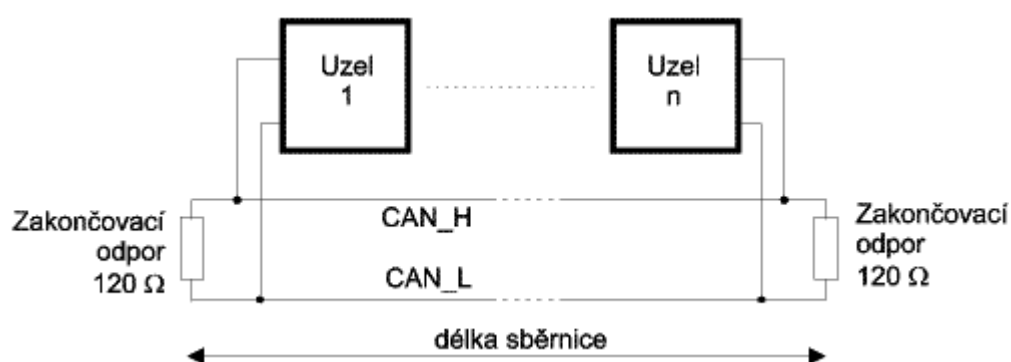
Sběrnice CAN umožňuje zapojení terminálů do sítě se sběrníkovou topologií. Na sběrnici může být teoreticky připojeno neomezené množství uzlů, ale norma uvádí maximální počet uzlů 30, aby byly dodrženy statické i dynamické parametry sběrnice. U mnou vybraného budiče sběrnice výrobce v katalogovém listu udává, že je možno použít až 112 uzlů. Od ovládacího počítače vede jen jediný komunikační kabel k jednotlivým terminálům, které jsou mezi sebou propojeny. Typická impedance vedení je 120Ω . K PC bude síť připojena přes port USB, na který bude připojen převodník USB-CAN. Délka komunikačního vedení může být až 5km v závislosti na použité komunikační rychlosti. [1] [2]

Tabulka. 4.2.1: Doporučené vzdálenosti vedení CAN [1]

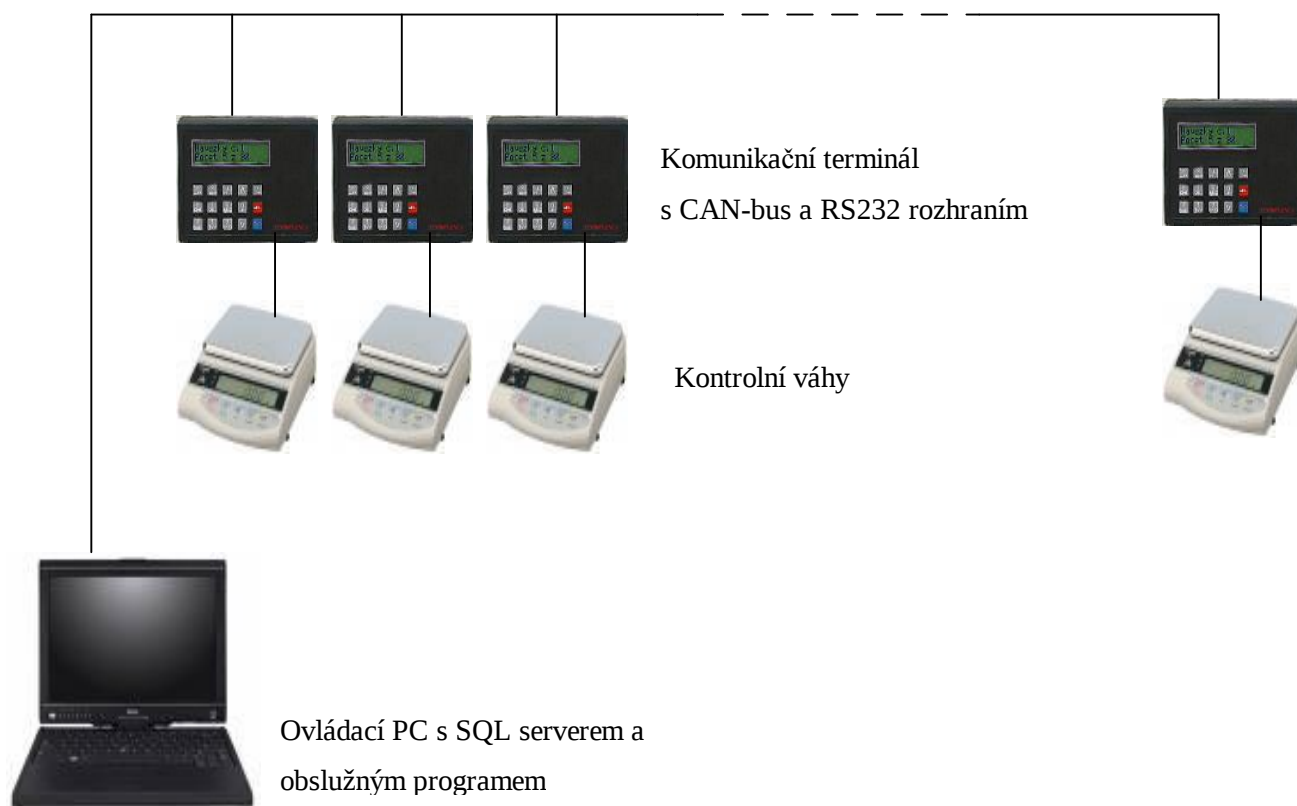
Přenosová rychlost	Délka vedení
1 Mbit/s	40 m
500 kbit/s	112 m
300 kbit/s	200 m
100 kbit/s	640 m
50 kbit/s	1340 m
20 kbit/s	2600 m
10 kbit/s	5200 m

Na sběrnici CAN jsou vodiče, po kterých probíhá komunikace, označovány jako CAN_H a CAN_L. Oba konce vedení musí být ukončeny odpory o hodnotě 120Ω , aby se eliminovaly odrazy na vedení.

Fyzické rozhraní definované v normě ISO11898 používá diferenciální sběrnici, kde rozdíl napětí mezi vodiči může být 0V nebo 2V. Těmito dvěma diferenčními napětími jsou definovány logické stavy, které se nazývají „dominant“ a „recessive“. [1]



Obrázek 4.2.1: Principiální struktura sítě CAN podle ISO 11898 [1]



Obrázek 4.2 .2: Sít' komunikačních terminálů se sběrniceovou topologií se sběrnicí CAN

4.3 Výběr vhodné sběrnice pro terminál

Výhody řešení se sběrnicí ETHERNET jsou v tom, že sběrnice má velký objem přenášených dat, PC nepotřebuje komunikační převodník, stačí zabudovaná síťová karta.

Nevýhodou tohoto řešení je větší množství kabelů, které je potřeba dovést k místnímu LAN uzlu, nebo přidavnému zařízení switch. Díky většímu množství potřebné kabeláže a zařízení switch, by se zvýšila pořizovací cena, která je pro mnoho investorů limitující.

Z důvodu malého množství dat, která budeme po síti přenášet, jednoduchosti implementace řadiče včetně aplikační vrstvy a menší náročnosti na kabeláž, kterou preferuje první zájemce o systém, jsem se rozhodl pro řešení terminálové sítě se sběrnicí CAN.

5 NÁVRH TERMINÁLU

Návrh terminálu provedu ve dvou krocích. Nejprve definováním funkcí, které od terminálu požadujeme. Na základě definovaných funkcí potom vytvořím blokové schéma terminálu, výběr součástek pro terminál následovaný návrhem elektronického schématu a desky plošných spojů.

5.1 Funkce terminálu

Terminál bude sloužit jako mezičlánek mezi váhou a PC. Umožní zapojení vah se sériovým rozhraním RS232 do komunikační sítě se sběrnici CAN. Pro zvýšení užité hodnoty terminál osadím i digitálními vstupy a výstupy pro jednoduchou komunikaci s PLC stroje, u kterého bude terminál nainstalován, nebo pro přímé ovládání aktorů a snímání senzorů pro třídění jednotlivých balení. Pro případné pozdější využití i na jiné aplikace, nebo na přání zákazníka o komunikaci po sběrnici Ethernet, opatřím terminál řadičem a konektorem RJ45 pro komunikaci v síti Ethernet. Veškerou logiku sběru a vyhodnocování dat bude provádět obslužný program v PC.

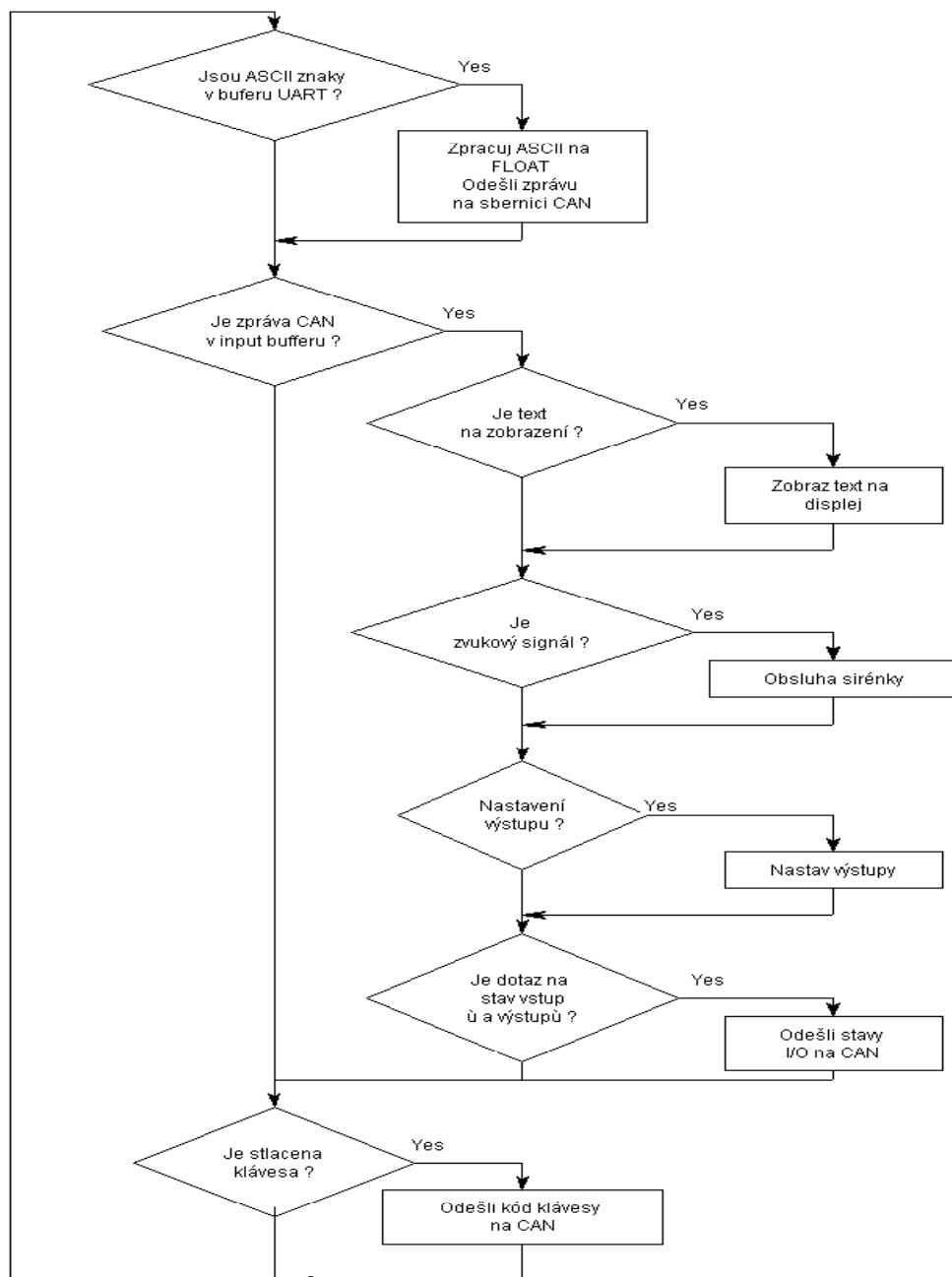
Terminály na sběrnici CAN včetně PC budou v konfiguraci multi-master. To znamená, že provoz na sběrnici nebude řízen žádným mastrem, ale každý účastník může sběrnici použít v případě potřeby pro odeslání svých dat. U terminálů to znamená, že terminál může ve chvíli, kdy od váhy obdrží údaj o hmotnosti, tento údaj okamžitě předat do PC. Totéž se týká i stlačení jakékoli klávesy na terminálu. PC naopak podle potřeby odesílá do jednotlivých terminálů zprávy, které mohou obsahovat text k zobrazení, žádost o zvukový signál, nastavení výstupů, nebo čtení stavu vstupů a výstupů.

Požadované funkce terminálu se dají rozdělit na následující činnosti:

1. Přečtení hodnoty hmotnosti z portu váhy a odeslání do řídicího PC.
2. Zobrazení textů pro obsluhu váhy.
3. Zvuková signalizace pro obsluhu váhy.
4. Nastavení digitálních výstupů.
5. Čtení stavu digitálních vstupů a výstupů.
6. Čtení tlačítek klávesnice.

Program pro terminál bude naprogramován v kompilátoru jazyka „C“ pro jednočipové mikroprocesory ATMELE CODEVISION v 2.4.

Program v terminálu bude vykonávat jen funkce, které jsou popsány dále. Program poběží ve smyčce. Každým průchodem smyčkou bude kontrolovat vstupní bufery portů UART a vstupní bufery řadiče CAN. Při obdržení hodnoty z váhy nebo CAN zprávy bude provádět příslušné úkony podle vývojového diagramu.



Obrázek 5.1.1: Vývojový diagram pro funkce terminálu

5.1.1 Přechtení hodnoty hmotnosti z portu váhy a odeslání do řídicího PC

Váhy od většiny výrobců, které jsou opatřeny rozhraním RS232 pro komunikaci, používají ASCII protokol. Bohužel formát přenášených dat není nijak standardizován a každý výrobce si vytvoří vlastní formát dat podle funkcí, které má váha poskytovat. Podle zjištění od firem zabývajících se prodejem vážících systémů jsou hodně prodávány váhy firmy VIBRA. Protože i balírna, ve které se bude první systém sběru dat realizovat, používá výhradně váhy VIBRA, budu dále popisovat formát dat pro tento typ váhy [7].

Váha, která je opatřena sériovým portem RS232, se dá nastavit tak, že je schopna vysílat na svůj port hodnotu hmotnosti v ASCII znacích periodicky i při neustálené hodnotě váhy, nebo jen při ustálené hodnotě váhy, a to buď jedna zpráva po ustálení váhy, nebo se periodicky opakuje vysílání zprávy v cca. 500 ms intervalech. Tuto vlastnost vysílání jen při ustálení hodnoty využiji, abych měl jistotu, že hodnota váhy je již stabilní a platná. Díky tomuto se vyhnu nutnosti příchozí hodnoty filtrovat a čekat na stabilizaci váhy. Každou zprávu s hodnotou hmotnosti budu považovat za správnou ustálenou hodnotu. Váhy mají ve svých nastavovacích parametrech možnost nastavení citlivosti pro stabilizaci váhy. Terminál bude na portu RS232, kde je připojena váha, naslouchat a ve chvíli, kdy přijde ASCII řetězec obsahující hodnotu hmotnosti tento údaj, převede jej na hodnotu datového typu float. Převedenou hodnotu hmotnosti uloží do datové zprávy CAN, a tuto zprávu odešle do sítě, kde si ji přebere řídicí PC a dále zpracuje.

Komunikace mezi váhou a terminálem je jednosměrná. Terminál jen čte data z váhy, ale žádná data ani příkazy do váhy neposílá. Mezi váhou a terminálem se používá asynchronní přenos.

Tabulka. 5.1.1: Význam jednotlivých ASCII znaků z váhy [7]

Formát ASCII řetězce z váhy [7]:

P1	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	U1	U2	S1	S2	CR	LF
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Význam jednotlivých ASCII znaků

P1	Kód hexa	Popis
+	2BH	Pokud jsou data nulová nebo kladná
-	2DH	Pokud jsou data záporná
(SP)	20H	Pokud jsou data nulová nebo kladná

D1-D7	Kód hexa	Popis
0-9	30H-39H	Číselné hodnoty 0-9
.	2EH	Desetinná čárka
(SP)	20H	Mezera: čelní nuly jsou potlačeny
/	2FH	Pomocný dílek váhy

U1	U2	Kód hexa		Význam
(SP)	G	20H	47H	gram
C	T	43H	54H	karát
O	Z	4FH	5AH	unce
L	B	4CH	42H	libra

S1 a S2 jsou výsledky vyhodnocení, pokud váhy pracují s limitními funkcemi.

CR, LF znaky pro odřádkování.

5.1.2 Zobrazení textů pro obsluhu váhy

Terminál bude mít možnost zobrazovat texty na alfanumerickém displeji 2x16 znaků. Tyto texty budou do terminálu odesílané z řídicího PC pro informaci obsluhy o navoleném režimu vážení, o aktuálním stavu vážení a jiné např. poruchové hlášení.

Protože jedna CAN zpráva může obsahovat max. 8 bytů, budou pro zobrazení na celém displeji použity 4 CAN zprávy. Do jednotlivých bytů zprávy CAN budou přímo ukládány ASCII znaky pro zobrazení.

Displej bude zobrazovat:

- Text - „Vážení vypnuto“ v případě, že na řídicím PC nebude pro danou váhu spuštěn proces vážení.
- Text - „Porucha komunikace“ v případě, že neprobíhá komunikace mezi PC a terminálem.
- Texty - „Hmotnost balení pod PZO“ nebo „Hmotnost vysoká“ upozorňující obsluhu v případě, že je balení mimo povolené tolerance a tím pádem se jedná o neshodný výrobek.
- Text – „Průběžné vážení“ + počet již zvážených vzorků + hmotnost aktuálního vzorku + aritmetický průměr všech dosud provedených vážení.
- Text – „Návažky“ + požadovaný počet vzorků + počet vzorků již zvážených.
- Další uživatelsky definované texty.

Při procesu vážení hmotnosti balení rozlišujeme dva druhy vážení.

První druh je průběžné vážení všech balení vystupujících z procesu balení. Pro uspokojení bodu 1.1 přílohy č. 1 k vyhlášce č. 328/2000 Sb. [8] je zapotřebí dosáhnout toho, aby v průměru skutečný obsah hotových balení v dávce nebyl menší než jmenovité množství.

Proto budou všechny hmotnosti z průběžného vážení ukládány do databáze a po každém novém vážení bude vypočtena průměrná hmotnost. Na displeji bude zobrazen text „Průběžné vážení“, počet již navážených vzorků, hodnota posledního vážení a odchylka od jmenovité hodnoty. Odchylka se bude vypočítávat jako rozdíl mezi průměrnou hmotností všech balení a jmenovitou (požadovanou) hmotností. Pro proces balení je potřebné, aby odchylka byla v kladných hodnotách. V případě, že se odchylka dostane do záporné hodnoty, je potřeba provést korekci v procesu balení, aby se zvýšila hmotnost balení, a tím se i odchylka dostala zpět do kladných hodnot.

Druhý druh vážení je statistická přejímka.

V tomto případě se postupuje podle přílohy č. 2 k vyhlášce č. 328/2000 Sb. [8], kde se stanovují postupy statistické přejímky dávek hotových balení.

Tento postup je určen pro pracovníky ČMI a je pro ně závazný při metrologických kontrolách balíren. Pro balírny je tento postup doporučen provádět v určitých intervalech, aby si balírna prověřila, jak by dopadla při kontrole ČMI.

Princip tohoto postupu je kontrola ve dvou krocích:

- Kontrola skutečných obsahů každého hotového balení ve výběru.
- Kontrola založená na průměrné hodnotě skutečných obsahů hotových balení ve výběru. Při této kontrole bude na displeji zobrazen text „Návažky“, počet požadovaných náhodných vzorků a počet již zvážených náhodných vzorků.

5.1.3 Zvuková signalizace

Terminál bude se zabudovanou sirénkou dávat zvukové signály obsluze váhy po každém jednotlivém vážení. PC po vyhodnocení hmotnosti balení odešle terminálu CAN zprávu, ve které bude uloženo počet pípnutí sirénky, délka pípnutí a délka pauzy mezi jednotlivými pípnutími. Takto lze definovat různý počet zvukových signálů. Jednotlivé druhy zvukových signálů se budou definovat v řídicím programu pro PC a budou uloženy v tabulce nastavení programu.

- Jedno krátké pípnutí bude signalizovat, že proběhlo vážení a odchylka průměru vážení je v kladné hodnotě a hmotnost konkrétního balení je v toleranci, což obsluze signalizuje, že je vše v pořádku a může pokračovat ve vážení.
- Dvě krátká pípnutí budou signalizovat, že proběhlo vážení, hmotnost konkrétního balení je v toleranci, ale odchylka průměru vážení je v záporné hodnotě, což obsluze signalizuje, že je obsah balení v průměru nízký a musí se provést zásah do procesu balení zvýšením dávky balicí linky.
- Čtyři krátká pípnutí budou signalizovat, že vážení proběhlo, ale hmotnost konkrétního balení je pod hranicí povolené záporné odchylky pro

jednotlivé balení. V tomto případě musí obsluha dané balení odložit jako nevyhovující.

- Jedno delší pípnutí s periodou 10s signalizuje poruchu komunikace mezi terminálem a PC.

Každý zvukový signál bude doplněn příslušným textem zobrazeným na displeji terminálu. Hodnoty doby pípnutí a pauzy mezi pípnutím budou ve zprávě uloženy ve formátu integer a čas se bude zadávat v milisekundách.

5.1.4 Nastavení výstupů

PC může pomocí CAN zprávy posílat terminálu bitový obraz výstupů. Takto může jednotlivé výstupy spínat i rozpínat. Tato funkce je využitelná v případě, že je terminál propojen pomocí binárních signálů s řídicím PLC balicí linky, nebo přímo ovládá aktory.

Pomocí výstupních signálů po vyhodnocení hmotnosti jednotlivého balení může dávat terminál do PLC signály o tom, že dané balení může postupovat dále na zpracování, např. do kartonovacího stroje, nebo signál o tom, že dané balení nevyhovuje a stroj toto balení vyřadí.

PC bude datové zprávy pro ovládání výstupů posílat periodicky. V případě výpadku komunikace, nebo při jakékoli jiné poruše, kdy na terminál přestanou chodit zprávy pro obsluhu výstupů, terminál automaticky všechny výstupy nastaví do stavu vypnuto. Ve zprávě pro nastavení výstupů bude odeslán jen jeden datový byte, kde budou použity první čtyři bity 0-3. V těchto bitech bude uložen obraz pro výstupy č 1-4.

Výstupy budou realizovány bezpotenciálovými kontakty relé.

5.1.5 Čtení stavu vstupů a výstupů

PC může pomocí dotazovací zprávy CAN požádat terminál o bitový obraz vstupů a výstupů. Terminál po obdržení této dotazovací zprávy odešle do PC zprávu CAN, která bude obsahovat bitový obraz vstupů a výstupů.

Ve zprávě o stavu výstupů a vstupů bude odesílán jen jeden datový byte, kde budou použity první čtyři bity 0-3 pro obraz stavu výstupů a další čtyři bity 4-7 budou obsahovat obraz vstupů.

5.1.6 Čtení tlačítek klávesnice

Terminál po každém stlačení klávesnice odešle do PC zprávu CAN o tom, že byla stlačena klávesa a zároveň kód stlačené klávesy. Prozatím budou v PC vyhodnocovány jenom některé klávesy a to:

- Klávesa, kterou bude probíhat volba typu vážení. Při opakovaném stlačení předem definovaného tlačítka se bude přepínat režim mezi kontinuálním vážením a statistickou přejímkou. Daná volba bude zároveň zobrazována na displeji pomocí textu.
- Další dvě tlačítka budou sloužit na zadávání korekcí. V případě, že odchylka vážení klesne do záporných hodnot, bude obsluha dvojitým pípnutím upozorněna na potřebu korekce plnění. Když obsluha provede na balicí lince korekci dávkování do plusu, zmáčkne příslušné tlačítko „ + „, do databáze se uloží záznam o provedené korekci hmotnosti. Obsluha může provádět i korekce záporné a potom stlačí tlačítko „ -.“ Díky tomuto je možnost dohledat podle databázových záznamů, kdy se průměrná hodnota dostala pod nominální hodnotu a zároveň zda došlo ke korekci procesu balení.

5.1.7 Aplikační vrstva

Protože standard ISO 11898 sběrnice CAN popisuje pouze první a druhou vrstvu podle modelu ISO/OSI, je zapotřebí definovat i aplikační vrstvu, aby se dodal význam datům, která přenášíme linkovou vrstvou. K tomuto účelu vzniklo několik standardů jako např. CANopen, DeviceNet, a jiné.

Z důvodu jednoduchosti aplikace pro terminály, a protože se terminály nebudou zapojovat do sítě, kde by bylo potřeba komunikovat se zařízeními s některým definovaným standardem, budu používat vlastní protokol pro aplikační vrstvu.

Pro komunikaci budu používat rozšířený formát s 29 bitovým identifikátorem.

SOF	11 - bitový identifikátor	SRR	IDE	18 - bitový identifikátor	RTR	r1	r0	DLC	Pole dat
-----	------------------------------	-----	-----	------------------------------	-----	----	----	-----	-------------

Obrázek 5.1.7.1: Úvodní sekvence CAN zprávy [1]

Význam jednotlivých polí:

- SOF - Start of frame - je to inicializační a synchronizační pole.
- 11 bitový identifikátor shodný s verzí specifikace A.
- SRR - substitute Remote Request - nahrazuje RTR u modifikace B a je vždy recesivní.
- IDE – Identifier Extension - je bit, který slouží na rozlišení obou variant A a B tak, že při modifikaci A je dominantní a u modifikace B je recesivní.
- RTR – Remote Request - je dominantní u datových rámců a recesivní u ostatních rámců.
- r1,r2 – rezervované bity
- DLC – Data Length Code - udává délku datového pole v bytech.

Pole dat	15 bitový kód CRC	ACK	EOF	IFS	Volná sběrnice
----------	-------------------	-----	-----	-----	----------------

Obrázek 5.1.7.2: *Zakončení CAN zprávy [1]*

- Pole dat – 0-8 datových bytů
- CRC – Cyclic redundancy Check – 15 bitový kontrolní součet.
- ACK – Acknowledge – dvojbitové pole potvrzení zprávy.
- EOF – End of Frame – ukončení zprávy.
- IFS – Inter Frame Space – prodleva mezi zprávami.

Každý typ datové zprávy v aplikačním protokolu bude mít svůj vlastní číselný identifikátor. Hodnota tohoto identifikátoru bude zároveň určovat prioritu datové zprávy. Pro identifikátor zprávy využijí prvních jedenáct bitů z identifikačního pole. To nám zajistí, že můžeme použít až 2048 typů datových zpráv.

Dále použijí první čtyři bity z osmnácti bitového identifikátoru na upřesnění významu datové zprávy, pokud to bude zpráva díky svému charakteru vyžadovat (modifikace zprávy). Dalších sedm bitů bude sloužit jako adresa odesílatce nůdu a posledních sedm bitů slouží jako adresa cílového nůdu. Sedmi bitové adresy nám umožní použít až 127 nůdů. Každý terminál bude mít v paměti EEPROM nastavenou svou adresu 1-126. Přicházející zprávy bude nód ve vstupním filtru, který se dá nastavit přímo v řadiči sběrnice, kontrolovat na adresu cílového nůdu a bude zpracovávat jen zprávy, které budou adresované právě jemu. Ostatní zprávy s jinými adresami bude ignorovat. To znamená, že na zpracování mikroprocesorem se dostane jenom zpráva adresovaná právě danému terminálu. Taktéž každá zpráva opouštějící vysílací nód bude opatřena adresou příjemce i odesílatele. Na základě adresy odesílatele bude PC vědět, od kterého terminálu obdržel data a komu má poslat text a zvukový signál. Protože terminály nemají důvod komunikovat mezi sebou, bude probíhat jen komunikace mezi terminály a PC. Z tohoto důvodu nastavím adresu PC na 127 a všechny terminály budou jako cílovou adresu používat právě tuto adresu 127.

Terminály budou mít ve vstupním filtru pro filtrování přicházejících zpráv kromě vlastní adresy ještě filtr nastaven na rezervovanou adresu 0. S adresou nula pro

cílový nód se budou odesílat tzv. broadcastové zprávy z PC. Na zprávy, které budou mít broadcastovou adresu 0, budou reagovat všechny nody.

Takovýmto způsobem se budou odesílat jednotné zprávy do všech terminálů, jako například posílání textu pro všechny obsluhy vah (přestávka, schůzka a jiné), doplněny specifickým zvukovým signálem. Mohou se takto posílat i zprávy se žádostí o data jako např. bitové obrazy vstupů a výstupů. Tímto způsobem se zredukuje počet zpráv posílaných sítí. Nemusím se dotazovat na obrazy vstupů a výstupů jednotlivých nódů, ale dotážu se na tato data centrálně všech nódů jednou zprávou.

Tabulka 5.1.7.1: Popis identifikátorů zpráv

Č. zprávy	Typ zprávy	Popis zprávy	Počet dat. bytů	Modifikace zprávy
1	datová	Hodnota hmotnosti	4	ne
2	datová	Obraz nastavení výstupů	1	ne
3	datová	Obraz čtení vstupů/výstupů	1	ne
4	datová	Číslo stlačeného tlačítka term.	1	ne
5	datová	Zvukový signál	8	ne
6	datová	Zvukový signál	8	ne
7	datová	Text na display	8	1-4
8				

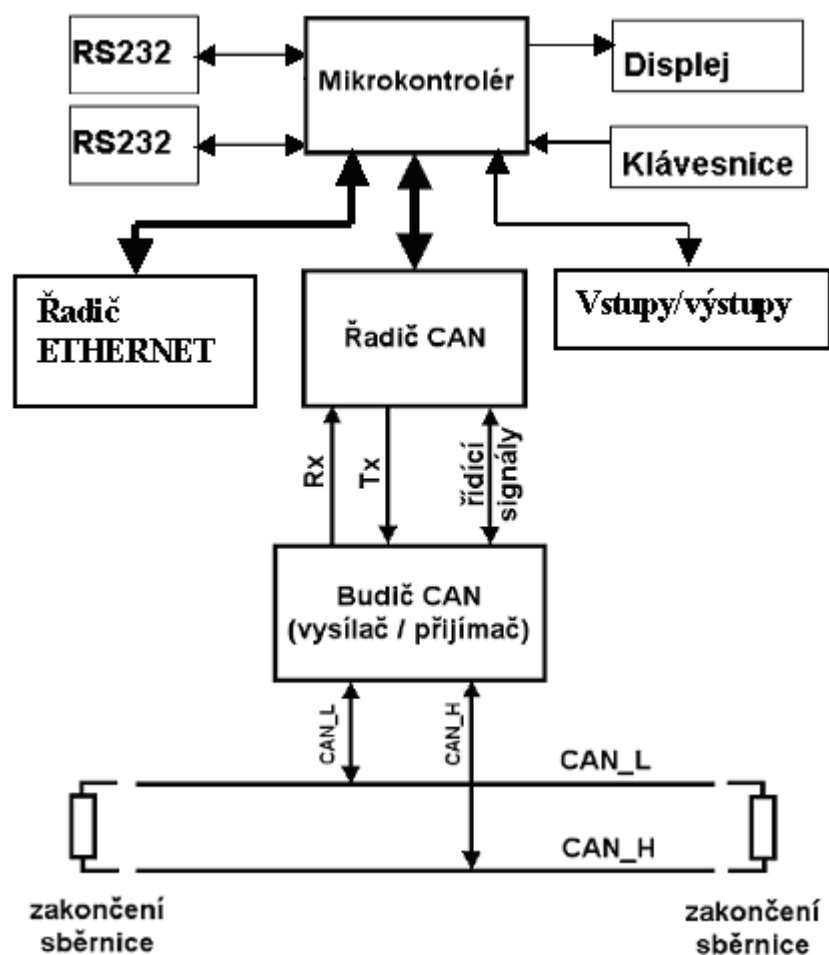
Používání zpráv, typu žádost o data, funguje stejně jako ve specifikaci CAN. Když potřebuji zjistit např. stav obrazů vstupů a výstupů, na terminál odešlu zprávu se stejným identifikátorem jako má mnou požadovaná zpráva, ale nastavím bit RTR. Zpráva žádost o data neobsahuje žádné datové byte.

Modifikace zprávy slouží pro zpřesnění významu zprávy s konkrétním identifikátorem. Tato modifikace se uplatňuje např. při zprávách, které obsahují text pro zobrazení na displeji terminálu. Jak již bylo napsáno, celý text pro displej 2x16 znaků se přenáší pomocí čtyř datových zpráv po osmi ASCII znacích. Identifikátor zprávy je

vždy stejný, ale číslo v modifikátoru zprávy určuje, o kterou osmici znaků na displeji se jedná.

5.2 Hardware terminálu

Na základě definovaných funkcí, které požadujeme od terminálu, vzniklo následující blokové schéma terminálu.



Obrázek 5.2.1: Blokové schéma terminálu

Podle blokového schématu a průzkumu trhu se součástkovou základnou s ohledem na dostupnost a cenu jsem provedl výběr elektronických součástek, které bude terminál obsahovat.

Terminál bude osazen jednočipovým mikroprocesorem firmy ATMEL AT-MEGA 64. [10]. Mikroprocesor má integrovanou paměť programu flash 64 kB, operační paměť SRAM 4 kB i paměť programu EEPROM 2 kB, což nám značně redukuje množství podpůrných součástek a zároveň i složitost plošného spoje. K mikroprocesoru stačí externě připojit jen krystal se dvěma kondenzátory 12-22 pF a je plně funkční.

Protože má mikroprocesor integrované dvě rozhraní USART TTL (. Universal Synchronous and Asynchronous serial Receiver and Transmitter), stačí desku osadit převodníky z TTL logiky na úroveň RS232 od firmy MAXIM MAX3232ESE. [13] Tato rozhraní budou sloužit pro komunikaci s váhou a popřípadě jiným zařízením např. čtečkou čárového kódu. Pro síťové rozhraní CAN použijí budič sběrnice CAN od firmy Microchip typ MCP 2551 [12] a řadič sběrnice MCP 2515 [11]. Řadič CAN bude s mikroprocesorem komunikovat po sběrnici SPI (*Serial Peripheral Interface*). Pro rozhraní ETHERNET použijí ethernet controller ENC28J60 od firmy MICROCHIP, který bude s mikroprocesorem komunikovat taktéž po sběrnici SPI. K digitálním vstupům a výstupům mikroprocesoru bude připojena jednoduchá klávesnice s 15-ti tlačítky v zapojení matrix. Terminál bude mít alfanumerický displej s 2x16 znaky pro zobrazování textových informací HMC16202SGLY121. Pro zvukovou signalizaci bude mít terminál osazenou piezosirénku PK12N40PETQ. Pro případnou komunikaci s řídicím systémem balicí linky PLC pomocí binárních signálů, bude mít terminál 4 vstupy 0-24 V odděleny přes optočleny PC817 a 4 reléové výstupy.

Napájení terminálu bude 12-24V DC a pro stabilizaci napětí bude použit stabilizátor LM7812 a LM2576T-ADJ. [14]

U všech použitých součástek provedu zapojení podle doporučení výrobců, která jsou uvedena v katalogových listech.

Elektronika terminálu bude zabudována do černé plastové krabičky.

Schéma zapojení a deska plošných spojů jsou nakresleny v kreslicím programu EAGLE 4.16

Blokové schémata použitých součástek včetně schéma zapojení a plošných spojů se nachází na příloženém CD.

6 OBSLUŽNÝ PROGRAM

Obslužný program bude vytvořen ve vývojovém prostředí RAD Borland v kompilátoru programovacího jazyka PASCAL. [6]

6.1 Funkce programu

Požadavky kladené na program:

- Vkládání, editaci a mazání pracovníků v databázi, kteří můžou provádět vážení.
- Vkládání editaci a mazání jednotlivých produktů v databázi, u kterých se bude provádět proces balení a vážení.
- Možnost pro každou váhu zvlášť definovat produkt, který se bude vážit a zároveň možnost spustit vážení na dané váze.
- Umožnit přepínání mezi režimem průběžného vážení a vážení pro statistickou přejímku.
- Umožnit vyvolání výsledků vážení a export do formátu tabulky excel. Protokol z vážení.
- Program bude při průběžném vážení sledovat průměrnou hmotnost balení a pomocí zpráv na displeji terminálu a zvukových signálů informovat obsluhu o stavu vážení.
- Provádět výpočty a vyhodnocení statistické přejímky.

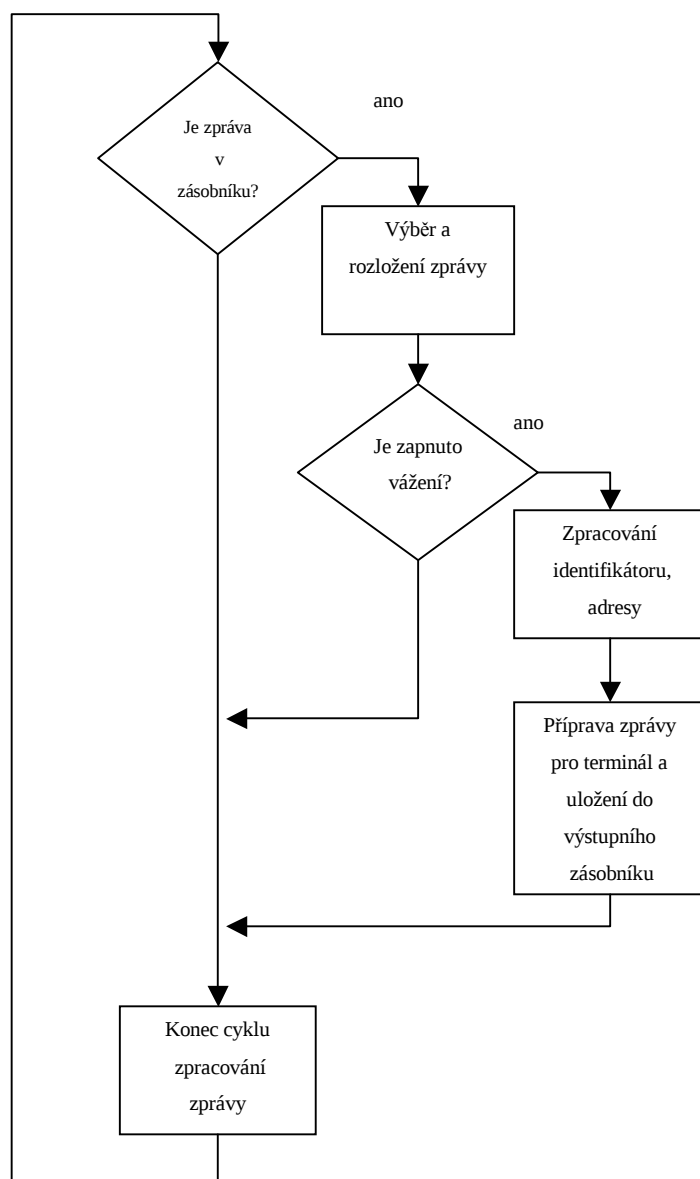
Aplikace bude napsaná jako více vláknová. V hlavním vlákne bude celá vizuální část pro obsluhu programu operátorem. Rozdělení na jednotlivá vlákna je důležité z toho důvodu, aby vizuální část, která zprostředkovává styk s člověkem, neměla prodlevy v reakci na akce prováděné člověkem. Tento jev je znám z aplikací, které jsou řešeny jenom v hlavním vlákne. Když se program zdrží vykonáváním časově náročnější akce, okno aplikace přestane reagovat a aplikace se jeví jako zamrznutá nebo nefunkční.

V druhém vlákne poběží na pozadí komunikace s terminály. Vlákno s komunikací bude obsluhovat převodník UCB-CAN a odchytávat všechny zprávy, které budou po síti putovat. Každou zprávu, kterou převodník přijme, uloží do zásobníku doručených zpráv. Taktéž bude vytvořen zásobník zpráv pro odeslání. Komunikační vlákno bude kontrolovat stav odesílacího zásobníku a v případě zprávy, nebo zpráv určených na odeslání, bude tyto zprávy odesílat po sběrnici. Komunikační vlákno pracuje v nekonečné smyčce. Zásobník doručených zpráv pracuje systémem FIFO (first in first out).

Další vlákno bude zpracovávat jednotlivé zprávy ze zásobníku doručených zpráv. Zásobník odesílaných zpráv pracuje systémem FIFO.

Vlákno zpracování zprávy ze zásobníku doručených zpráv pracuje v nekonečné smyčce. Program vlákna zkontroluje, zda se v zásobníku nachází zpráva. V případě, že je přítomna zpráva, tato se vybere ze zásobníku a rozloží se na adresu odesílatele, identifikátor zprávy a část dat. Program zkontroluje, zda je pro danou adresu terminálu spuštěno vážení. Když pro danou adresu vážení není spuštěno, zpráva se bere jako nepotřebná a dále se nezpracovává. V případě, že je vážení pro danou adresu spuštěno, rozhodne program, co provést podle identifikátoru zprávy. Provedou se potřebné databázové akce včetně vyhodnocení a přichystají se zprávy pro daný terminál, které se uloží do odesílacího zásobníku.

Poslední vlákno je spuštěno při požadavku na export dat do protokolu ve formátu MS Excel. Vlákno si na pozadí spustí objekt excel.exe. V objektu se otevře vzorový list protokolu a vyplní se příslušné buňky platnými údaji. Do listu se vloží obrázek s grafem průběhu vážení a list se uloží do souboru excel s názvem shodným s referencí vážení. Protože reference je unikátní identifikátor vážení, nemůže se stát, že by se opakovalo jméno souboru vícekrát.

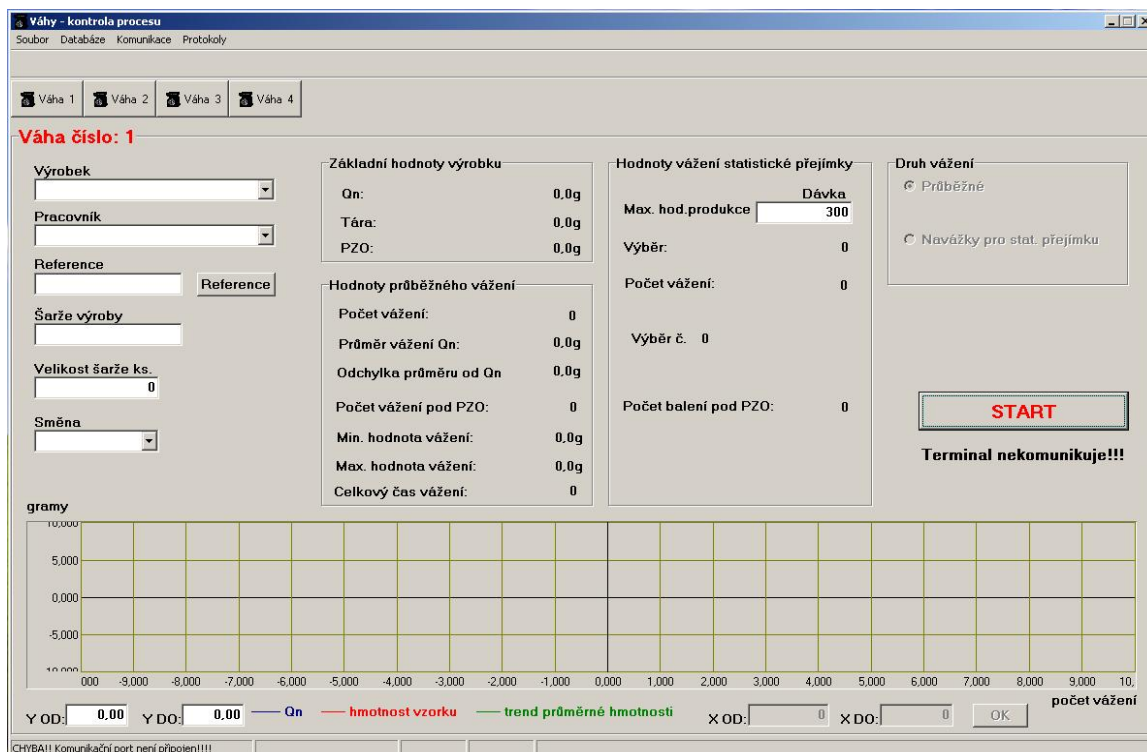


Obrázek 6.1.1: Vývojový diagram zpracování příchozích zpráv v PC.

6.2 Vizuální část programu

Návrh vizuální části programu:

Vizuální část programu je designována s ohledem na cílovou skupinu, kterou tvoří v mnoha případech lidé, kteří nemají velké zkušenosti s výpočetní technikou. Struktura obrazovek a ovládacích prvků je intuitivní a rychlá na naučení.



Obrázek 6.2.1: Základní obrazovka obslužného programu.

Funkce základní obrazovky:

Základní obrazovka slouží k výběru konkrétní váhy, na které chceme spustit proces vážení. Před spuštěním procesu vážení musíme navolit konkrétní volby pro dané vážení. Spuštění vážení není možno bez vyplnění všech zadávacích polí a po spuštění vážení již není možno jednotlivé volby modifikovat. Po spuštění vážení můžeme již jenom sledovat aktuální hodnoty z procesu vážení.

Při spuštění vážení se v obrazovce pro konkrétní váhu nastaví:

- Druh produktu, který se vybere z databáze z tabulky „Výrobek“ pomocí rozbalovacího menu.
- Pracovník, který provádí vážení, se vybere z databáze z tabulky „Pracovník“ pomocí rozbalovacího menu.
- Reference, která identifikuje konkrétní měření. Referenci je možno zadat ručně vyplněním zadávacího textového pole podle zvyklosti balírny, nebo použít tlačítko vedle zadávacího pole, které referenci vygeneruje. Vygenerovaná reference se skládá z aktuálního datumu doplněno lomítkem a číslem váhy.
- Šarže výroby. Šarži je možno zadat ručně vyplněním zadávacího textového pole podle zvyklosti balírny.
- Velikost šarže v kusech. Tady se zadává počet kusů balení, které se bude balit.
- Směna, ve které se vážení provádí.

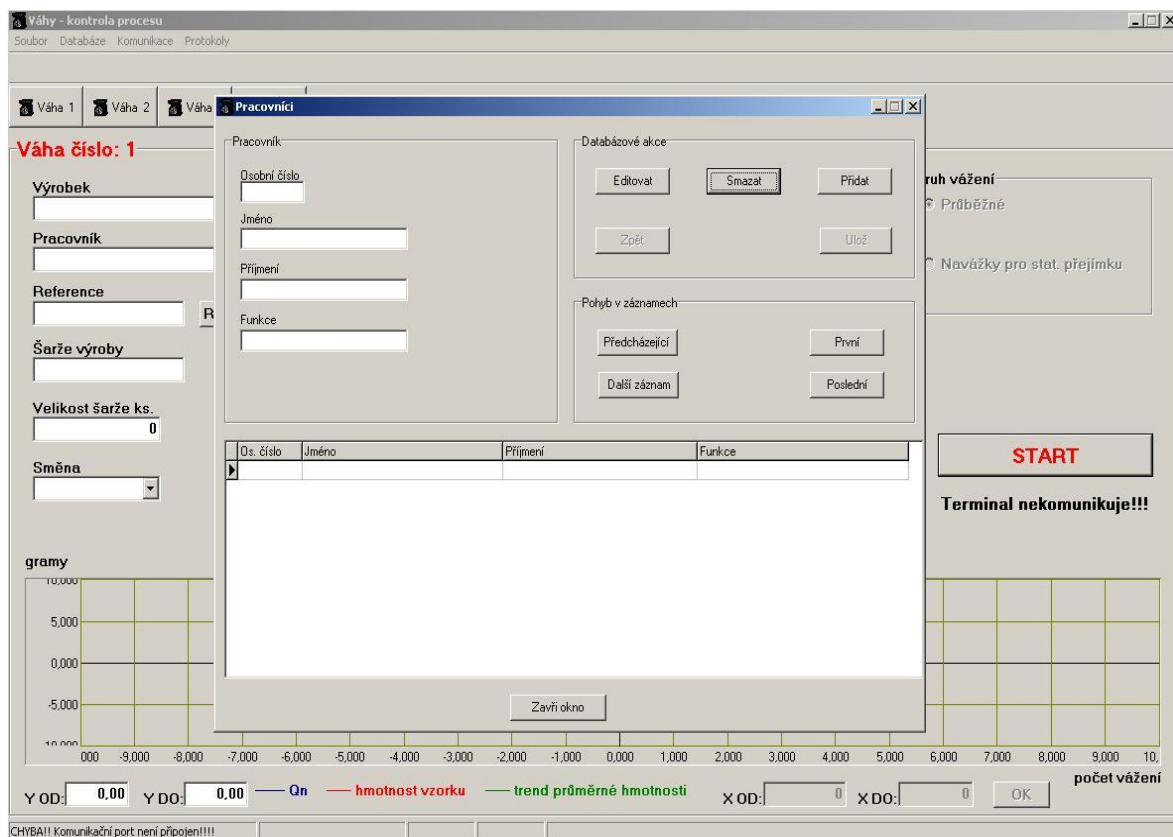
Po spuštění vážení se na obrazovce zobrazují následující informace:

- „Qn“ - je jmenovitá hmotnost produktu.
- „Tára“ - je to hmotnost obalu, do kterého se produkt balí.
- „Počet vážení“ - je aktuální hodnota počtu provedených vážení.
- „Průměr vážení Qn“ - je aktuální střední hodnota všech doposud provedených vážení.
- „Odchylka průměru od Qn“ - je rozdíl mezi hodnotou Qn a střední hodnotou všech vážení.
- „Počet vážení pod PZO“ – je počet vážení, která byla pod hranicí povolené záporné odchylky. Jedná se již o neshodné výrobky.
- „Min. hodnota vážení“ – je hodnota nejmenší hmotnosti, která byla naměřena v průběhu vážení.
- „Max. hodnota vážení“ – je hodnota nejvyšší hmotnosti, která byla naměřena v průběhu vážení.
- „Celkový čas vážení“ – je celková doba, po kterou probíhalo vážení.
- „Výběr“ – je hodnota, která udává potřebný počet vzorků pro statistickou

přejímku HBZ. Tato hodnota je závislá od velikosti šarže a je definována normou.

- „Počet vážení“ – je skutečně provedený počet vážení pro statistickou přejímku HBZ.
- „Druh vážení“ – zde se dá volit, který režim vážení chceme použít.

Ve spodní části obrazovky je okno grafu, kde jsou průběžně zobrazovány navážené hmotnosti včetně trendu průměrné hmotnosti. Graf je vždy aktuální pro konkrétní navolenou váhu.

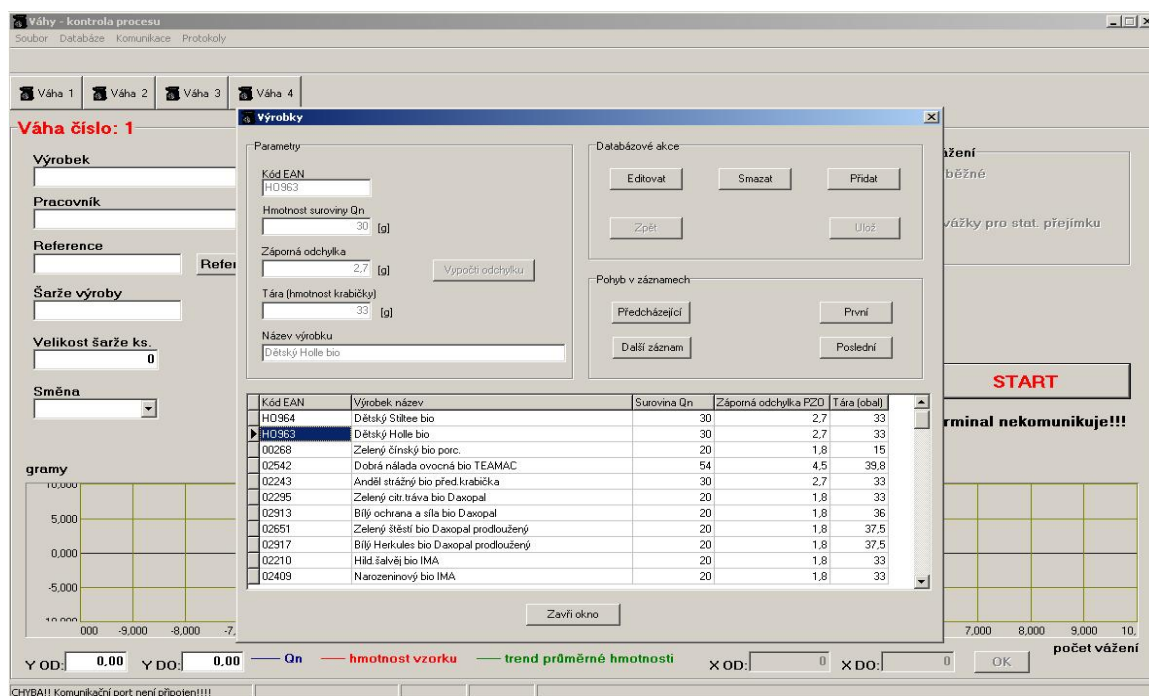


Obrázek 6.2.2: Obrázovka pro vkládání pracovníka

V programu je volba pro zavedení pracovníků do databáze, kteří jsou oprávněni provádět vážení. Taktéž je tu možnost editovat údaje již zavedeného pracovníka, nebo pracovníka vyřadit z databáze.

U jednotlivých pracovníků zadáváme následující údaje:

- Osobní číslo.
- Jméno.
- Příjmení.
- Funkci.

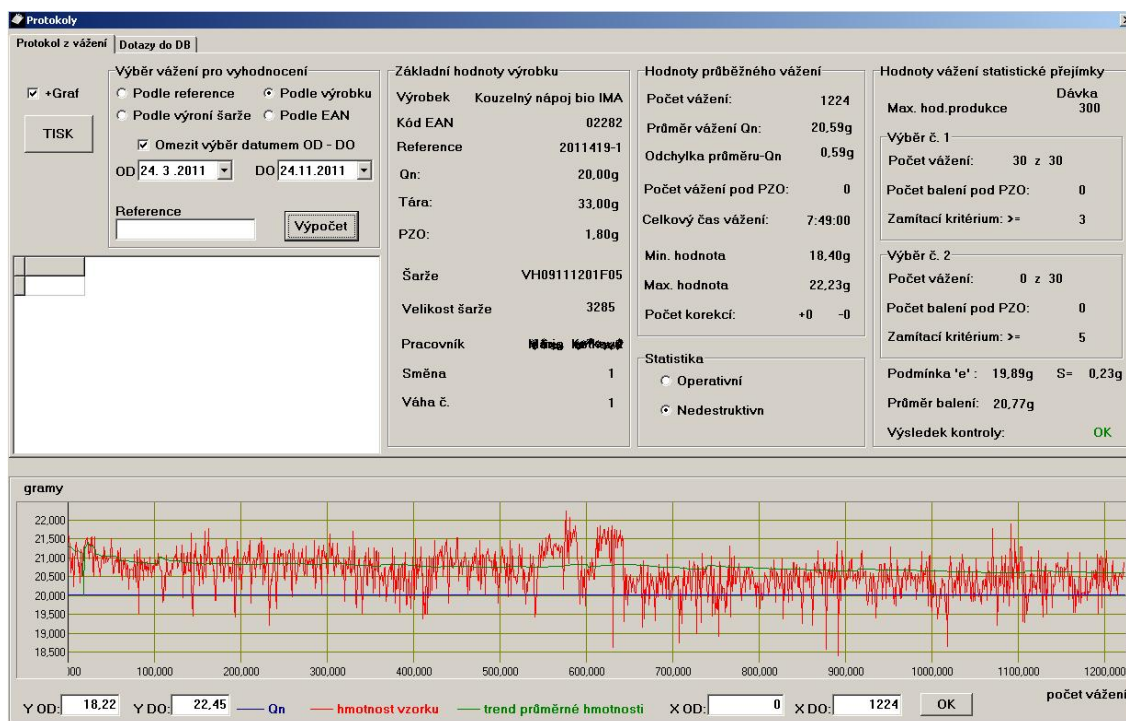


Obrázek 6.2.3: Okno pro vkládání produktů

V dalším okně máme možnost vkládat nebo editovat údaje o produktech, které vstupují do procesu balení a vážení.

V okně výrobků se zadávají údaje:

- Čárový kód produktu EAN.
- Jmenovitá hmotnost produktu.
- Povolená záporná odchylka PZO. Je to nejvyšší povolená záporná odchylka hmotnosti jednotlivého balení. Pod tuto hodnotu se balení považuje za nevyhovující.
- Tára produktu. Je to hmotnost obalu, do kterého se produkt balí. Hmotnost produktu se vypočítá z hodnoty odečtené z váhy mínus tára.
- Název produktu, což je textový popis produktu.



Obrázek 6.2.4: Okno vyhodnocení statistické přejímky

Po ukončení procesu vážení na kterékoli váze si můžeme otevřít okno, kde jsou uvedeny veškeré údaje ohledně konkrétního vážení. Jsou k dispozici jak údaje o průběžném vážení, tak údaje ze statistické přejímky. Ve spodní části okna máme možnost sledovat graf průběhu vážení.

- Červený graf zobrazuje průběh jednotlivých vážení.
- Modrý graf je ve skutečnosti přímka zobrazující žádanou hodnotu hmotnosti balení.
- Zelený graf zobrazuje trend vývoje střední hodnoty všech vážení.

Průběžné vážení:

Průběžné vážení umožňuje sledování střední hodnoty hmotnosti balení podle přílohy č.1 k vyhlášce č. 228/2000sb podle bodu 1.1. [8]

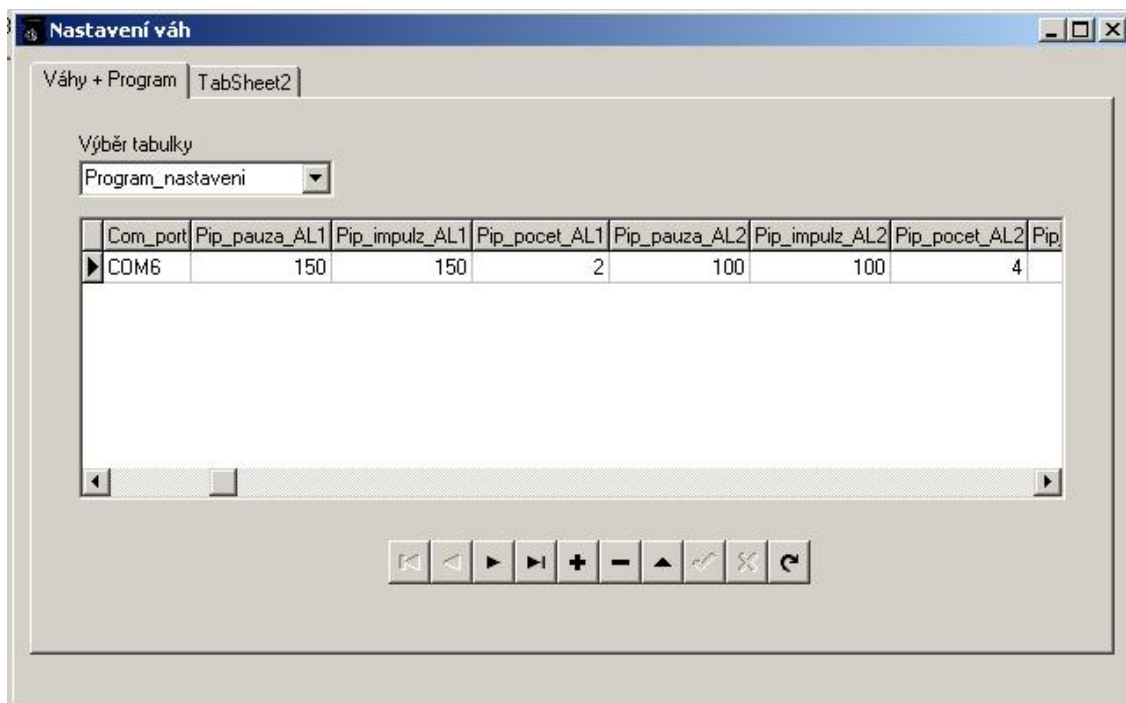
Systém ukládá všechny navážené hodnoty do databáze a průběžně kontroluje střední hodnotu vážení s tím, že o výsledku střední hodnoty vážení a počtu jednotlivých měření informuje jak na displeji PC, tak i na displeji terminálu včetně zvukové signalizace. Při záporné odchylce střední hodnoty vážení od nominální hmotnosti

upozorňuje obsluhu zvukovým signálem na terminálu, která může okamžitě provést nápravu, např. přestavení výrobních parametrů na výrobní lince, a tím provádět řízení procesu výroby.

Provádění statistické přejímky HBZ:

Systém umožňuje provádění kontroly hotových balení statistickou přejímkou podle přílohy č.2 k vyhlášce 328/2000sb. [8] Takto si balírna může ověřit jednotlivé dávky HBZ postupem, který používají metrologické orgány oprávněné pro kontrolu subjektů, a tak zjistit, jak by dopadla při kontrole.

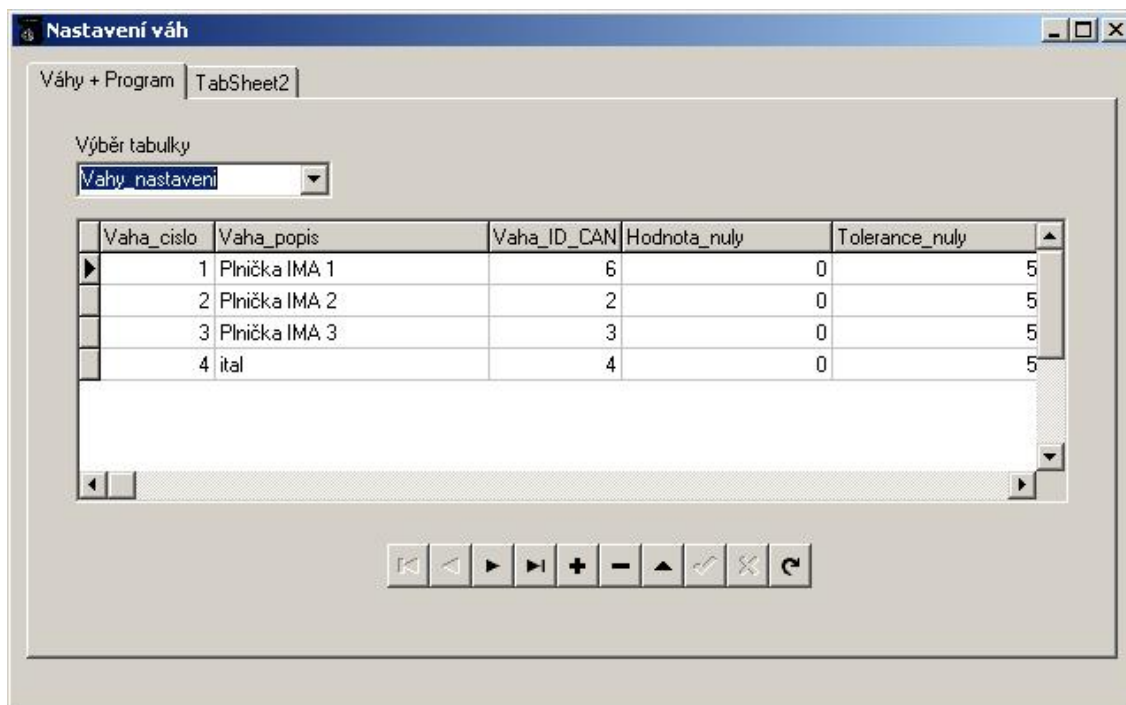
Všechny relevantní údaje o měření: datum-čas, směna, pracovník, výrobní šarže, kódu EAN, název produktu, povolená záporná odchylka, nejmenší a největší naměřená hodnota a jednotlivé hodnoty vážení jsou natrvalo uloženy v databázi SQL. Tyto hodnoty se dají dál zpracovávat pro různé výrobní statistiky a pro nastavování výrobních linek.



Obrázek 6.2.5: Okno pro nastavení parametrů programu

V okně pro nastavení programu se nastavují následující parametry:

- „Com_port“ – je číslo virtuálního COM portu pod kterým se hlásí převodník USB-CAN
- V položkách „Pip_pauza, Pip_impulz, Pip_počet“ se nastavují parametry pro čtyři různé zvukové signály.
- „Cesta_ulozeni_XLS“ - v této položce je uložena cesta do adresáře, kde se ukládají vygenerované protokoly z vážení.



Obrázek 6.2.6: Okno pro nastavení vah s kterými bude program komunikovat

V okně pro nastavení vah se nastavují následující parametry:

- „Vaha_cislo“ – je pořadové číslo váhy
- „Vaha_popis“ – je slovní popis váhy
- „Vaha_ID_CAN“ – je adresa terminálu kterou má přidělen terminál u příslušné váhy
- „Hodnota_nuly“ – je číslo které při obdržení z váhy program vyhodnocuje jako prázdnou váhu.
- „Tolerance_nuly“ – je hodnota tolerančního pásma pro položku „Hodnota_nuly“.
- „Tolerance_nad_Qn“ - je hodnota tolerance nad nominální hodnotu. Když od váhy přijde hodnota hmotnosti nad danou toleranci tato hodnota se považuje za nesmyslnou a dále se s ní nepracuje. Obsluha je o tomto informována textem i zvukovým signálem.
- „Max_hod_produkce“ – je hodnota která udává maximální hodinovou produkci balení, kterou technologie dokáže vyprodukovat.

- „Povoleni_vahy“ – je hodnota sloužící na povolování váhy. Když je hodnota nastavena na 0 vizuální část programu danou váhu nezobrazuje, a i komunikace směrem k váze je zastavena.
- „Cislo_klavesy_navazky“ – v této položce je číslo klávesy která se na terminálu používá na přepínání typu vážení. (průběžné vážení / návažky)
- „Cislo_klavesy_pridat“ - v této položce je číslo klávesy která se na terminálu používá na potvrzování akce zvýšení dávky na plnicím stroji
- „Cislo_klavesy_ubrat“ - v této položce je číslo klávesy která se na terminálu používá na potvrzování akce snížení dávky na plnicím stroji

7 DATABÁZE PRO UKLÁDÁNÍ DAT

7.1 Výběr databáze

V současnosti máme k dispozici různé databázové systémy.

Nejznámější jsou:

MS Access, Oracle, MS SQL server, My SQL server.

Databáze Oracle, MS SQL server, My SQL server jsou určeny pro rozsáhlé databáze. Je u nich potřebná instalace databázových strojů a kromě My SQL jsou i placené.

Databáze MS Access je souborová databáze, která se dá distribuovat a zálohovat jednoduchým kopírováním souboru s databází. Toto je výhoda hlavně v malých provozovnách, kde si nemohou dovolit zaměstnávat IT specialistu. Protože v aplikaci pro vážení nebude zapotřebí velké množství tabulek, nepředpokládám práci s velkým objemem dat ani s využíváním vzdáleného přístupu k databázi, zvolil jsem si tuto databázi pro realizaci vážicího systému. S databází bude program komunikovat přes datové zdroje ODBC.

Protože se pro komunikaci s databází přes ODBC používají příkazy jazyka SQL, nebude v případě potřeby velký problém přejít na jiný typ SQL databáze.

7.2 Struktura databáze

V databázi budou definovány následující tabulky:

- Tabulka zaměstnanců.
- Tabulka výrobků.
- Tabulka s nastaveními programu.
- Tabulka pro parametry používaných vah.
- Tabulka pro hlavičky vážení jednotlivých šarží.
- Tabulka pro konkrétní hodnoty všech vážení.

OSOBA			
P_cislo	Integer	NN	
ID	Integer	NN (PK)	
Jmeno	Varchar2(40)	NN	
Prijmeni	Varchar2(40)	NN	
Funkce	Varchar2(40)		

Obrázek 7.2.1 Tabulka zaměstnanců

VYROBEK			
P_cislo	Integer	NN	
ID	Integer	NN (PK)	
Kod_EAN	Varchar2(13)		
Nazev	Varchar2(40)		
Qn	Float	NN	
Odchylka_PZO	Float	NN	
Tara	Float	NN	
Hustota	Float		
Korekce_Tary	Float	NN	

Obrázek 7.2.2 Tabulka výrobků

VAHA_NASTAVENI			
Vaha_cislo	Integer	NN (PK)	
Vaha_popis	Varchar2(40)		
Vaha_ID_CAN	Integer	NN	
Hodnota_nuly	Float	NN	
Tolerance_nuly	Float	NN	
Tolerance_pod_PZO	Float	NN	
Tolerance_nad_Qn	Float	NN	
Povoleni_vahy	Integer	NN	
MAX_hod_produkce	Integer	NN	
Cislo_klavesy_navazky	Integer	NN	
Cislo_klavesy_pridat	Integer	NN	
Cislo_klavesy_ubrat	Integer	NN	
Navazky_cekat_potvrzeni	Integer	NN	

Obrázek 7.2.3

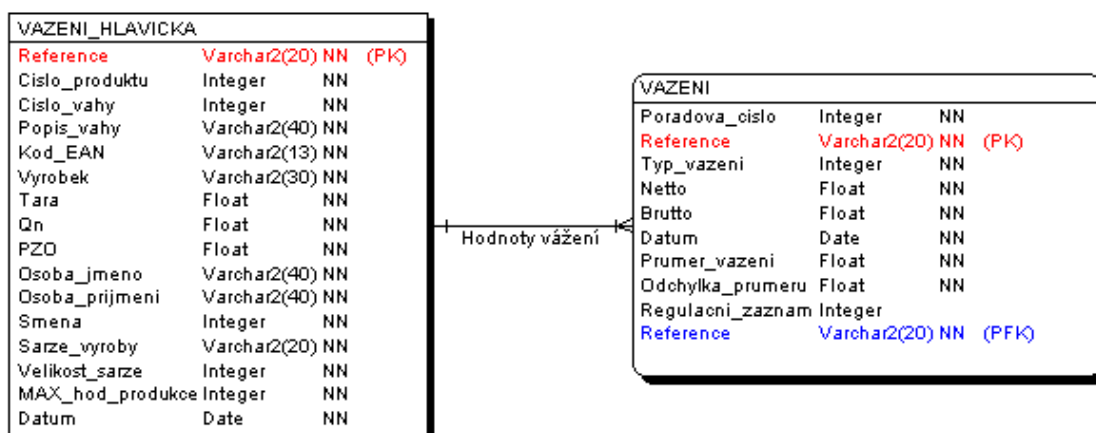
Tabulka s nastaveními programu

PROGRAM_NASTAVENI			
ID	Integer	NN (PK)	
COM_PORT	Integer	NN	
Pip_pauza_AL1	Integer	NN	
Pip_impulz_AL1	Integer	NN	
Pip_pocet_AL1	Integer	NN	
Pip_pauza_AL2	Integer	NN	
Pip_impulz_AL2	Integer	NN	
Pip_pocet_AL2	Integer	NN	
Pip_pauza_AL3	Integer	NN	
Pip_impulz_AL3	Integer	NN	
Pip_pocet_AL3	Integer	NN	
Pip_pauza_OK	Integer	NN	
Pip_impulz_OK	Integer	NN	
Pip_pocet_OK	Integer	NN	
Cesta_ulozeni_XLS	Varchar2(50)	NN	
Cesta_ulozeni_BMP	Varchar2(50)	NN	
Cesta_ulozeni_zalohy_DB	Varchar2(50)	NN	
Cesta_ulozeni_DB	Varchar2(50)	NN	

Obrázek 7.2.4

Tabulka pro parametry používaných vah

Tabulky podle obrázků 7.2.1, 7.2.2, 7.2.3, 7.2.4 slouží na ukládání a editaci příslušných dat pomocí editovacích formulářů které poskytuje program.



Obrázek 7.2.5 Tabulka pro vážení jednotlivých šarží

Tabulky podle obrázku 7.2.5 nejsou dostupné pro editaci. z programu.

Při spuštění procesu vážení je v tabulce „VAZENI_HLAVICKA“ vytvořen záznam o probíhající vážení, kde jsou uloženy všechny důležité informace o konkrétním vážení a je zde unikátní identifikátor „Reference“. V průběhu vážení se do tabulky „VAZENI“ zapisují všechny zvážené hmotnosti jednotlivých balení, a každý záznam je svázán přes unikátní klíč „Reference“ s příslušnou hlavičkou.

8 ZÁVĚR

V bakalářské práci jsem se snažil popsat problematiku hotově baleného zboží. Navrhnout systém vážení a vyhodnocení navážených hodnot k tomu, aby balírna splnila všechny předpoklady k získání oprávnění od ČMI používat symbol „e“ na svých výrobcích. Vytyčený cíl se mi podařilo splnit a zprovoznit síť se sedmi váhami.

Z toho šest vah je umístěno u baličích linek, kde obsluha odebírá jednotlivá balení, která opouštějí baličku ručně, a tato balení váží před tím, než je uloží do krabice. Tady probíhá 100% kontrola. Obsluha je podle očekávání spokojená, protože nemusí už sledovat číselný údaj na váze a rozhodovat o shodnosti balení, ale stačí jí, aby se řídila jen zvukovým signálem z terminálu. Jeden terminál s váhou je namontován na automatické plnicí lince, která je přímo spojená dopravníkem s foliovacím a kartonovacím strojem. Tady je využito i digitálních výstupů z terminálu, které jsou zapojeny do vstupů PLC stroje. Podle výsledků vážení jsou aktivovány výstupy terminálu, na které reaguje PLC tím, že krabičku posune pneumatickým vysouvačem směrem do fóliovačky, nebo druhým pneumatickým vysouvačem směrem do odpadu viz fotografie v přílohách. Tady také probíhá 100% kontrola jednotlivých balení.

Literatura

- [1] SPURNÝ, František; KOCOUREK, Petr. *Fieldbus* [online]. 1998 [cit. 2011-05-24]. CAN Controller Area Network. Dostupné z WWW: <<http://fieldbus.feld.cvut.cz>>.
- [2] *CAN Specification*. Stuttgart : Robert Bosch GmbH, 1991. 72 s.
- [3] ZEŽULKA, František. *Prostředky průmyslové automatizace*. Brno : VUTIUM, 2004. 165 s.
- [4] HOULETTE, Forrest. *SQL – příručka programátora*. Praha : SOFTPRESS s.r.o., 2001. 384 s.
- [5] ŠIMŮNEK, Milan. *SQL kompletní kapesní průvodce*. Praha : Grada, 1999. 248 s.
- [6] TEIXEIRA, Steve. *Mistrovství v Delphi 6*. Praha : Computer Press, 2002. 822 s.
- [7] *Přesné elektronické váhy Návod k použití*. Vibra : Vibra, 2005. 40 s.
- [8] Česko. Vyhláška ministerstva obchodu a průmyslu č. 328/2000 sb. ve znění vyhlášky č. 404/2008 sb.. In *Vyhláška*. 2008, s. 11.
- [9] *HOTOVÉ BALENÉ ZBOŽÍ V KOSTCE*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2003. 35 s.
- [10] *ATMEL AT-MEGA 64* [online]. USA : ATMEL, 2009. 392 s. Dostupné z WWW: <http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2490.pdf>.
- [11] *Stand-Alone CAN Controller With SPI Interface* [online]. USA : Microchip, 2005. 84 s. Dostupné z WWW: <<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/21801d.pdf>>.
- [12] *High-Speed CAN Transceiver*. USA : Microchip, 2010. 24 s. Dostupné z WWW: <<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/21667f.pdf>>.
- [13] *MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS RECEIVERS*. Dallas : Texas Instruments, 2011. 17 s. Dostupné z WWW: <<http://focus.ti.com/lit/ds/symlink/max232.pdf>>.
- [14] *LM2576/LM2576HV Series SIMPLE SWITCHER 3A Step-Down Voltage Regulator*. Dallas : National Semiconductor, 2004. 25 s. Dostupné z WWW: <<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet2/0/01pa5s48tr4qf4wz3sj8kk6cadyy.pdf>>.

SEZNAM TABULEK

Tabulka 4.1: Seznam nejpoužívanějších sběrnic	12
Tabulka. 4.2.1: doporučené vzdálenosti vedení CAN	15
Tabulka. 5.1.1: Význam jednotlivých ASCII znaků z váhy	20
Tabulka 5.1.7.1: Popis identifikátorů zpráv	27

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 3.1: Blokové schéma principu sběru dat	10
Obrázek 4.1.1: Síť komunikačních terminálů s hvězdicovou topologií	13
Obrázek 4.2.1: Principiální struktura sítě CAN podle ISO 11898	15
Obrázek 4.2.2: Síť komunikačních terminálů se sběrníkovou topologií	16
Obrázek 5.1.1: Vývojový diagram pro funkce terminálu	18
Obrázek 5.1.7.1: Úvodní sekvence CAN zprávy	25
Obrázek 5.1.7.2: Zakončení CAN zprávy	26
Obrázek 5.2.1: Blokové schéma terminálu	28
Obrázek 6.1.1: Vývojový diagram zpracování příchozích zpráv v PC	32
Obrázek 6.2.1: Základní obrazovka obslužného programu	33
Obrázek 6.2.2: Obrazovka pro vkládání pracovníka	36
Obrázek 6.2.3: Okno pro vkládání produktů	37
Obrázek 6.2.4: Okno vyhodnocení statistické přejímky	38
Obrázek 6.2.5: Okno pro nastavení parametrů programu	40
Obrázek 6.2.6: Okno pro nastavení vah	41
Obrázek 7.2.1: Tabulka zaměstnanců	44
Obrázek 7.2.2: Tabulka výrobků	44
Obrázek 7.2.3: Tabulka s nastaveními programu	44
Obrázek 7.2.4: Tabulka pro parametry používaných vah	44
Obrázek 7.2.5: Tabulka pro vážení jednotlivých šarží	45

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1. Plošné spoje terminálu

Příloha 2. Fotografie implementace terminálů v provozu, vzor protokolu z
vážení

Příloha 3. CD s elektronickými texty, katalogovými listy, zdrojovými kódy,
plošné spoje a schéma.

Příloha 1. Schéma a plošné spoje terminálu

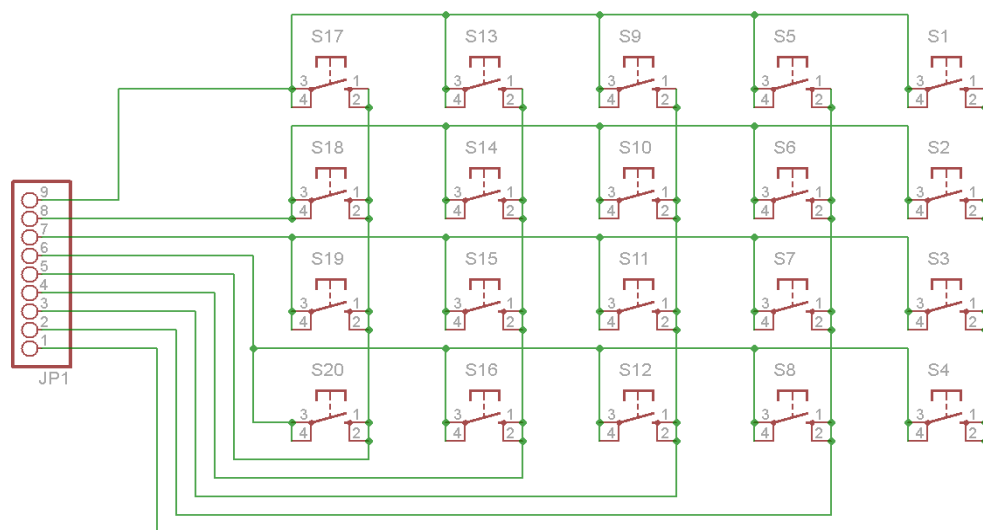
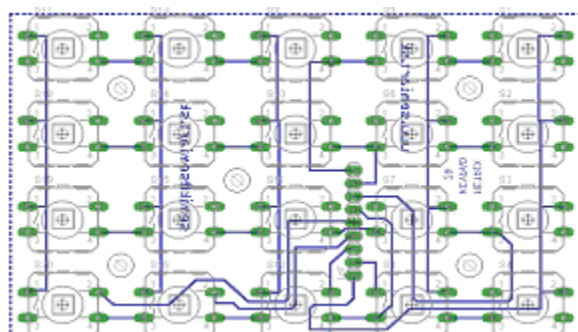
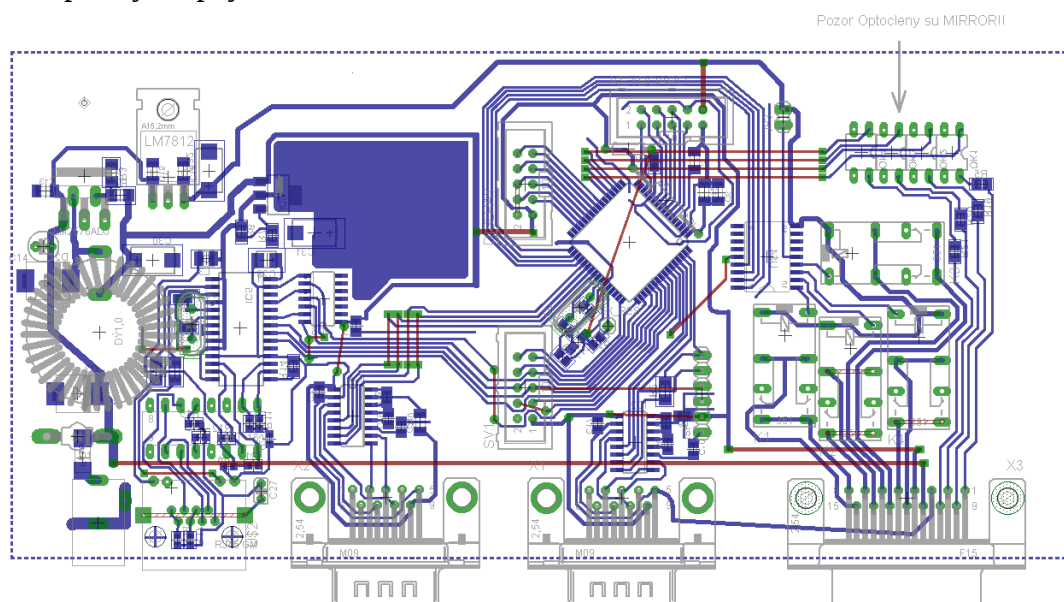


Schéma zapojení klávesnice



Deska plošných spojů klávesnice



Deska plošných spojů terminálu

Příloha 2. Fotografie implementace terminálů v provozu



Obrázek nainstalované váhy včetně pneumatických vysouvačů na automatickém plicím stroji.



Obrázek nainstalovaného terminálu na automatickém plnicím stroji.
Výstupy z terminálu jsou připojeny na vstupy PLC stroje S7-300. Na základě výsledku vážení PLC ovládá pneumatické vysouvače.



Obrázek nainstalovaného terminálu na plicím stroji s ručním odebráním. Tady obsluha ručně odebírá jednotlivá balení, s tím že každé balení projde procesem zvážení.

PROTOKOL O PRŮBĚŽNÉ KONTROLE A NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKE

Ženský čaj bio IMA

Data výrobku		Výsledky průběžného vážení	
Kód EAN:	2299	Počet vážení:	229
Qn:	30g	Průměr všech vážení:	30,58g
Tára:	33g	Odchylka průměru od Qn:	0,58g
PZO:	2,7g	Počet vážení pod PZO:	1
Reference:	2011418-3	Min. hodnota:	25,43g
Šarže:	VH11030101F03	Max. hodnota:	32,00g
Velikost šarže:	2270	Korekce:	+0 -0
Pracovník:	a	Začátek vážení:	18.4.2011 13:22:00
Směna:	1	Konec vážení:	18.4.2011 15:22:00
Váha:	Plnička IMA 2	Celkový čas vážení:	2:00:00

Výsledky statistické přejímky

Maximální hodinová produkce: 300

Výběr č.1

Počet vážení: 30 z 30
 Počet balení pod PZO: 0
 Zamítací kritérium: >= 3
 Podmínka splněna: ANO

Výběr č.2

Počet vážení:
 Počet balení pod PZO:
 Zamítací kritérium: >=
 Podmínka splněna:

Směrodatná odchylka: 0,34g
 Podmínka 'e': 29,83g
 Průměr balení: 30,87g
 Podmínka splněna: ANO

Dávka vyhověla: ANO

Schválil:

Datum: 24.5.2011 15:45:51

