

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV RADIOELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND
COMMUNICATION
DEPARTMENT OF RADIO ELECTRONICS

GSM KOMUNIKÁTOR PRO VÝTAH THE GSM COMMUNICATOR FOR LIFT

SEMESTRÁLNÍ PROJEKT
BACHELOR'S PROJECT

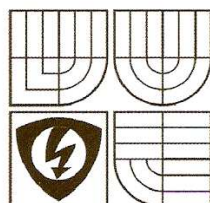
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Jan Půhoný

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Jan Kovář

BRNO, 2007



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav radioelektroniky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Elektronika a sdělovací technika

Student: Půhoný Jan
Ročník: 3

ID: 78406
Akademický rok: 2007/08

NÁZEV TÉMATU:

GSM komunikátor pro výtah

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Navrhněte zařízení, které bude sloužit k nouzové komunikaci z kabiny výtahu v případě jeho poruchy. Zařízení bude vybaveno sériovým portem, přes který bude přijímat stavové kódy řídicí jednotky výtahu, na základě těchto kódů bude posílat SMS zprávy s popisem stavu. Zařízení bude složeno ze dvou modulů. Modul A je určen pro umístění do výtahové kabiny, modul B bude umístěn ve strojovně výtahu. Obě části budou spojeny dvou vodičovým vedením délky až 100 m, které bude tvořeno závěsným kabelem. Zařízení zrealizujte a pečlivě ověřte jeho funkčnost.


DOPORUČENÁ LITERATURA:

- [1] BURKHARD, M. C pro mikrokontroléry. Praha: BEN – technická literatura, 2006.
- [2] HRBÁČEK, J. Komunikace mikrokontroléru s okolím 1. Praha: BEN – technická literatura, 2000. ISBN 80-86056-42-2
- [3] HRBÁČEK, J. Komunikace mikrokontroléru s okolím 2. Praha: BEN – technická literatura 2000. ISBN 80-86056-73-2
- [4] WISMO Quik Q2400 Series – Q2400 Product Specification [online]. [Cit. 15.10.2007]. Dostupné z URL: <http://www.wavecom.com>

Termín zadání: 11.2.2008

Termín odevzdání: 6.6.2008

Vedoucí projektu: Ing. Jan Kovář


prof. Dr. Ing. Zbyněk Raida
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 § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

LICENČNÍ SMLOUVA
POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO

uzavřená mezi smluvními stranami:

1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Jan Půhoný
Bytem: Hemže 33, Choceň 56501
Narozen: 27. května 1986 ve Vysokém Mýtě (dále jen „autor“)

a

2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
se sídlem Údolní 53, Brno, 602 00
jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:
prof. Dr. Ing. Zbyněk Raida, předseda rady oboru Elektronika a sdělovací
technika
(dále jen „nabyvatel“)

Čl. 1

Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):

- disertační práce
 - diplomová práce
 - bakalářská práce
 - jiná práce, jejíž druh je specifikován
jako
- (dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: GSM komunikátor pro výtah

Vedoucí/ školitel VŠKP: Ing. Jan Kovář

Ústav: Ústav radioelektroniky

Datum obhajoby VŠKP: _____

VŠKP odevzdal autor nabyvateli*:

- v tištěné formě – počet exemplářů: 2
- v elektronické formě – počet exemplářů: 2

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.

3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.

* hodící se zaškrtněte

4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

Článek 2

Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
 - ihned po uzavření této smlouvy
 - 1 rok po uzavření této smlouvy
 - 3 roky po uzavření této smlouvy
 - 5 let po uzavření této smlouvy
 - 10 let po uzavření této smlouvy (z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/ 1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

Článek 3

Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne: 6. června 2008

.....
Nabyvatel

.....
Autor

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci na téma GSM KOMUNIKÁTOR PRO VÝTAH jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího semestrálního projektu 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 tohoto projektu 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 § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V BRNĚ DNE 6. ČERVNA 2008

.....
PODPIS AUTORA

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Janu Kovářovi za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mého semestrálního projektu.

Děkuji za spolupráci společnosti Vymtahy s.r.o. - www.vymtahy.com , pro kterou toto zařízení vzniká. Tato společnost financuje náklady spojené s vývojem a testováním zařízení.

V BRNĚ DNE 6. ČERVNA 2008

.....
PODPIS AUTORA

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá návrhem výtahového komunikátoru pro přivolání pomoci v případě uvíznutí osob v kabině výtahu. Zařízení se sestává ze dvou částí – *jednotky pro kabinu výtahu* (s nouzovým tlačítkem a obvodem pro hlasitou hovorovou komunikaci) a *jednotky s GSM modulem*, která je umístěna ve strojovně a zajišťuje spojení s dispečinkem. Propojení obou jednotek je provedeno dvoužilovým závěsným kabelem. Jednotka pro kabinu výtahu může být použita také jako autonomní systém, pokud bude připojena přímo k telefonní lince (analogové). Řídicí jednotka s GSM modulem umožňuje do budoucna (ve spojení s řídicím systémem výtahu) realizovat funkce jako“ hlásič pater nebo vzdálenou zprávu výtahového systému.

Abstract

In this bachelor thesis a microcontroller is applied to a defined and practical construction of THE GSM COMMUNICATOR FOR LIFT. This unit is constructed as a small low-cost emergency speech system for lifts. There are two units – one for the cab box (speech) and the other one for the machine room (GSM connection to the dispatching centre). The connection between these units is realized only by a two-wire aerial cable. The communication to the dispatching centre is based on GSM Wavecom module to send the information about the lift status via SMS messages and audio signal for speech from the cab box.

Klíčová slova

GSM komunikátor
Výtahový komunikátor
Telefonní linka
Hlásič pater
Dual Tone Multifrequency

Keywords

GSM communicator
Lift communicator
Telephone line
Floor signal
Dual Tone Multifrequency

Bibliografická citace

PŮHONÝ, J. *GSM komunikátor pro výtah*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2008. 28 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jan Kovář.

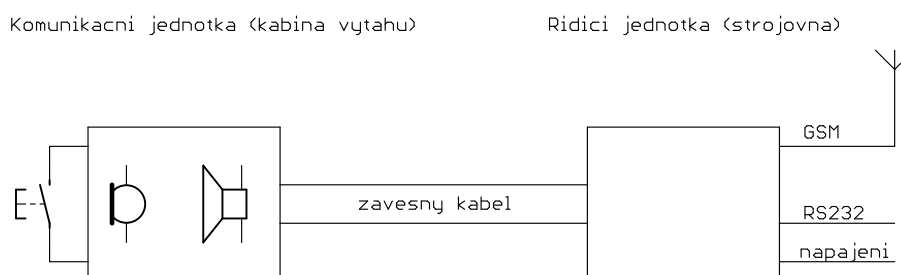
Obsah

Bibliografická citace.....	1
1 Úvod.....	1
2 Návrh zařízení	1
2.1 Parametry telefonních linek.....	1
DTMF signalizace.....	2
Kódování DTMF.....	2
Dekódování DTMF.....	4
2.2 Ověřovací zapojení duplexní audio linky.....	5
Telefonní obvod U4090B-P.....	5
Hovorová část.....	5
Obvody mikrokontroléru.....	6
Software pro mikrokontrolér.....	6
Telefonní obvod AS2524.....	6
Hovorová část.....	7
Obvody mikrokontroléru.....	8
Software pro mikrokontrolér.....	8
2.3 Napájení linky.....	8
3 Komunikační jednotka pro kabinu výtahu (komunikační jednotka).....	9
3.1 Uživatelské vlastnosti.....	9
3.2 Výběr součástí.....	9
3.3 Obvodové řešení.....	11
Analogová část.....	11
Obvody mikrokontroléru	13
DTMF dekodér.....	13
Audio paměť.....	13
Filtr pro generování signálu DTMF mikrokontrolérem.....	15
3.4 Software pro mikrokontrolér komunikační jednotky.....	16
Inicializace.....	17
Servisní nastavení - void Servis ().....	18
Obsluha přerušení - static void interrupt.....	18
Přijetí DTMF – void DTMF_in ().....	19
Obsluha IO1 – AS2524.....	19
Obsluha IO3 – ISD1600B.....	20
3.5 Plošný spoj.....	20
4 Jednotka s GSM modulem pro strojovnu výtahu (řídící jednotka).....	21
4.1 Obvodové řešení.....	21
Napájecí zdroj.....	22
GSM modul.....	23
Převodník RS232.....	25
4.2 Software pro GSM modul Q2686.....	26
Používané knihovny.....	27
adl_sms_send.....	27
adl_sim.....	27
adl_call.....	27
5 Závěr.....	28
6 Rejstříky a seznamy.....	29
6.1 Seznam použité literatury.....	29

6.1.1 Literární zdroje informací	29
6.1.2 Elektronické zdroje informací.....	29
6.2 Abecední seznam zkratek.....	30
6.3 Seznam obrázků.....	30
6.4 Seznam tabulek.....	31
7 Přílohy.....	32
7.1 Seznam příloh.....	32

1 Úvod

Cílem bakalářské práce je navrhnout výtahový komunikátor, sloužící k nouzové komunikaci z kabiny výtahu v případě uváznutí cestujícího v této kabině. Komunikace je navázána po stisku nouzového tlačítka (se symbolem zvonku v kabině výtahu) přímo na dispečink výtahové firmy, případně libovolné telefonní číslo. Spojení je realizováno prostřednictvím GSM sítě (*Global System for Mobile communications*) náhradou za starší systémy využívající pevné telefonní linky, jejichž provozování je ve srovnání s GSM drahé. Systém je však zpětně kompatibilní a je tedy možné spojení realizovat i připojením k JTS (*Jednotná Telefonní Síť*). Z důvodu omezení zneužití nebo nechtěného stisku je nutno tlačítko nouzového volání držet minimálně 3 sekundy, aby byl hovor uskutečněn.



Obr 1: Blokové schéma systému

Navržené zařízení se skládá ze dvou částí, které jsou propojeny závěsným kabelem ve výtahové šachtě. Jedná se o hlavní jednotku s GSM modulem (umístěna ve strojovně výtahu) a komunikační jednotku pro výtahovou kabinu. Veškerá komunikace, napájení i signalizace mezi jednotkami je vyřešena pouze dvou vodičově. Umístění GSM modulu v kabině výtahu není možné, protože výtahová šachta je obvykle armováním budovy silně stíněna a úroveň GSM signálu je v některých případech nedostačující.

2 Návrh zařízení

2.1 Parametry telefonních linek

Pro spojení komunikační jednotky s řídicí jednotkou ve strojovně je použita standardní telefonní linka. Dle normy je linka dvou vodičová a má definovanou impedanci 600Ω . Vyzváněcí napětí má úroveň $75V / 25Hz$, linkové napětí $60V DC$ a proud přibližně $30mA$ [8]. Pro napájení linky se používají velké indukčnosti, dnes obvykle různá zapojení proudových zdrojů nebo gyrátorů. Po praktických zkouškách jsem se v této první verzi zařízení spokojil s napájením linky pomocí zdroje cca $24V$ a rezistorů $2 \times 330\Omega$. Tato konfigurace se běžně používá u menších pobočkových ústředěn.

DTMF signalizace

DTMF (*Dual Tone Multi Frequency*) DTMF - je tón využívaný pro signalizaci v telekomunikační technice (tónová volba), který je složen ze dvou sinusových signálů o přesně dané frekvenci. Hodnoty jednotlivých frekvencí jsou voleny tak, aby nebylo příliš součástkově náročné vytvořit frekvenční filtry a zároveň, aby bez problémů prošly telekomunikačními telefonními cestami, kde je zaručena maximální šířka pásma cca 0.3 - 3.4 kHz. DTMF nebyla vyvinuta pro přenos dat. Je určena pouze pro přenos ovládacích signálů. Standard DTMF přenosu je 50ms trvání tónu ku 50ms "ticha". Při vyšších rychlostech nastávají problémy se synchronizací a časováním.

f [Hz]	1209	1336	1477	1633
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

Tabulka 1: Frekvence DTMF tónů [8]

Jak ukazuje tabulka, jedná se vždy o dvě frekvence, které se amplitudově sčítají. Čísla na průsečíku dvou frekvencí odpovídají standardnímu rozložení klávesnice telefonu a přiřazení frekvencí jednotlivým tlačítkům. Oba vstupní průběhy musejí být sinusové a měly by mít stejnou amplitudu. Norma uvádí odchylky frekvencí typicky ± 0.7 a max. $\pm 1.5\%$ od nominální hodnoty. Vyšší z obou frekvencí může mít větší amplitudu - maximálně o 4 dB. Tomuto posunu se říká "twist" [8].

Kódování DTMF

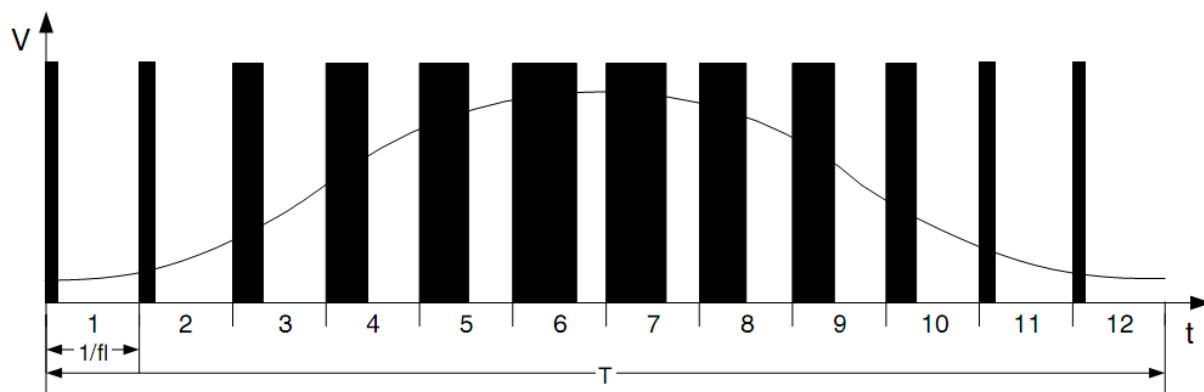
V konstrukci komunikační jednotky pro kabinu výtahu je využito vytváření DTMF tónu přímo pomocí modulu PWM v mikrokontroléru. Princip této metody byl převzat z [11], [12] a upraven pro použití na mikrokontroléru PIC 16F628A.

Konkrétní příklad vytvoření DTMF kódu bude uveden např. pro číslici 5, která je reprezentována frekvencemi $f_a=1336\text{Hz}$ a $f_b=770\text{Hz}$. Tyto dvě frekvence jsou převedeny na DTMF signál dle následujícího vztahu:

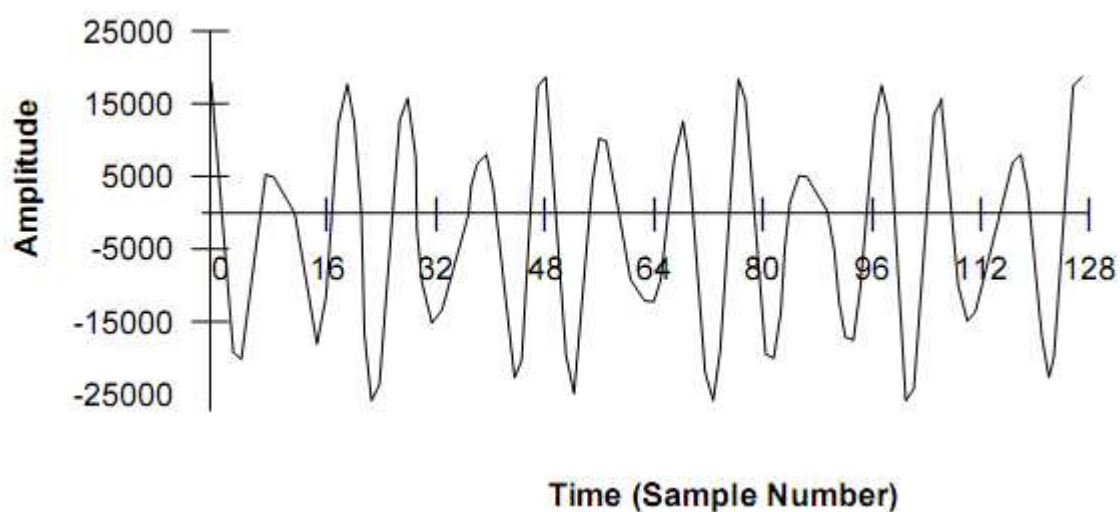
$$f(t) = A_a \sin(2\pi f_a t) + A_b \sin(2\pi f_b t), \quad (1)$$

kde amplitudy signálů A_a a A_b musí splnit poměr:

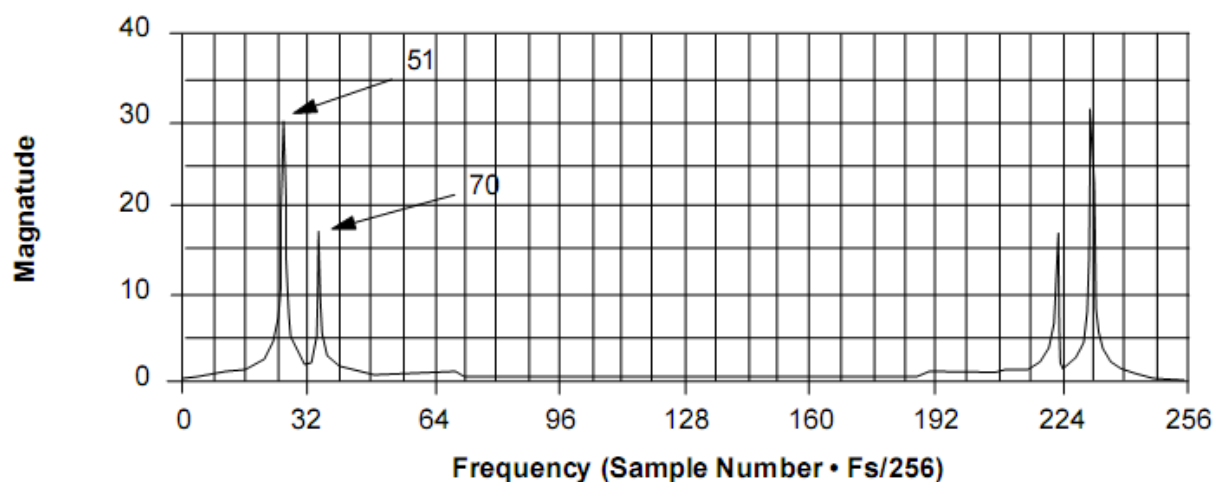
$$A_b/A_a = K \quad 0,7 < K < 0,9. \quad (2)$$



Obr 2: Princip generování sinusového signálu pomocí PWM [11]



Obr 3: Průběh generovaného DTMF signálu v závislosti na čase [12]

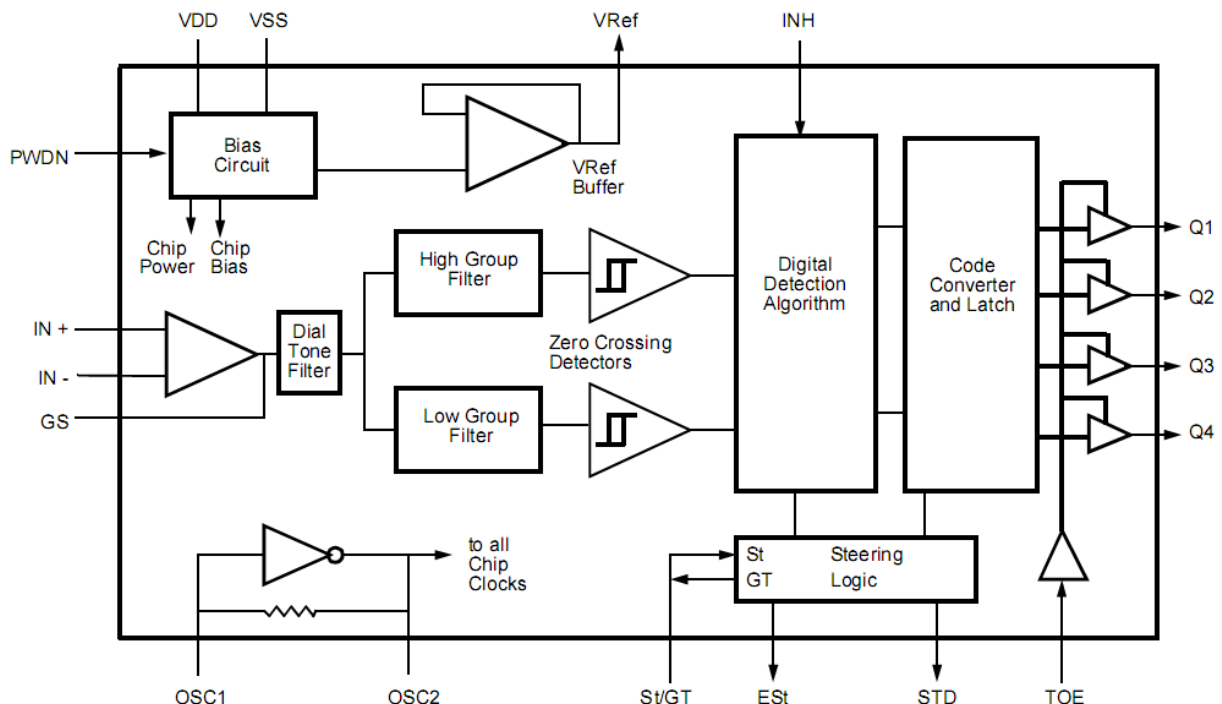


Obr 4: Spektrum DTMF signálu [12]

Princip generování DTMF kódu nejlépe vystihují obrázky 2, 3 a 4. Z průběhu jednoduchého tónu na obr. 2 vyplývá, že za výstupem z PWM modulu musí být zapojen filtr – DP (*Dolní Propust*). Časový průběh výsledného DTMF signálu ukazuje obr. 3 a na obr. 4 je spektrum takového signálu.

Dekódování DTMF

K dekodování DTMF jsou využity integrované dekodéry MT8870 s paralelním výstupem dat. Pokud je zachycen platný DTMF kód, objeví se jeho binární hodnota na výstupech Q. Informace o přijatém kódu je na výstupu STD (log 1 pokud je přijata platná kódová sekvence). Tato informace je zpracována mikrokontrolérem a je přijat DTMF znak. Na následujícím obrázku je blokové schéma integrovaného dekodéru MT8870. Přijatý signál je rozdělen frekvenčními filtry (High Group Filter a Low Group Filter) na horní a dolní část rozsahu DTMF signalizace. Jsou detekovány jednotlivé frekvence DTMF signálu a výsledek dekodování je přenesen na výstupy Q1 – Q4. Obvod dále obsahuje oscilátor, který vyžaduje externí krystal s frekvencí 3,57MHz. K tomuto oscilátoru je možné připojit i řídicí mikrokontrolér tak, aby oba obvody byly v synchronizaci. Této možnosti je využito ve finálním návrhu komunikační jednotky. K lince je dekodér připojen dle zapojení v [5] – jednoduše přes oddělovací kondenzátor do vstupu IN -.



Obr 5: Blokové schéma použitého dekodéru DTMF - Mitel MT8870 [5]

2.2 Ověřovací zapojení duplexní audio linky

Výběr IO a realizace zapojení duplexní audio linky byl náročnější než jsem očekával. V průběhu práce byly vyzkoušeny dva IO – U4090B-P a AS2524. V této kapitole budou v krátkosti popsány testovací desky pro jednotlivé IO, které vznikly jako produkt vývoje. Oba obvody patří do kategorie telefonních IO, kde se výrobce snaží do jednoho pouzdra integrovat především analogovou část přístroje a řízení nechává na mikrokontroléru zákazníka.

Pro ověření funkce telekomunikačních obvodů U-4090B-P a AS2524 byly navrženy dvě pokusné desky plošných spojů a zapojení s těmito obvody bylo realizováno.

Telefonní obvod U4090B-P

Hovorová část

Integrovaný obvod U4090B-P je určen pro stolní telefony nebo automatické telefonní systémy [7]. Obsahuje vše potřebné pro zajištění napájení z linky (obvod napájecího zdroje) připojeného mikrokontroléru, funkci HF (*Hands Free*), audio zesilovač, potlačení místních vazeb a elektronickou vidlici. Dále detektor vyzváněcího signálu a DC – DC měnič pro zajištění napájení při vyzvánění. Vyrábí se v pouzdru SSO 44 (SMD) v provedení kompatibilním se směrnicí ROHS (Pb – free). Podrobné schema zapojení a návrh DPS jsou uvedeny v přílohách 1, 2, 3 a 4.

Navržené zapojení vychází z doporučení výrobce [7]. K IO1 je připojen mikrokontrolér, který řídí funkce obvodu podle [7]. Jedná se o jednoduché paralelní řízení. Mikrofon je povolován LOG H (Logická hodnota „1“) na bázi T3, reproduktor je připojen k příslušnému výstupu zesilovače IO1 (pin 2, PAD2). Rezistory R12 – R14 řídí zisk zesilovače IO1, prostřednictvím vodičů GSA1 – GSA3 od IO3. Vstupy MUTX a MUTR (pin 25 a 35) vybírají příslušný mód funkce obvodu. Usměrnovací můstek M1 zajišťuje správnou polaritu připojení k lince, kondenzátor C7 slouží pro průchod vyzváněcího signálu a v tomto zapojení není využit. Stejně tak přepínač (spínač položení mikrotelefonu) je v tomto zapojení nahrazen propojkou, kdy je IO1 stále připojen k lince. Součástky T1, L1, C9 a D1 slouží v součinnosti s IO1 jako DC – DC měnič pro zajištění napájení IO1 v případě vyzvánění.

Rezistor R4 slouží k měření proudu linkou. Vnitřní obvody IO1 jsou připojeny k napájení pokud proud linky dosáhne alespoň 15mA Tato skutečnost je indikována mikrokontroléru pomocí výstupu LIDET (pin 20 IO1).

Střídavý signál z linky prochází přes kondenzátor C10 k zesílení. Zároveň IO1 zajišťuje odečtení místního signálu a potlačení zpětné vazby mezi mikrofonem a reproduktorem HF sady. Výstupní střídavý signál je generován pomocí vnitřního proudového zdroje.

Obvody mikrokontroléru

Mikrokontrolér PIC 16LF877A (IO3) je určen pro aplikace s nízkým napájecím napětím (zde 3,3V z výstupu stabilizátoru obvodu IO1). V tomto zapojení je taktován krystalem Q1 4MHz. Tlačítko SW2, rezistor R33, R34 a kondenzátor C28 tvoří resetovací obvod podle [9]. Napájení mikrokontroléru lze pro pokusné účely zvolit propojkami JUM1. Bylo ověřeno, že napájení z linky přes stabilizační část IO1 funguje spolehlivě, proto byla propojka JUM1 trvale nastavena do polohy VMP 3,3V – propojeno s výstupem 3,3V IO1, pin 14. K portům mikrokontroléru je připojena paralelní sběrnice obvodu U4090B-P a 7 indikačních LED, které je možné povolit propojkou JUM3. Tyto LED jsou využity pro indikaci stavů při experimentování se zapojením. Dále je k pinu RB0 připojeno tlačítko, které může vyvolat externí přerušení programu. Převodník MAX232A (IO2) slouží k připojení PC (RS-232) a aktualizaci firmware v mikrokontroléru.

Software pro mikrokontrolér

Software pro mikrokontrolér 16LF877A [9] zajišťuje obsluhu obvodu U4090B-P [7] po paralelní sběrnici. Slouží také jako DTMF (Dual Tone Multiple Frequency) generátor a přijímač pro signalizaci. Software je psán v překladači C HITECH - PICC16. Zároveň je do mikrokontroléru nahrán bootloader pro jednoduché přeprogramování součástky v zapojení, prostřednictvím příslušného programu pro PC a sériového portu RS-232 [8]. Zdrojový kód programu pro toto zkušební zapojení je součástí elektronické přílohy.

Program nejprve nastaví parametry periférií mikrokontroléru a dále nastaví požadované funkce obvodu U4090B-P. Pro pokusné účely bylo povoleno HF a impedance linky byla nastavena u obou modulů na 600Ω.

Indikační LED D10 indikuje svým svitem proud linky větší než 15mA, při stisku tlačítka „call“ (SW1) dojde k vyslání signálu o frekvenci cca 1kHz do DTMF vstupu IO U4090B-P.

Při psaní software bylo čerpáno z pramenů [1], [2], [3], [7], [8] a [9].

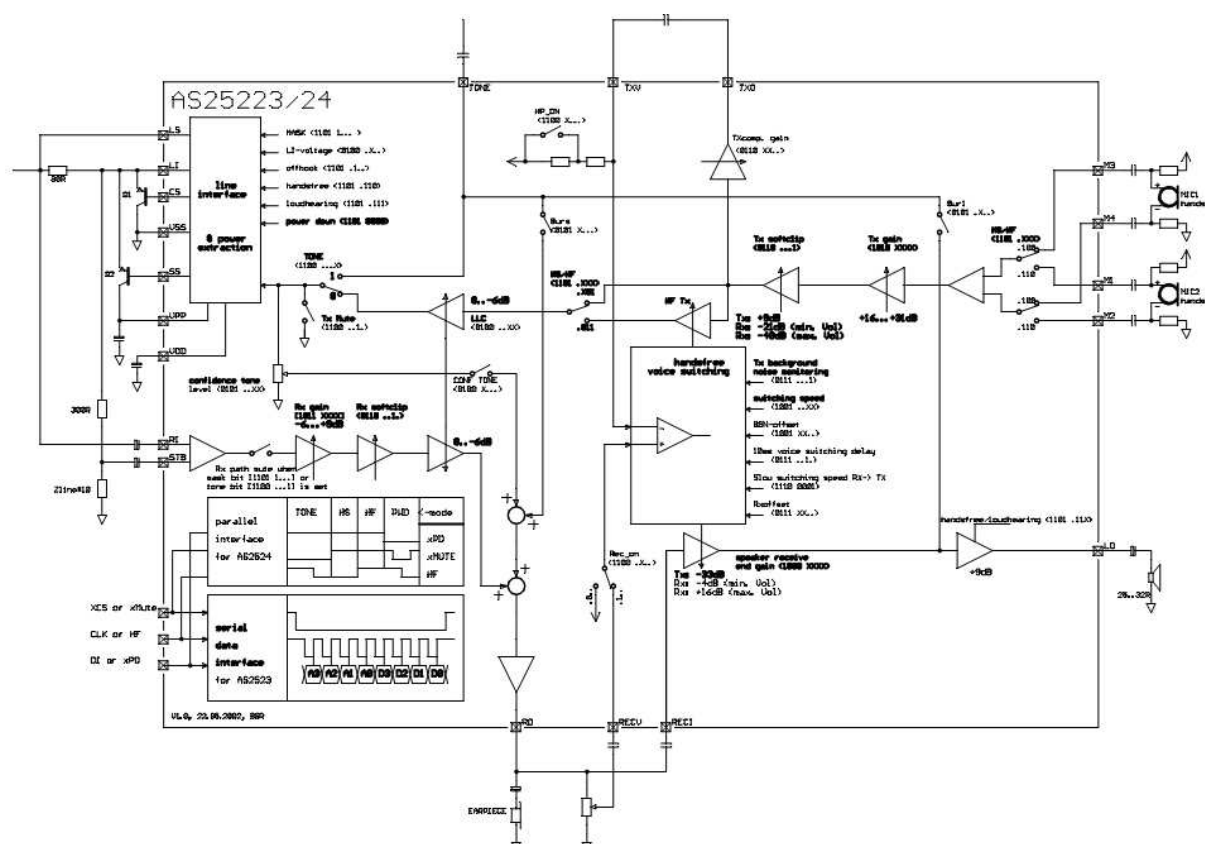
IO U4090B-P nebyl využit pro finální návrh komunikační jednotky z důvodů, které jsou shrnuty v závěru. Šlo především o problémy při testování v reálných podmínkách a složitost zapojení – především velký počet externích součástek.

Telefonní obvod AS2524

Tento IO se od předchozího představeného typu liší menšími požadavky na počet externích součástek, nižší cenou a lepší dostupností pro malosériovou výrobu. Schéma zapojení testovací desky s AS2524 včetně předloh plošných spojů je opět součástí příloh práce (přílohy 5, 6, 7 a 8).

Hovorová část

Podobně jako dříve představený IO je i AS2524 primárně určen pro telefonní systémy. Integruje v sobě obvody elektronické vidlice, audio zesilovačů, HF a obvody potlačení místních vazeb. Blokové schéma obvodu je na následujícím obrázku. Schéma je společné i pro obvod AS2523, který však vyžaduje sériové řízení. Blok „line interface & power generation“ zajišťuje připojení k lince a v součinnosti s externími tranzistory generování napájecího napětí z linky pro další části zařízení (i obvod samý). Řízení útlumu přijímaného a vysílaného audio signálu je možno nastavit externími rezistory na vývodech RECV a RECI. Zde se obvykle se používá odporový trimr, kterým se nastaví požadované zesílení přijímaného a potlačení vysílaného signálu.



Obr 6: Blokové schéma obvodu AS2524 [7]

Schéma zapojení pokusné desky s AS2524 je v příloze 5. Motivy DPS a osazovací plán potom v přílohách 6 a 7. Vstupní část s přepětovou ochranou v podobě D10 odpovídá předchozímu zapojení. Tranzistor T1 slouží k připojení linky, konektor X4 jako „hook – switch“, tedy signál vyzvednutého mikrotelefonu (Head Set). IO1 je zde v základním katalogovém zapojení. D2 a D4 slouží ke stabilizaci napětí, R22 potom pro zajištění napájení řídicích obvodů při vyzvánění a zavěšení T1. Podrobněji je zapojení s AS2524 popsáno níže v kapitole 3.

Obvody mikrokontroléru

Celé zapojení řídí opět PIC16LF877A (IO2) s nahraným bootloaderem, který umožňuje přes sériové rozhraní (IO3) rychlé přehrání firmware. Tlačítko SW3 aktivuje HF. Ke vstupu externího přerušování je připojeno tlačítko SW2 – slouží jako nouzové tlačítko v kabině. SW1 je tlačítko reset. LED diody D5, D6 a D7 jsou osazeny pro snadnou indikaci provozních stavů při vývoji software.

Software pro mikrokontrolér

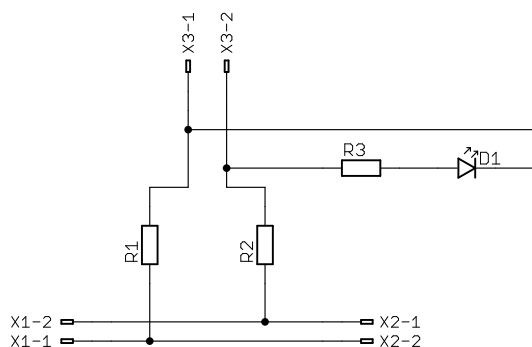
Funkce je velmi podobná jako v případě řízení předchozího IO, U4090B-P. Program nejprve nastaví parametry periférií mikrokontroléru a dále nastaví požadované funkce obvodu AS2524. Je zvolen mód HF. Bližší popis jednotlivých módů je uveden níže v kapitole 3. Zdrojové kódy pro mikrokontrolér v tomto zapojení jsou součástí elektronické přílohy práce.

Po praktických testech v reálném provozu na kabině výtahu byl obvod AS2524 vybrán jako vyhovující pro finální návrh komunikační jednotky.

2.3 Napájení linky

V telekomunikační technice je obvyklé, že koncové přístroje jsou napájeny proudem linky (typicky kolem 30mA / přístroj). Stejný princip byl použit i v tomto zapojení. V profesionální praxi se používají celkem tři způsoby napájení linky:

- proudový zdroj
- oddělení stejnosměrného zdroje od linky tlumivkami (v současné době obvykle různými zapojeními gyrátorů)
- oddělení stejnosměrného zdroje od linky rezistory



Obr 7: Schéma zapojení napájení linky
desky pro experimenty s napájením linky. Rezistory R1 a R2 zajišťují omezení proudu linkou a zároveň zamezují zkratování nízkofrekvenčního signálu přes vnitřní odpor zdroje (a impedanci zastoupenou filtračním kondenzátorem na výstupu zdroje). Rezistor R3 a LED D1 složí k indikaci připojení napájení, svorkovnice X3 slouží k připojení zdroje. Ke svorkovnicím X1 a X2 jsou připojeny jednotlivé desky s telefonními obvody – ve finální verzi tedy komunikační a řídicí jednotka.

3 Komunikační jednotka pro kabinu výtahu (komunikační jednotka)

Jedná se o zařízení, které je umístěno v kabině výtahu a je vybaveno nouzovým tlačítkem, mikrofonom, reproduktorem a příslušnou elektronikou. S řídicí jednotkou, umístěnou ve strojovně výtahu, je spojeno dvou vodičovým vedením délky až 100m. V praxi je vedení realizováno závěsným kabelem. Toto vedení odpovídá standardům analogové telefonní linky se signalizací DTMF, je tedy možné zařízení připojit i k JTS, pokud nebude použit GSM modul (řídicí jednotka). DTMF signalizace se používá pro vytáčení telefonního čísla a zpětné ovládní operátorem (vzdáleně ovládaný výstup přes kódovou sekvenci DTMF). Modul dále disponuje audio pamětí, do které je možno nahrát hlasovou zprávu. Tato bude přehrána při spojení hovoru s dispečinkem (obvykle informace s adresou výtahu). Po přehrávání zprávy je spojena kabina výtahu s dispečinkem v režimu HF.

3.1 Uživatelské vlastnosti

Pro uživatele výtahu je toto zařízení prezentováno pouze podsvíceným tlačítkem se symbolem zvonku v kabině výtahu. V případě stisku tlačítka na déle než 3 sekundy je tento stisk vyhodnocen jako platný a zařízení vytáčí pomocí DTMF volby uložené číslo (čísel lze uložit více a to jak přímo servisním technikem tak při programování mikrokontroléru). Obvykle se ukládá telefonní číslo servisního střediska. Po spojení hovoru musí být hovor potvrzen ze strany servisního technika volbou kódu (DTMF 123 – lze přenastavit). Pokud zařízení neobdrží tento potvrzovací kód v příslušném čase, zavěsí linku a vytáčí další číslo v pořadí. Po spojení hovoru přehraje krátkou zvukovou zprávu (obvykle adresu příslušného výtahu) a poté je spojen hovor mezi kabinou výtahu a servisním střediskem.

Servisní technik má kromě potvrzení hovoru DTMF kódem možnost pomocí definovaného číselného kódu ovládat výstup optočlenu na desce komunikační jednotky. Tento může ovládat libovolné zařízení, resetovat řídicí systém výtahu atd.

Při montáži komunikační jednotky musí být nastavena její adresa (na linku je možno připojit více komunikačních jednotek) – nová verze normy bude vyžadovat komunikační jednotku i na kabině a pod kabinou výtahu z důvodu zajištění bezpečnosti servisního technika. Protože se předpokládá připojení více komunikačních jednotek, je nutné je rozlišovat podle adresy.

3.2 Výběr součástí

Z důvodu dvou vodičového propojení obou jednotek, bylo třeba vyřešit problém duplexní komunikace, signalizace a napájení jednotky ve výtahové kabině pouze po dvou vodičích. Napájení výtahové kabiny (pro osvětlení) nelze využít z důvodů zajištění spolehlivosti.

Jako první byl otestován obvod U4090B-P společnosti Atmel (dříve TEMIC). Obvod

zajišťoval hlasovou komunikaci s funkcí HF. Z důvodu dostupnosti součástí a ceny, která musí být v tomto případě optimalizována pro sériovou výrobu, bylo od použití tohoto obvodu upuštěno. Ve finální verzi zařízení je použit integrovaný obvod společnosti Austria Microsystems AS2524, který má menší pouzdro a potřebuje méně externích součástek v porovnání s U4090B-P. Vzorky byly testovány v zarušeném prostředí výtahové šachty za provozu (motory výtahu jsou řízeny frekvenčními měniči) a komunikační linka byla v souběhu se silovými vodiči v závěsném kabelu. Díky diferenciálnímu zapojení linky bylo dosaženo kvalitního hlasového přenosu i při délce kabelu přes 100m.

Pro ověření funkce duplexní audio linky a vzdáleného napájení bylo realizováno několik vzorků DPS (*Deska Plošných Spojů*) s doporučeným zapojením IO (*Integrovaný Obvod*) U4090B-P a AS2524 spolu s mikrokontrolérem PIC16LF877A ve 40 pinovém pouzdře. Tyto desky byly představeny v kapitole 2.

Pro finální řešení byly vybrány následující klíčové součásti (komunikační jednotka pro kabinu výtahu):

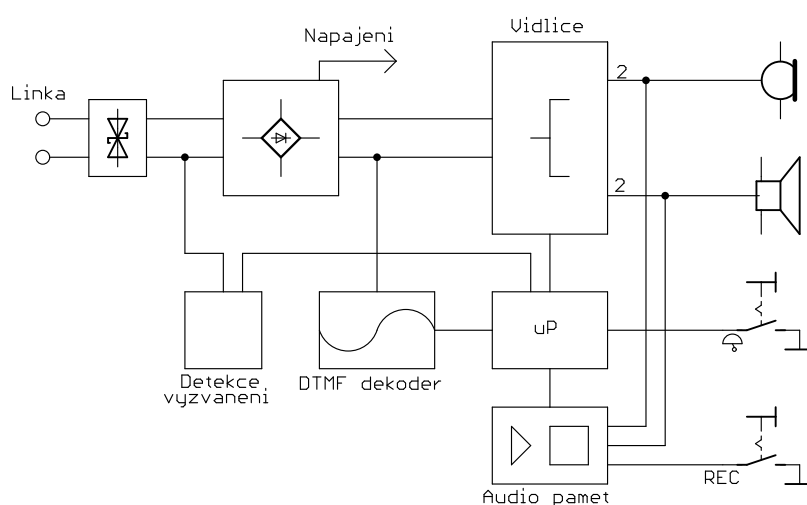
Mikrokontrolér – PIC16F628A – SOIC18 byl vybrán z důvodu dostupnosti vývojového prostředí, ceny a dostatečného výkonu pro tuto aplikaci. Je použita SMD varianta s možností programování osazené součástky metodou ICSP.

DTMF dekodér – MT8870SO – SOIC18 – je typickým zástupcem DTMF dekodérů, je dobře dostupný jak v DIP pouzdře pro testování na kontaktním poli, tak i v SMD provedení pro sériovou výrobu.

Audio paměť – ISD1610B – SOIC16 – jednoduchá a levná audio paměť s dostatečnou kapacitou pro tuto aplikaci.

Obvod rozhraní analogové linky – AS2524 – SOIC28 – IO společnosti Austria Microsystems pro realizaci analogové telefonní linky. Ve srovnání s dříve testovaným IO vyžaduje méně externích součástek, je levnější a na DPS zabere méně místa.

Součástky byly vybírány také s ohledem na směrnici ROHS.



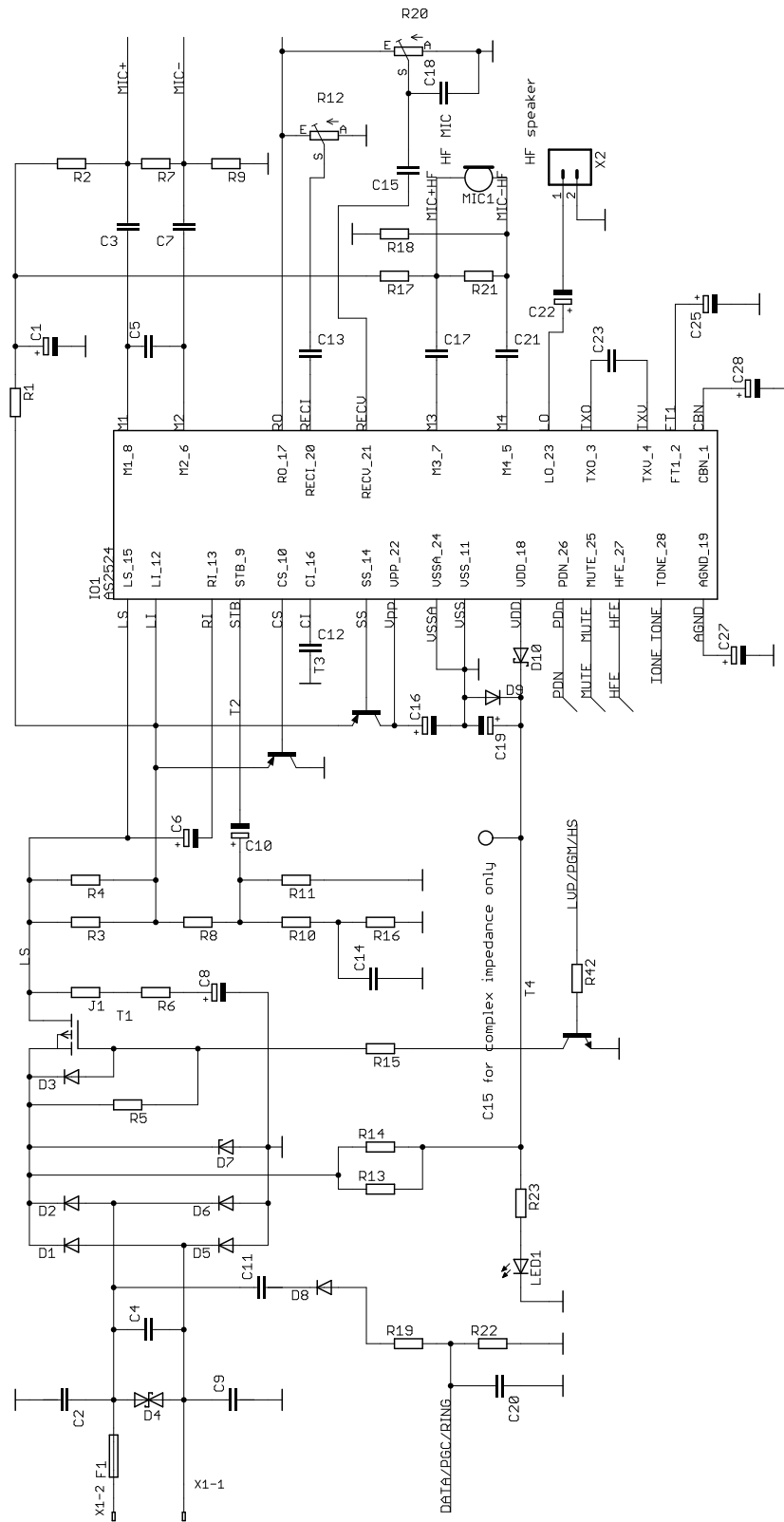
Obr 8: Blokové schéma (Komunikační jednotka do kabiny výtahu)

- Mikrofon komunikační jednotky
- Hlasitý reproduktor komunikační jednotky
- Nouzové tlačítko
- Audio paměť a tlačítko nahrání zprávy
- μ P – řídicí mikrokontrolér
- Napájení – obvod pro oddělení stejnosměrného napájecího napětí a jeho stabilizaci z linky
- Vidlice – řízení zesílení, potlačení místních vazeb a zajištění funkce elektronické vidlice pro linku

3.3 Obvodové řešení

Analogová část

Schéma analogové části je na obr. 9. Linka je připojena na konektor X1. Pojistka F1 je vratná a slouží k omezení proudu linkou (při poruše nebo přepětí). Transil D4 zajišťuje přepětovou ochranu následujících obvodů. Kondenzátory C2, C4 a C9 omezují rušivé impulsy. Diody D1, D2, D5 a D6 zajišťují správné polarizování při libovolném připojení k lince. C11, D8 ZD (Zenerova dioda), R19, R22 a C20 snižují vyzváněcí napětí na úroveň vhodnou pro připojení k mikrokontroléru IO5, tak aby mohlo být vyhodnoceno vyzvánění. ZD D7 stabilizuje napětí linky. Tranzistor T1 slouží k vyzvednutí nebo zavěšení linky a je řízen signálem LVP/PGM/HS z mikrokontroléru IO4. Rezistory R13 a R14 slouží k napájení mikrokontroléru IO4 a ostatních obvodů, v případě, že je linka zavěšena (tranzistor T1 je uzavřen). Rezistor R6 a C8 slouží k simulaci komplexní impedance (zapojení dle [7]). Rezistory R3, R4 omezují proud tekoucí obvodem IO1 a oddělují z linky napájecí napětí pro IO1. Rezistory R10, R11, R16 a C14 slouží jako vyvažovací impedance pro potlačení místních signálů. IO1 je zapojen dle [7] a zajišťuje funkce pro analogový přenos hlasu po diferenciální dvou vodičové lince. Obsahuje i výkonový zesilovač pro připojení reproduktoru (funkce HF) a paralelní rozhraní pro připojení k mikrokontroléru IO4. Zesílení místního (vysílaného - transmit) a vzdáleného (přijímaného - receive) signálu se nastavuje trimry R12 a R20. HF MIC1 je připojen diferenciálně, napájení pro mikrofony zajišťuje R1 spolu s velkou filtrační kapacitou C1. Na vstup mikrofonu pro telefonní sluchátko (MIC+, MIC -), které tato konstrukce nevyužívá, je připojen diferenciální výstup z audio paměti IO3. Reproduktor pro HF provoz s impedancí 48Ω se připojuje ke konektoru X3. Kondenzátor C6 stejnosměrně odděluje linku a střídavý hovorový signál je přes něj přiváděn k dalšímu zpracování do IO1. Tranzistory T2 a T3 slouží ke generování napájecího napětí v součinnosti s vnitřními obvody IO1. Napětí z linky upravené zdrojovou částí IO1 stabilizuje ZD na hodnotu cca 5V. Toto napájecí napětí je využíváno pro všechny další části zařízení.



Obr 9: Schéma zapojení - analogová část (Komunikační jednotka do kabiny výtahu)

Obvody mikrokontroléru

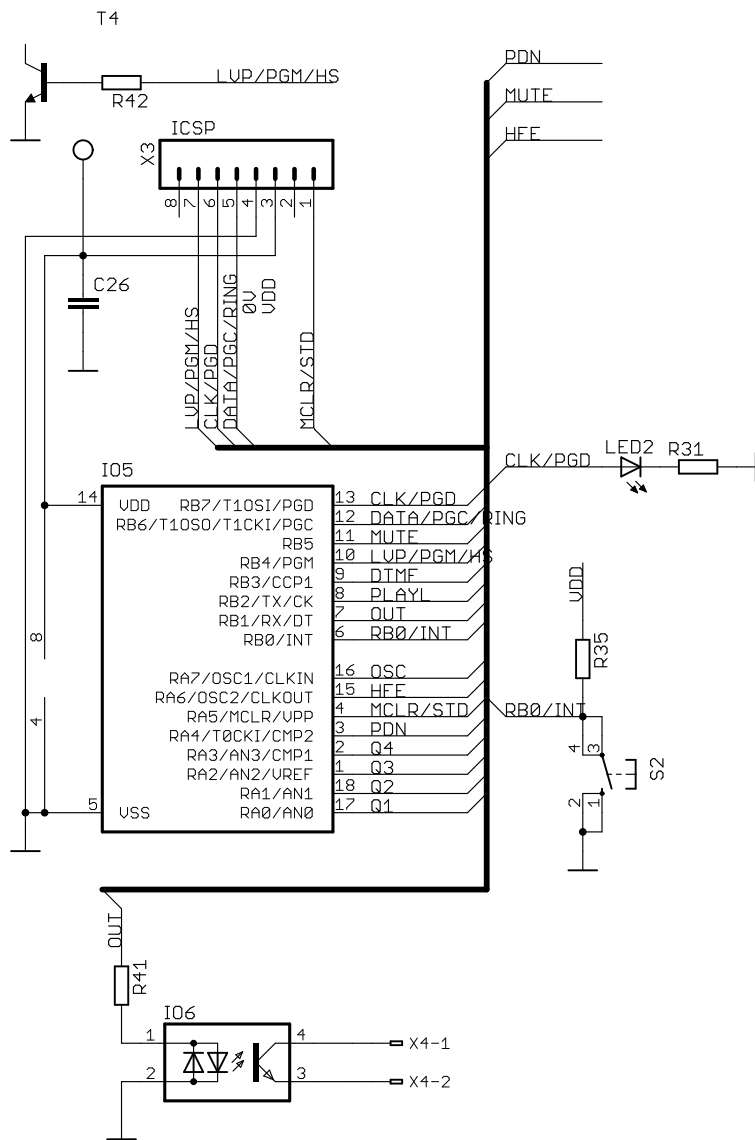
Schéma zapojení obvodu mikrokontroléru je na obr. 10. Jako oscilátor je využit krystal z obvodu dekodéru DTMF (IO4), reset je nastaven programově vnitřní. Frekvence oscilátoru je 3,57MHz. IO5 je mikrokontrolér PIC16F627A nebo pinově kompatibilní PIC 16F628A, konektor X3 slouží k programování osazené součástky metodou ICSP (*In Circuit Serial Programming*). Rozmístění signálů na konektoru odpovídá programátoru ASIX PRESTO. Na vstup externího přerušení (RB0) je připojeno tlačítko S2 (nouzové se symbolem zvonku v kabině výtahu). LED 2 slouží k optické indikaci a podsvícení tlačítka. Signály Q1 – Q4 slouží k propojení s DTMF dekodérem, LVP/PGM/HS je signál pro ICSP programování a signál pro ovládání tranzistoru T1 a T4 pro připojení nebo odpojení k lince. Signál PDN slouží k přepnutí IO1 do úsporného režimu, MCLR/STD je připojen k DTMF dekodéru a slouží jako ukazatel přijetí platného kódu (zároveň i pro ICSP programování). HFE a MUTE ovládají příslušné funkce IO1. OUT ovládá optočlen IO6, pro obecné použití. PLAYL slouží ke spouštění přehrávání z audio paměti. DATA/PGC/RING – vstup pro detekci vyzváněcího tónu a ICSP. Na výstupu DTMF je generován DTMF signál pomocí PWM (*Pulse Width Modulation – pulzně šířková modulace*). Následně je filtrován filtrem 3. řádu s IO2.

DTMF dekodér

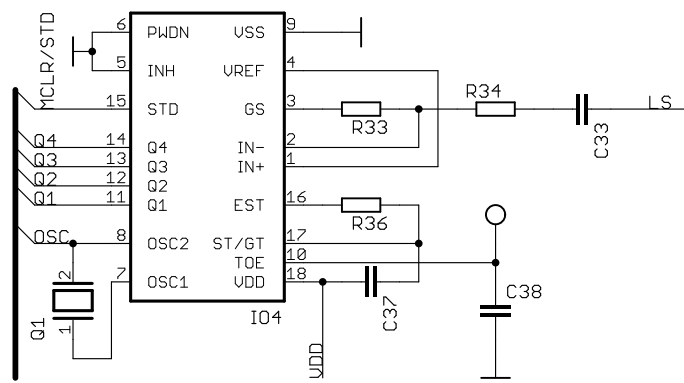
Schéma zapojení DTMF dekodéru je na obr. 11. Jedná se o zapojení dle doporučení výrobce [5]. K lince je IO4 (M8870SO) připojen přes kondenzátor C33. Přesná frekvence je zajištěna krystalem Q1. S výstupem OSC1 je propojen i mikrokontrolér aby byla zajištěna synchronizace a nemusely být v zapojení dva krystaly. Frekvence 3,57MHz je výhodná i pro generování DTMF kódů mikrokontrolérem. Výsledný detekovaný DTMF kód je na výstupech Q1 – Q4, výstup STD je v log H, pokud byla přijata platná kombinace DTMF.

Audio paměť

Jak bylo uvedeno výše, audio paměť slouží k uložení krátké hlasové zprávy pro identifikaci zařízení na dispečinku. Pro uložení hlasové zprávy byl vybrán obvod ISD 1610B, který dovoluje uložit až 20 sekund audio signálu při vzorkovací frekvenci 4kHz. Vzorkovací frekvence je nastavena externím rezistorem R37 a je možné ji změnit v rozmezí 4 – 12kHz, jak ukazuje následující tabulka. Vzorkovací frekvence určuje kvalitu záznamu a jeho maximální délku. Pro uložení srozumitelné řeči jsem vybral 8kHz (tato frekvence se obvykle v telekomunikační technice používá z důvodu dodržení vzorkovacího teorému pro hovorový signál do 4kHz). R37 tedy vychází 80kΩ. Informace a zapojení obvodu IO4 bylo převzato z doporučení výrobce [10]. Uložení hlasové zprávy provádí servisní technik při instalaci zařízení do konkrétního výtahu pomocí tlačítka S1. Dioda LED3 indikuje nahrávání. Textová zpráva je přehrána po spojení s dispečinkem pomocí signálu PLAYL z mikrokontroléru IO5.



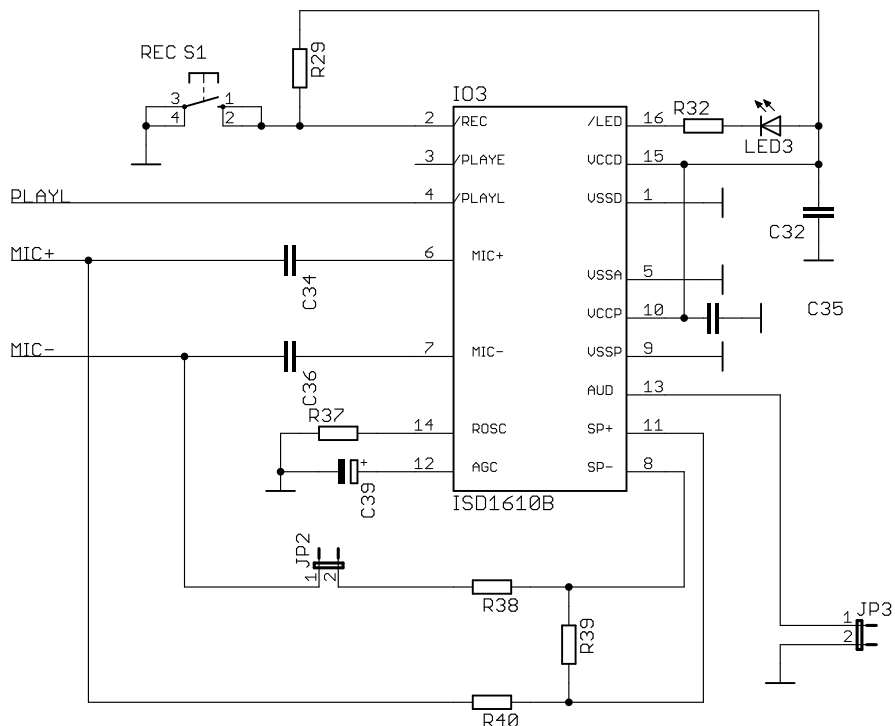
Obr 10: Schéma zapojení - obvody mikrokontroléru (Komunikační jednotka do kabiny výtahu)



Obr 11: Schéma zapojení - DTMF dekodér (Komunikační jednotka do kabiny výtahu)

Vzorkovací frekvence	hodnota R37	Maximální délka záznamu
12kHz	53kΩ	6,6 s
8kHz	80kΩ	10 s
6,4kHz	100kΩ	12,5 s
5,3kHz	120kΩ	15 s
4kHz	160kΩ	20 s

Tabulka 2: Závislost vzorkovací frekvence obvodu ISD1610B (IO4) na hodnotě R37

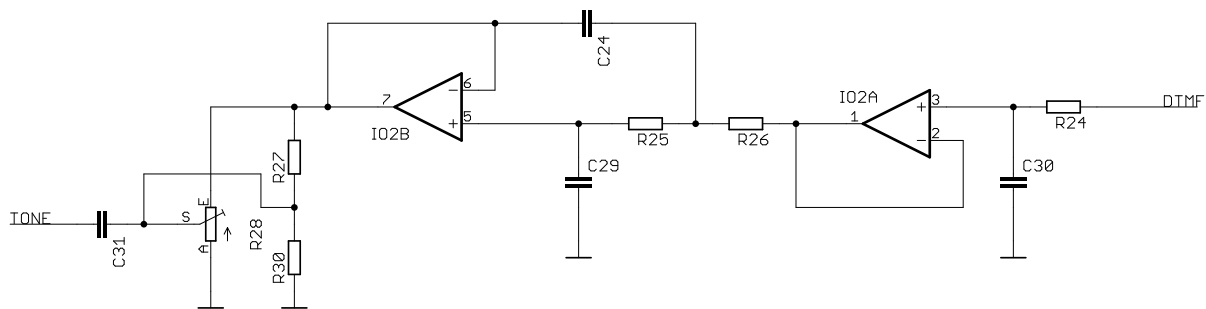


Obr 12: Schéma zapojení - audio paměť (Komunikační jednotka do kabiny výtahu)

Filtr pro generování signálu DTMF mikrokontrolérem

Schéma zapojení filtru (dolní propust) nezbytného pro generování signálu DTMF (obecně sinusových signálů) pomocí PWM je na obr. 13. Slouží k oříznutí vzorkovací frekvence PWM (dáno programem mikrokontroléru, který využívá vnitřní hardwarový PWM modul – v našem případě je vzorkovací frekvence 20kHz).

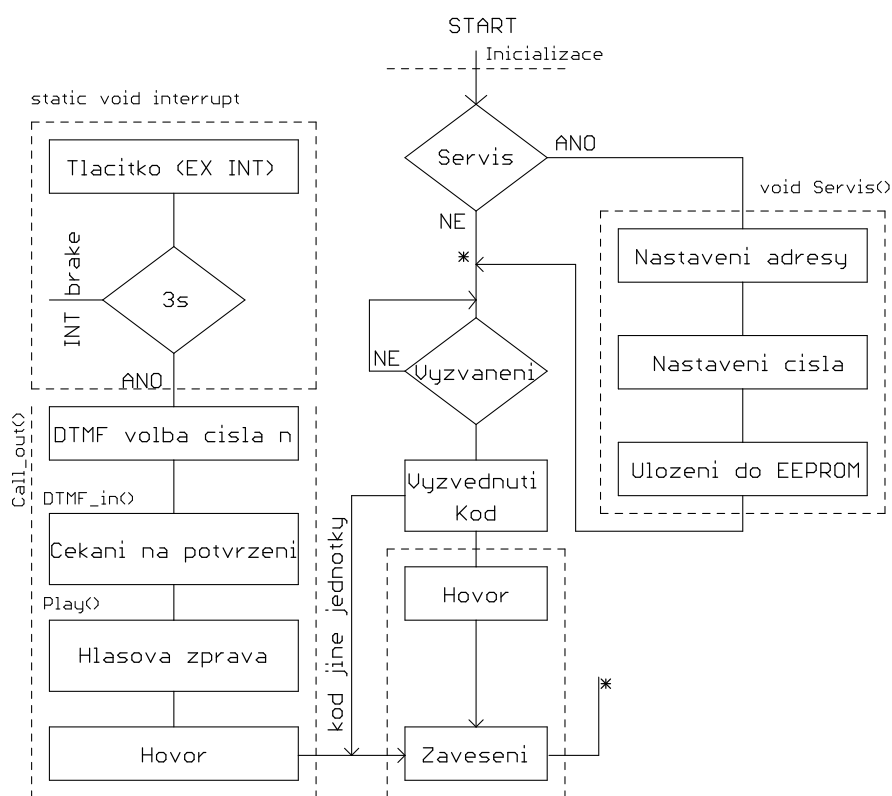
Jedná se o aktivní filtr 3. řádu v zapojení podle [4]. Výstupní úroveň je možno plynule nastavit trimrem R28, případně rezistory R27 a R30.



Obr 13: Schéma zapojení - filtr pro potlačení vzorkovacího kmitočtu PWM při generování DTMF signálu (Komunikační jednotka do kabiny výtahu)

3.4 Software pro mikrokontrolér komunikační jednotky

Firmware mikrokontroléru byl napsán v prostředí Microchip® MPLAB s překladačem HITECH – PICC®. Jedná se o prostředí dodávané zdarma výrobcem použitého mikrokontroléru s překladačem ANSI C externí společnosti.



Obr 14: Vývojový diagram (Komunikační jednotka do kabiny výtahu)

Vývojový diagram programu je na obr. 14. Po resetu se testuje, zda není aktivován servisní režim, který umožňuje nastavit potřebné hodnoty pro správnou funkci zařízení (telefonní číslo dispečinku, nastavení adresy zařízení - lze pohodlněji nastavit přímo přehráním firmware přes konektor ICSP). Dále se v hlavní smyčce programu testuje, zda na lince není vyzváněcí napětí. Pokud ano, je linka vyzvednuta a mikrokontrolér čeká na DTMF kód pro adresaci zařízení řídicí jednotkou. Pokud je kód stejný jako adresa zařízení, je spojen hovor a jsou aktivovány mikrofon i reproduktor v HF režimu. Pokud kódy nesouhlasí, zařízení se od linky odpojí (HS = 0).

V případě, že je stisknuto tlačítko S2 (nouzové tlačítko se symbolem zvonku) je vyvoláno přerušení od sestupné hrany na RB0. Pokud se nezmění stav tlačítka po dobu 3 sekund, T1 se otevře (HS = 1) a je vygenerován DTMF kód prvního uloženého čísla. Po spojení hovoru je očekáván potvrzovací DTMF kód z dispečinku (123). Pokud tento kód není rozpoznán, hovor se zavěsí a vytáčí se další uložené číslo, případně znovu stejné číslo, pokud je uloženo pouze jedno. Po obdržení potvrzovacího kódu je přehrána uložená hlasová zpráva a je spojen hovor mezi kabinou a dispečinkem. V průběhu hovoru se čeká na ukončení hovoru ze strany dispečinku a DTMF sekvenci pro ovládání výstupu OUT (optočlen IO6). Tento výstup je určen pro univerzální použití – dispečer může pomocí DTMF kódu ovládat zařízení přímo ve výtahu.

Inicializace

V této části programu jsou definovány vstupy a výstupy mikrokontroléru a nastaveny vlastnosti periférií.

```
//prirazeni pinu
#define bitset(var,bitno) ((var)|= 1<<(bitno));
#define bitclr(var,bitno) ((var)&=~(1<<(bitno)))
#define PORTBIT(adr, bit) ((unsigned)(&adr)*8+(bit))
static bit TLACITKO @ PORTBIT(PORTB, 0);
static bit OUT @ PORTBIT(PORTB, 1);
static bit PLAYL @ PORTBIT(PORTB, 2);
static bit DTMF @ PORTBIT(PORTB, 3);
static bit HS @ PORTBIT(PORTB, 4);
static bit MUTE @ PORTBIT(PORTB, 5);
static bit RING @ PORTBIT(PORTB, 6);
static bit LED @ PORTBIT(PORTB, 7); //CLK/PGD
static bit Q1 @ PORTBIT(PORTA, 0);
static bit Q2 @ PORTBIT(PORTA, 1);
static bit Q3 @ PORTBIT(PORTA, 2);
static bit Q4 @ PORTBIT(PORTA, 3);
```

```

static bit      PDN @ PORTBIT(PORTA, 4);
static bit      STD @ PORTBIT(PORTA, 5);
static bit      HFE @ PORTBIT(PORTA, 6);

CMCON = 0x07;          // komparatory vypnuty (pro 16F62x)

OPTION, T0CS = 0;     //hodinovy signal pro TMR0, 1-RA4/TCKI, 0-fosc/4
OPTION, T0SE = 0;     //volba hrany hod signalu TMR0, na 1- sestupnou, 0
                      //vzestupnou na vyvodu RA4/T0CKI
OPTION, PSA = 0;     //prirazeni preddelice, 1-WDG, 0-TMR0
OPTION, PS2 = 1;     //
OPTION, PS1 = 1;     //bity nastavujici delici pomer preddelice ()
OPTION, PS0 = 1;     //
//nastaveni INTCON
INTCON,GIE = 1;      //vsechna preruseni, 1-povoleny, 0-zakazany
INTCON,PEIE = 0;     //preruseni periferii, 1-nastavena preruseni
                      //povolena, 0-nastavena preruseni zakazana
INTCON,T0IE = 1;     //povoleni preruseni pri pretecení TMR0,
                      //1- povoleno, 0-zakazano
INTCON,INTE = 1;     //povoleni preruseni od udalosti na RB0/INT,
                      //1- povoleno, 0-zakazano
INTCON,RBIE = 0;     //povoleni preruseni od zmeny stavu na RB<7:4>,
                      //1- povoleno, 0-zakazano
INTCON,T0IF = 0;     //priznak preruseni od pretecení TMR0, 1-pretekl,
                      //0-nepretekl
INTCON,INTF = 0;     //priznak preruseni od udalosti na vyvodu RB0/INT,
                      //1-doslo k nastavene udalosti na RB0 (vzest./sest.
                      //hrana), 0-nedoslo k udalosti

```

Servisní nastavení - void Servis ()

Ukázka uložení konstant do paměti EEPROM. Funkce Servis() zajišťuje nastavení zařízení.

```

GIE=0;
EEPROM_WRITE(0x00, code_new[0]);
EEPROM_WRITE(0x01, code_new[1]);
EEPROM_WRITE(0x02, code_new[2]);
EEPROM_WRITE(0x03, code_new[3]); // ulozeni adresy zarizeni do EEPROM

```

Obsluha přerušování - static void interrupt

Obsluha přerušování je vyvolána v případě, že je stisknuto nouzové tlačítko.

Pokud je stisknuto alespoň 3 sekundy volá se funkce Call(), která zajistí vytočení čísla a spojení hovoru.

```
static void interrupt
isr(void)
{
if (INTF==1) // změna na RB0
{
if (TLACITKO==1)
{
break; // slo o ruseni
}
else
{
DelayS(1);
if (TLACITKO==1) break;
DelayS(2);
if (TLACITKO==1) break; //vice nez 3 sec
if (TLACITKO==0) Call(); //vytoc cislo
}
}
```

Přijetí DTMF – void DTMF_in ()

```
if (STD==1) //priznak prijeti DTMF kodu
{
DTMF[0]=Q1;
DTMF[1]=Q2;
DTMF[2]=Q3;
DTMF[3]=Q4;
}
```

Obsluha IO1 – AS2524

Obsluha IO1 probíhá po paralelní sběrnici v souladu s [7]. Možnosti kombinací na řídicích vstupech IO1 ukazuje následující tabulka. Obsluhu zajišťují funkce Sleep() - úsporný režim, IO1 neaktivní, HFE() - HF mód, a TONE() - mód vysílání DTMF signálu.

PIN / MÓD	TONE (DTMF)	HS (Head Set)	HF (Hands Free)	PWD (sleep)
PDN	1	1	1	1
MUTE	1	1	1	1 / 0
HFE	1 / 0	0	1	1 / 0

Tabulka 3: Funkce AS 2524 v závislosti na logických úrovních na řídicích vstupech

Obsluha IO3 – ISD1600B

Spouštění audio zprávy mikrokontrolérem je realizováno jednoduše nastavením výstupu PLAYL (RB,2) do LOG 0. Přehrávání je ukončeno nastavením PLAYL do LOG 1.

3.5 Plošný spoj

Plošný spoj pro komunikační jednotku byl navržen jako oboustranný s prokovenými otvory. Deska má rozměry 108 x 63,5 mm. Vzhledem k optimalizaci pro osazovací automat jsou všechny součástky ze strany TOP. Většina součástek je v provedení SMD, pasivní prvky ve velikosti 0805. Rozlitá měď je využita pro 0V (GND) na straně TOP i BOTTOM.

Předlohy pro výrobu, osazovací plán, maska potisku a seznam součástek jsou součástí příloh práce (9,10 a 11).

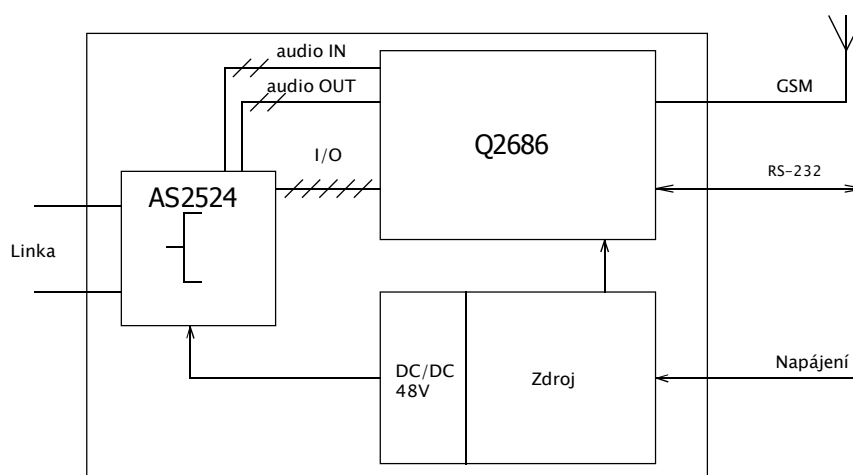
4 Jednotka s GSM modulem pro strojovnu výtahu (řídící jednotka)

Jedná se o zařízení, které je umístěno ve strojovně výtahu. S komunikační jednotkou, umístěnou v kabině výtahu, je spojeno dvou vodičovým vedením (viz výše). Tato část projektu je v současné době realizována pouze na vývojových deskách.

4.1 Obvodové řešení

Jak již bylo uvedeno, duplexní audio linku zajišťuje obvod AS2524 [7] společnosti Austria Microsystems. Řídící jednotka je postavena na modulu Wavocom Q2686 [6], který integruje mikrokontrolér ARM9 a GSM modul. Toto řešení šetří náklady i prostor v porovnání s oddělenou konstrukcí – mikrokontrolér + GSM modul. Q2686 disponuje audio vstupem a výstupem, 44-mi I/O (Input / Output) piny, z nichž 3 jsou využity pro řízení obvodu AS2524. Dále je k dispozici sériové rozhraní RS-232, ke kterému bude připojen nadřazený systém řízení výtahu.

Q2686 je čtyř pásmový (900/1800 MHz a 850/1900 MHz) GSM modul („wireless CPU“), osazen 32-bitovým ARM9 procesorem s pracovní frekvencí až 104 MHz. Disponuje 32Mbit paměti Flash a 16Mbit paměti RAM. Do DPS se připojuje pomocí speciálního 100 pinového konektoru. Na něm jsou dostupné následující signály a periferie: 36 x GPIO, USB 1.1, DAI, DAC, rozhraní klávesnice 5x5 tlačítek, UART, SPI Audio, DAC, a vstupy externích přerušení. Modul podporuje TCP / IP stack, GPRS třídy 10. Dále řadu protokolů jako FTP, SMTP. V současné době využívám pouze zlomek výkonu tohoto zařízení.



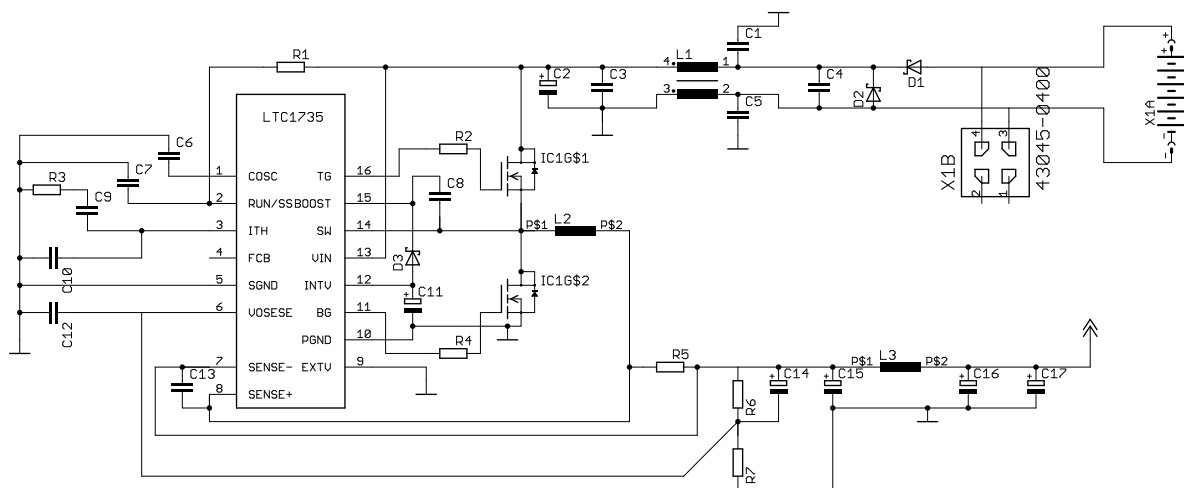
Obr 15: Blokové schéma řídicí jednotky

- Linka – vodiče od komunikační jednotky ve výtahové kabině
- AS2524 – blok shodný s komunikační jednotkou – linkový vstup a výstup jsou přímo propojeny s audio vstupem a výstupem GSM modulu
- Zdroj – zajištění stabilizace napětí a filtrace pro GSM modul (externí napájení 12V DC, zálohované z nadřazeného systému)
- DC/DC – zajištění napájení linky 24V DC (do 200mA)
- I/O – propojení paralelní sběrnice obvodu AS2524 portem GSM modulu
- RS-232 – rozhraní pro propojení zařízení s řídicím systémem výtahu

Napájecí zdroj

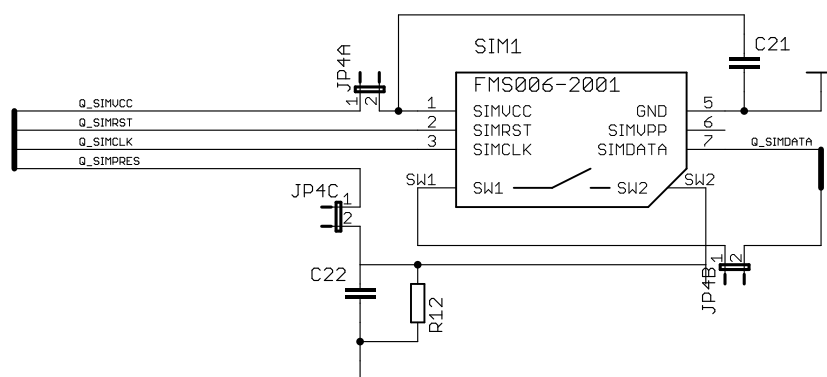
Napájecí napětí je na hodnotu 5 a 3,6V snižováno spínaným měničem LTC1735 v katalogovém zapojení.

Pro napájení linky je použit modul spínaného zdroje s napětím cca 40V. Linka je od zdroje oddělena rezistory v souladu s obr. 7.



Obr 16: Schéma zapojení napájecího zdroje pro řídicí jednotku

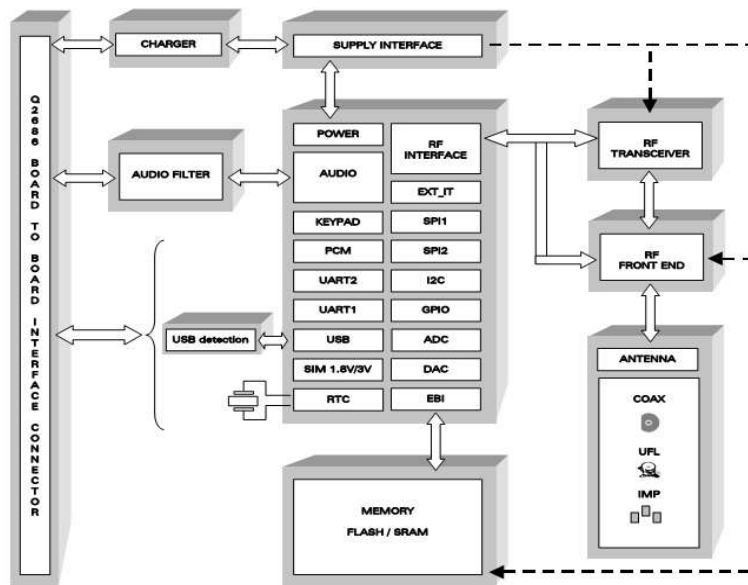
GSM modul



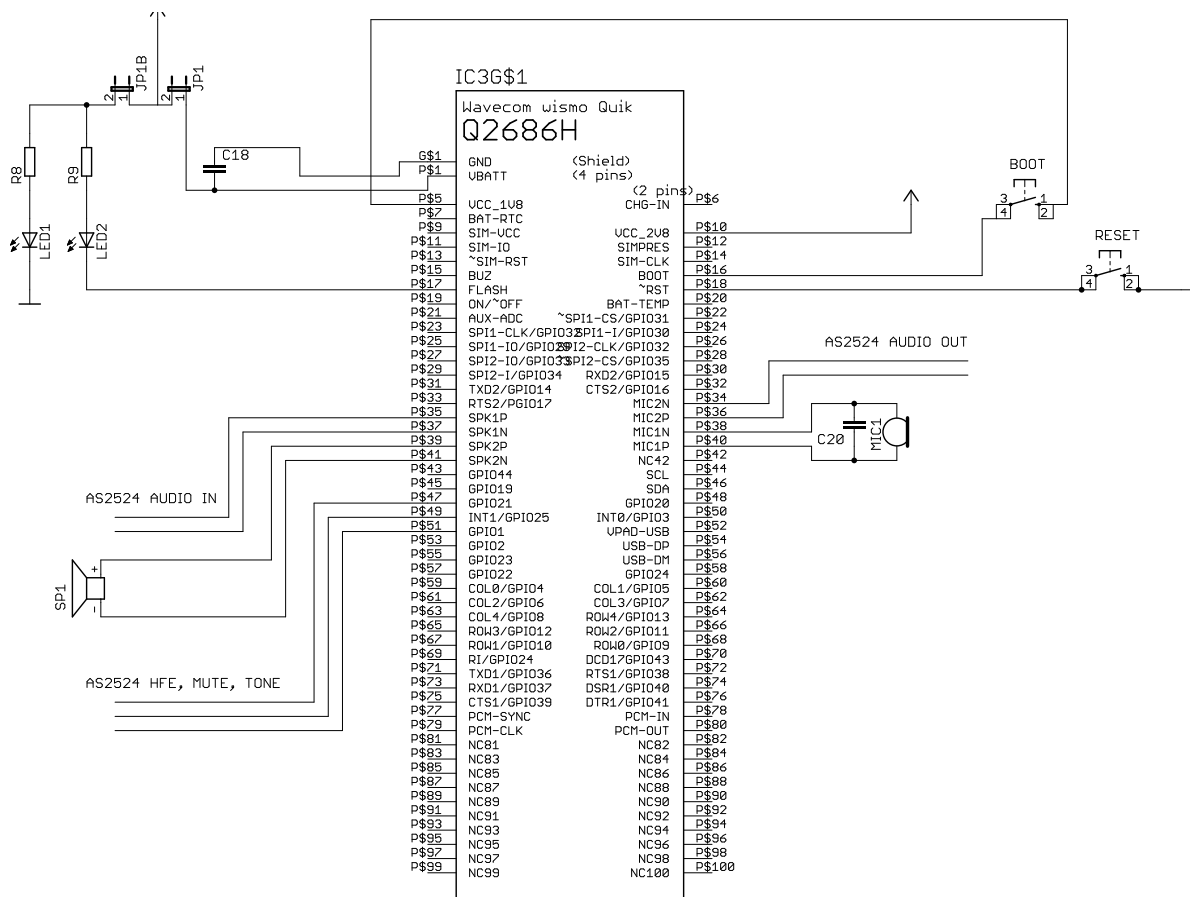
Obr 17: Schéma připojení SIM karty

K GSM modulu je kromě napájecího napětí připojeno rozhraní SIM karty, ovládací signály obvodu AS2524 a dále audiosignál z AS2524. Počítá se i s místním mikrofonom a reproduktorem (MIC1 a SP1). V současné době je mezi testovací deskou s AS2524 – a audio vstupy zapojen dělič napětí a oddělovací kondenzátory pro stejnosměrné oddělení.

Podářilo se dosáhnout kvalitního přenosu zvuku ve směru od vzdáleného telefonu k GSM modulu. Ve vzdáleném mobilním telefonu se však při provozu HF vyskytuje ozvěna. Řešení tohoto problému je pravděpodobně možné vyřešit nulovým ziskem zesilovače pro HF mikrofón, v případě, že protistrana mluví. Tohoto principu využívají i některé profesionální HF sady. Komunikace probíhá vždy pouze jedním směrem a přepínání je automatické.



Obr 18: Blokové schéma modulu Wavecom Q2686 [6]



Obr 19: Schéma zapojení části s vlastním GSM modulem

Převodník RS232

Jako převodník úrovní pro sériové porty je použit IO ADM3307 v základním zapojení. Rozhraní je vyvedeno na standardní konektor cannon 9. Sériový port se využívá při komunikaci s řídicím systémem výtahu nebo při nahrávání firmware do modulu.

Přes sériové rozhraní lze modul přímo ovládat i pomocí AT příkazů. Jejich seznam je uveden v [12]. Příklady AT příkazů jsou uvedeny níže.

Volba čísla

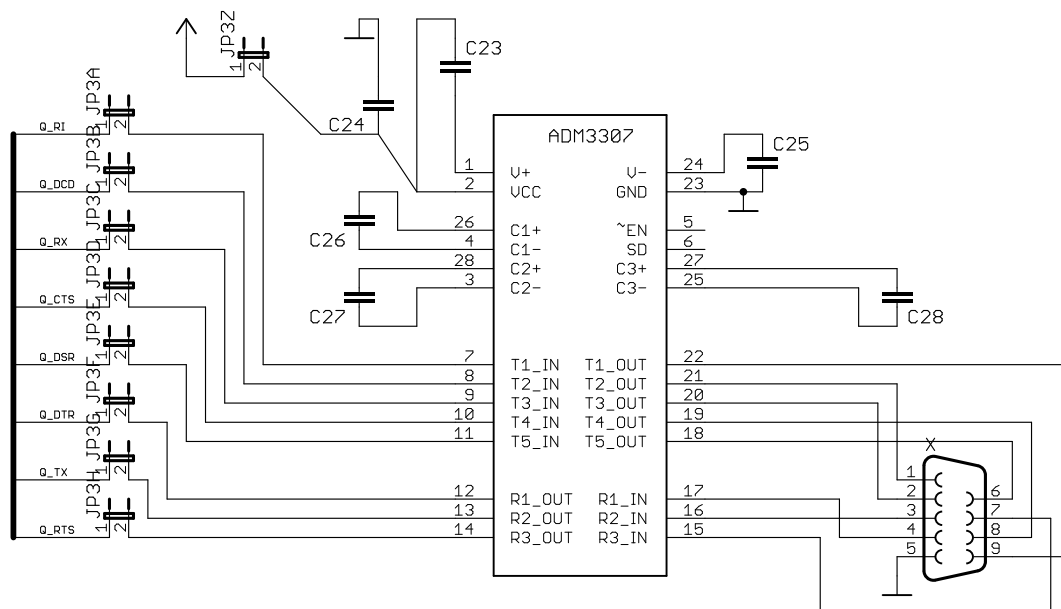
ATD: 123456789; - vytočení čísla 123456789 ve speech módu

ATH – zavěšení

Přehrání firmware v modulu

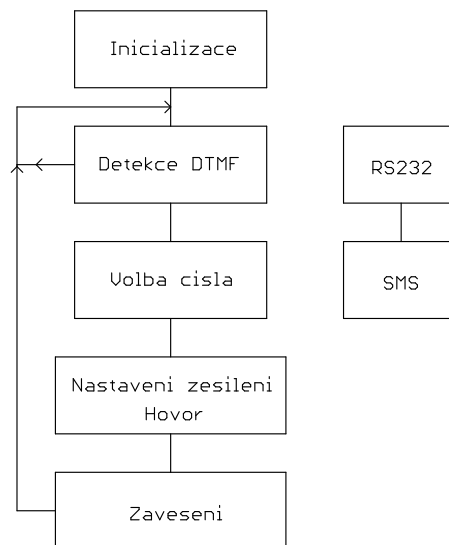
AT+WDWL – posláni souboru s novým firmware

AT+CFUN = 1 – reset modulu a spuštění nově nahraného firmware



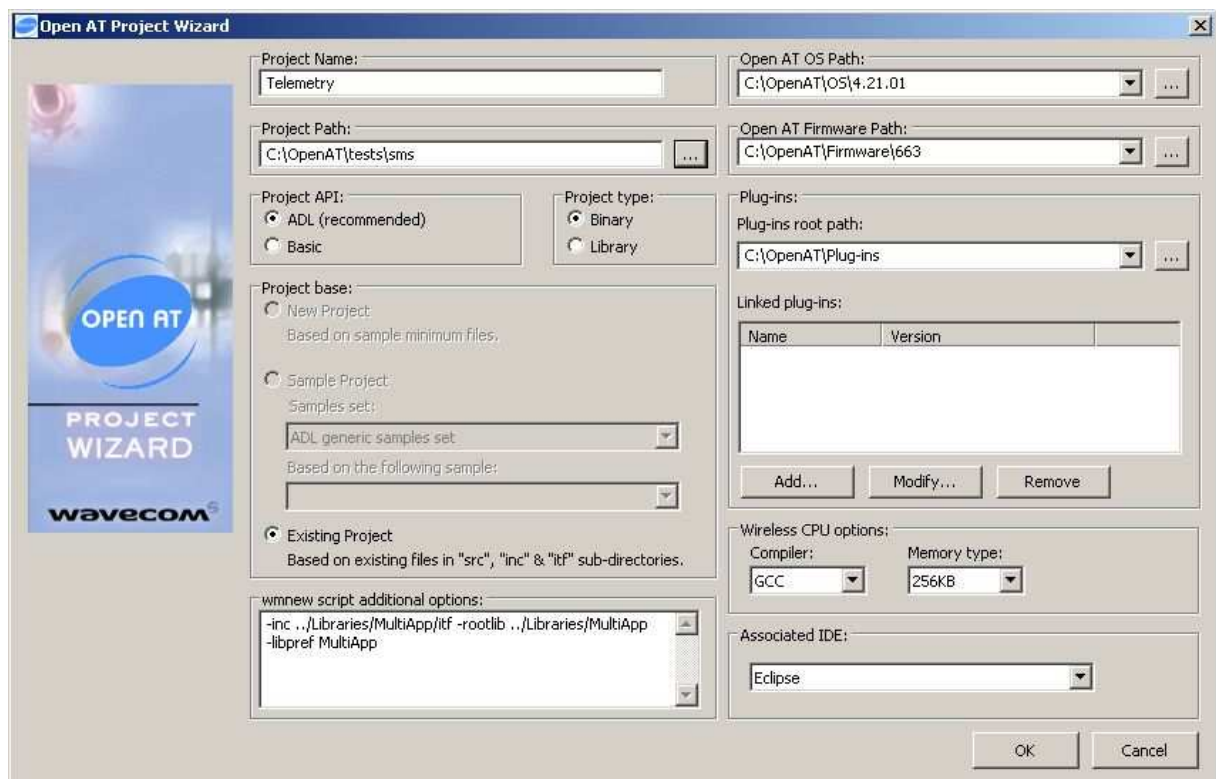
Obr 20: Převodník úrovní

4.2 Software pro GSM modul Q2686



Obr 21: Funkční diagram řídicí jednotky

Software pro modul Q2686 je psán v prostředí Eclipse, s nastavbou Open AT od Wavecomu. Jako překladač je zvolen GCC. Celé toto řešení je standardem



Obr 22: Nastavení parametrů projektu - vývojové prostředí Open AT

společnosti Wavecom a jedná se o freeware.

Software testuje audio vstup na přítomnost DTMF signálu. Pokud je rozpoznána DTMF sekvence určí se adresa zařízení (komunikační jednotky), které vyslalo signál. Dále je voleno číslo v síti GSM a spojen hovor.

Používané knihovny

adl_sms_send

Knihovna umožňuje odesílat SMS na zvolené telefonní číslo (SmsTel). Formát může být zvolen PDU nebo Text.

```
#define ADL_SMS_MODE_PDU          0x00
#define ADL_SMS_MODE_TEXT        0x01

/* Events */
#define ADL_SMS_EVENT_SENDING_OK  0
#define ADL_SMS_EVENT_SENDING_ERROR 1
#define ADL_SMS_EVENT_SENDING_MR  2

s8 adl_smsSend( u8 Handle, ascii * SmsTel, ascii * SmsText, u8 Mode );
```

adl_sim

Práce s funkcemi SIM karty. Pin kód, vložení / odebrání SIM karty, PIN OK, PIN ERROR.

```
ADL_SIM_EVENT_INSERTED,
ADL_SIM_EVENT_FULL_INIT,
ADL_SIM_EVENT_PIN_ERROR,
ADL_SIM_EVENT_PIN_OK,
ADL_SIM_EVENT_PIN_WAIT,
ADL_SIM_EVENT_PIN_NO_ATTEMPT,

s32 adl_simSubscribe ( adl_simHdlr_f SimHandler, ascii * PinCode );
```

adl_call

Práce s hovory. Volba čísel, příjem a odmítnutí hovoru.

```
s8 adl_callHangup ( void ); //zavěšení

s8 adl_callAnswer ( void ); //vyzvednutí

s8 adl_callSetup ( ascii * PhoneNum, u8 Mode ); //volba ( PhoneNum )
```

5 Závěr

Byly prověřeny možnosti napájení komunikační jednotky po vedení délky 100m v reálných podmínkách výtahové šachty a realizovány zkušební desky s obvodem U4090B-P. Po praktických testech se však IO U4090-B-P ukázal jako nevyhovující z důvodu velkého počtu externích komponent a nedostupné technické podpory, bez které se nedařilo vyřešit nízkou hlasitost přenášeného signálu a jeho rušení. Byl proto vybrán jiný IO, AS2524 a navrženy další testovací DPS. Tento obvod splnil všechna očekávání a v současné době je zapojení komunikační jednotky funkční. Pro komunikační jednotku byla navržena finální DPS a byl realizován funkční vzorek. Zařízení bylo testováno přímo na výtahu s frekvenčním měničem a závěsným kabelem délky cca 100m. Přenos zvuku subjektivně odpovídal běžné kvalitě v JTS, bez brumu a dalších rušivých složek.

Řídicí jednotka s GSM modulem byla navržena a realizována na vývojových deskách. Po propojení s jednotkou kabiny výtahu je zařízení funkční až na drobné nedostatky. Tím nejzávažnějším je ozvěna ve vzdáleném mobilním telefonu při spojení hovoru. Po vyřešení tohoto problému, realizaci finální podoby řídicí jednotky a odladění jejího softwarového vybavení bude možné zahájit sériovou výrobu zařízení.

Návrh hardware komunikační jednotky umožňuje připojit více těchto jednotek ke stejné lince a jednotlivé zařízení adresovat prostřednictvím DTMF signalizace. Tato koncepce umožňuje, bez potřeby dalších volných vodičů, osadit komunikační jednotkou i servisní stanoviště na kabině výtahu a ve strojovně v souladu se stávajícími i nově připravovanými normami (např. ČSN EN 81-28 - Dálková nouzová signalizace u výtahů určených pro dopravu osob a osob a nákladu).

V budoucnu se počítá s implementací funkce „hlásič pater“, kdy by řídicí jednotka posílala do komunikační jednotky audiosignál s číslem patra, ve kterém se výtah nachází. Soubory se zvukovými hlášeními mohou být uloženy přímo v paměti GSM modulu Wavecom Q2686, bude se tedy jednat pouze o softwarovou úpravu. Číslo patra bude řídicí jednotka číst přes sériovou linku ze řídicího systému výtahu.

6 Rejstříky a seznamy

6.1 Seznam použité literatury

6.1.1 Literární zdroje informací

[1] BURKHARD, C pro mikrokontroléry, 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura 2006. 280 s. ISBN 80-7300-077-6

[2] HRBÁČEK, J. Komunikace mikrokontroléru s okolím – 1. díl, 2. dotisk 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura 2000. 160 s. ISBN 80-86056-42-2

[3] HRBÁČEK, J. Komunikace mikrokontroléru s okolím 2, 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura 2000. 152 s. ISBN 80-86056-73-2

6.1.2 Elektronické zdroje informací

[4] Generátor DTMF volby PWM [Online]. [Cit. 10.5.2008], dostupné z URL: http://hw.cz/programovani/pic_dekoder_dtmf/index.html

[5] MT8870 Datasheet [Online]. [Cit. 10.5.2008], dostupné z URL: <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/77085/MITEL/MT8870.html>

[6] Wavecom Q2686 – Q2686 product Specification [Online]. [Cit. 15.10.2007]. Dostupné z URL: <http://www.wavecom.com>

[7] AS2524 Datasheet [Online]. [Cit. 10.5.2008]. dostupné z URL: <http://www.austriamicrosystems.com>

[8] DTMF – fázy a skutečnost [online]. [Cit. 10.05.2008], dostupné z URL: http://hw.cz/docs/dtmf/dtmf_doc.html

[9] PIC16F87x / 16F87xA Datasheet [online]. [Cit. 1.12.2007], dostupné z URL: http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodeId=1335&dDocName=en010242

[9] PIC16F62x Datasheet [online] [Cit. 10.5.2008], dostupné z URL: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/40044F.pdf>

[10] ISD1600B series datasheet [online] [Cit. 10.5.2008], dostupné z URL: <http://www.winbond.com.tw/NR/rdonlyres/A36145FB-2C28-443F-8202-A8510E9AE8A4/0/ISD1600B.pdf>

[11] Application note: AVR314: DTMF Generator [online] [Cit. 10.5.2008], dostupné z URL: http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc1982.pdf

[12] Application note: AN543: Tone Generation (with source code) [online]. [Cit.

10.05.2008], dostupné z URL:

<http://ww1.microchip.com/downloads/en/AppNotes/00543c.pdf>

[13] AT Commands Interface Guide for Open AT Firmware v6.63 [online]. [Cit. 10.5.2008], dostupné z URL: <http://www.wavecom.com>

6.2 Abecední seznam zkratk

DAC	Digital to Analog Converter – Číslicově analogový převodník
DAI	Digital Audio Interface
DC	Direct Current – stejnosměrný proud – DC/DC – měnič stejnosměrného proudu
DPS	Deska Plošných Spojů
DTMF	Dual Tone Multiple Frequency – signalizace založená na skládání dvou frekvencí
GPIO	General Purpose Input/Output
GSM	Global System for Mobile communications – mezinárodní standard pro mobilní komunikaci
HF	Hands Free – volné ruce, zde ve smyslu použití hlasitého telefonu nebo jiného dorozumívacího zařízení bez nutnosti držet sluchátko
I/O	Input / Output – vstupně výstupní piny portu
IO	Integrovaný Obvod
JTS	Jednotná Telefonní Síť – užíváno ve smyslu pevné telefonní sítě
LOG H	Logická hodnota „1“
ROHS	Restriction of the use of Hazardous Substances – směrnice zakazující využití těžkých kovů a nebezpečných látek v elektronických zařízeních
UART	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter – Univerzální vysílač / přijímač, sériový port
USB	Universal Serial Bus – univerzální sériová sběrnice
USD	United States Dollar – Americký Dolar

6.3 Seznam obrázků

Obr 1: Blokové schéma systému.....	1
Obr 2: Princip generování sinusového signálu pomocí PWM [11].....	3

Obr 3: Průběh generovaného DTMF signálu v závislosti na čase [12].....	3
Obr 4: Spektrum DTMF signálu [12].....	3
Obr 5: Blokové schéma použitého dekodéru DTMF - Mitel MT8870 [5].....	4
Obr 6: Blokové schéma obvodu AS2524 [7].....	7
Obr 7: Schéma zapojení napájení linky.....	8
Obr 8: Blokové schéma (Komunikační jednotka do kabiny výtahu).....	10
Obr 9: Schéma zapojení - analogová část (Komunikační jednotka do kabiny výtahu)	12
Obr 10: Schéma zapojení - obvody mikrokontroléru (Komunikační jednotka do kabiny výtahu).....	14
Obr 11: Schéma zapojení - DTMF dekodér (Komunikační jednotka do kabiny výtahu)	14
Obr 12: Schéma zapojení - audio paměť (Komunikační jednotka do kabiny výtahu).....	15
Obr 13: Schéma zapojení - filtr pro potlačení vzorkovacího kmitočtu PWM při generování DTMF signálu (Komunikační jednotka do kabiny výtahu).....	16
Obr 14: Vývojový diagram (Komunikační jednotka do kabiny výtahu).....	16
Obr 15: Blokové schéma řídicí jednotky.....	21
Obr 16: Schéma zapojení napájecího zdroje pro řídicí jednotku.....	22
Obr 17: Schéma připojení SIM karty.....	23
Obr 18: Blokové schéma modulu Wavecom Q2686 [6].....	24
Obr 19: Schéma zapojení části s vlastním GSM modulem.....	24
Obr 20: Převodník úrovní.....	25
Obr 21: Funkční diagram řídicí jednotky.....	26
Obr 22: Nastavení parametrů projektu - vývojové prostředí Open AT.....	26

6.4 Seznam tabulek

Seznam tabulek

Tabulka 1: Frekvence DTMF tónů [8].....	2
Tabulka 2: Závislost vzorkovací frekvence obvodu ISD1610B (IO4) na hodnotě R37	15
Tabulka 3: Funkce AS 2524 v závislosti na logických úrovních na řídicích vstupech	19

7 Přílohy

7.1 Seznam příloh

Příloha 1 – *Schéma zapojení pokusné desky s U4090B-P*

Příloha 2 – *Obrazec plošného spoje pokusné desky s U4090B-P (TOP a BOTTOM)*

Příloha 3 – *Osazení plošného spoje pokusné desky s U4090B-P (TOP a BOTTOM)*

Příloha 4 – *Seznam součástek – pokusná deska s IO U4090B-P*

Příloha 5 – *Schéma zapojení pokusné desky s AS2524*

Příloha 6 – *Obrazec plošného spoje pokusné desky s AS2524 (TOP a BOTTOM)*

Příloha 7 – *Osazení plošného spoje pokusné desky s AS2524 (TOP a BOTTOM)*

Příloha 8 – *Seznam součástek – pokusná deska s IO AS2524*

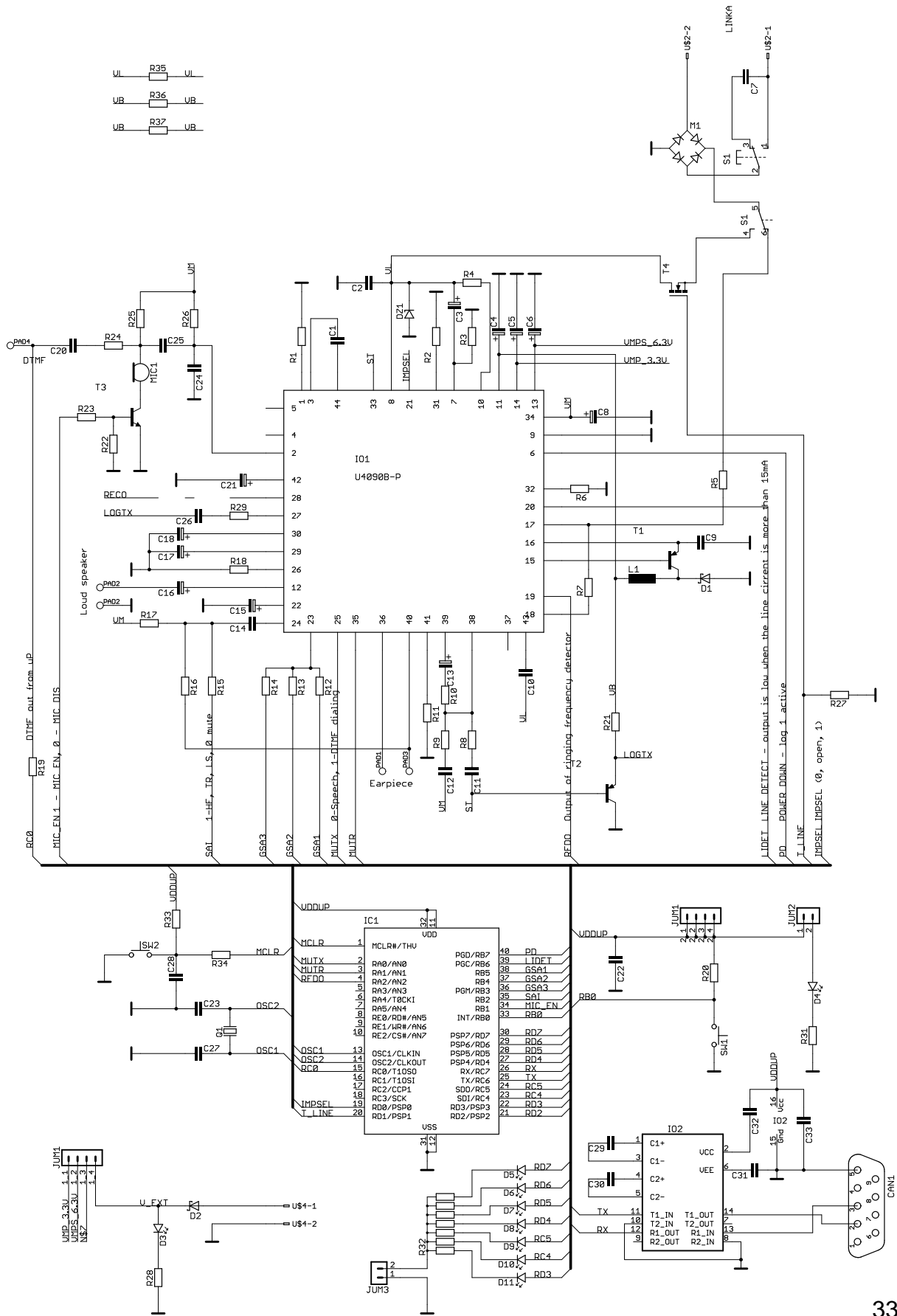
Příloha 9 – *Obrazec plošného spoje – finální deska komunikační jednotky (TOP a BOTTOM)*

Příloha 10 – *Osazení plošného spoje a maska potisku – finální deska komunikační jednotky*

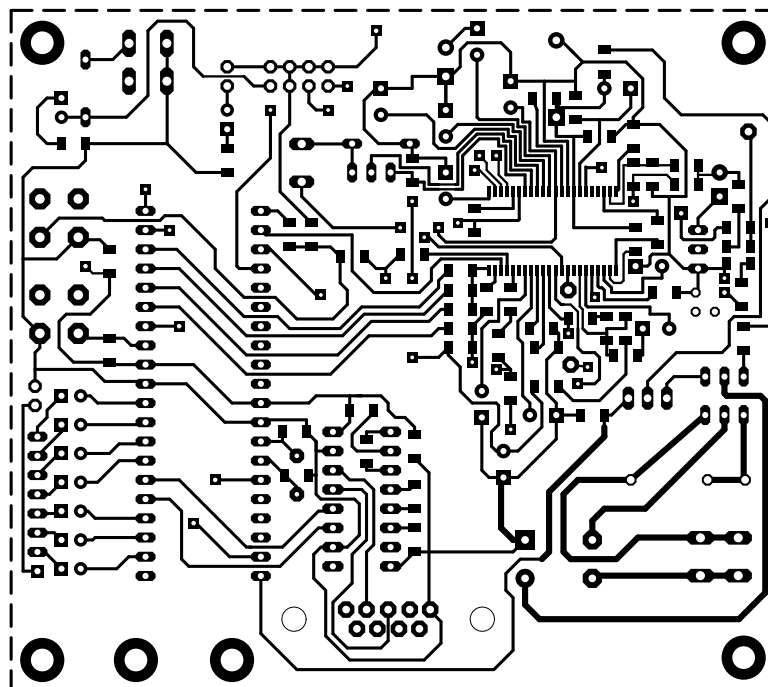
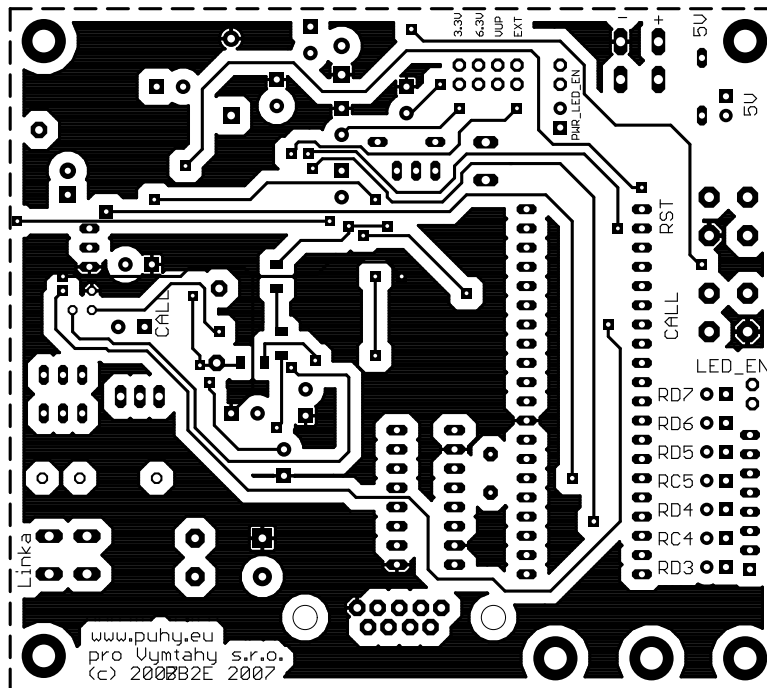
Příloha 11 – *Seznam součástek – finální deska komunikační jednotky*

Příloha 12 – *Obrazec plošných spojů, osazení desky napájení linky a seznam součástek*

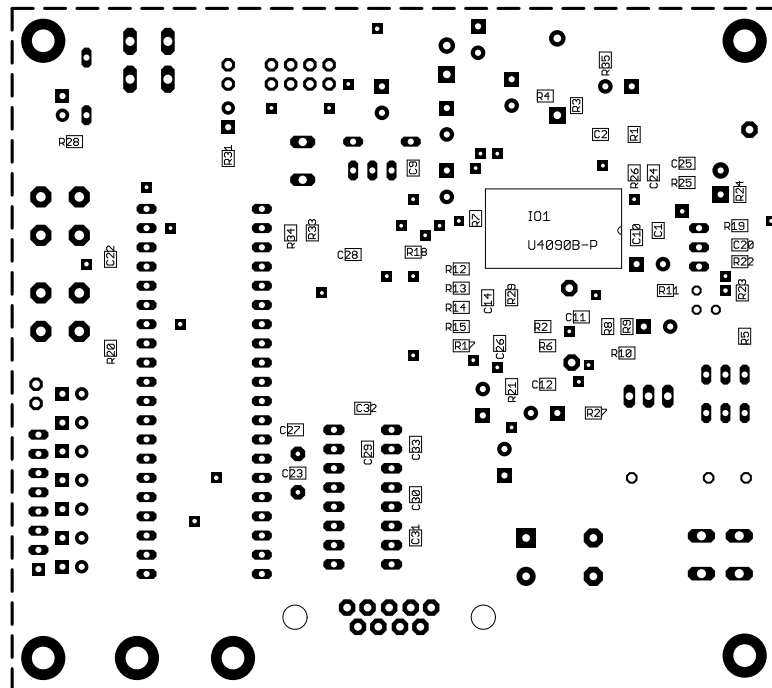
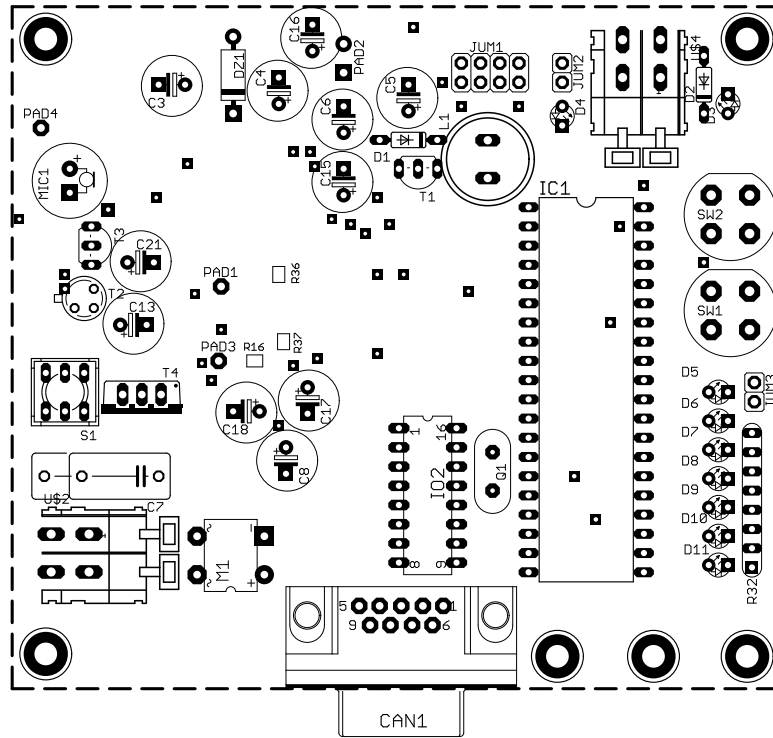
Příloha 1 – Schéma zapojení pokusné desky s U4090B-P



Příloha 2 – Obrázec plošného spoje pokusné desky s U4090B-P (TOP a BOTTOM)



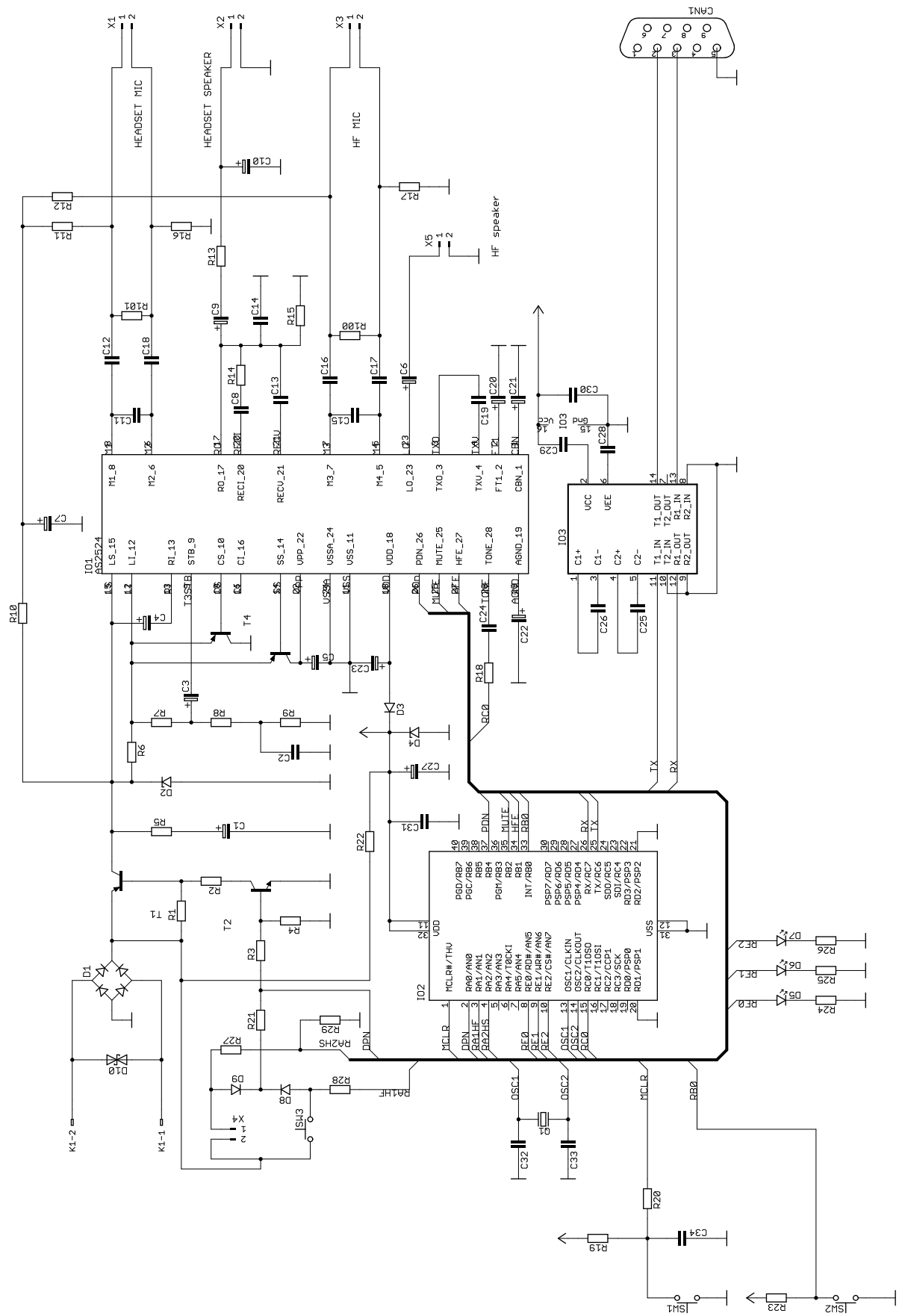
Příloha 3 – Osazení plošného spoje pokusné desky s U4090B-P (TOP a BOTTOM)



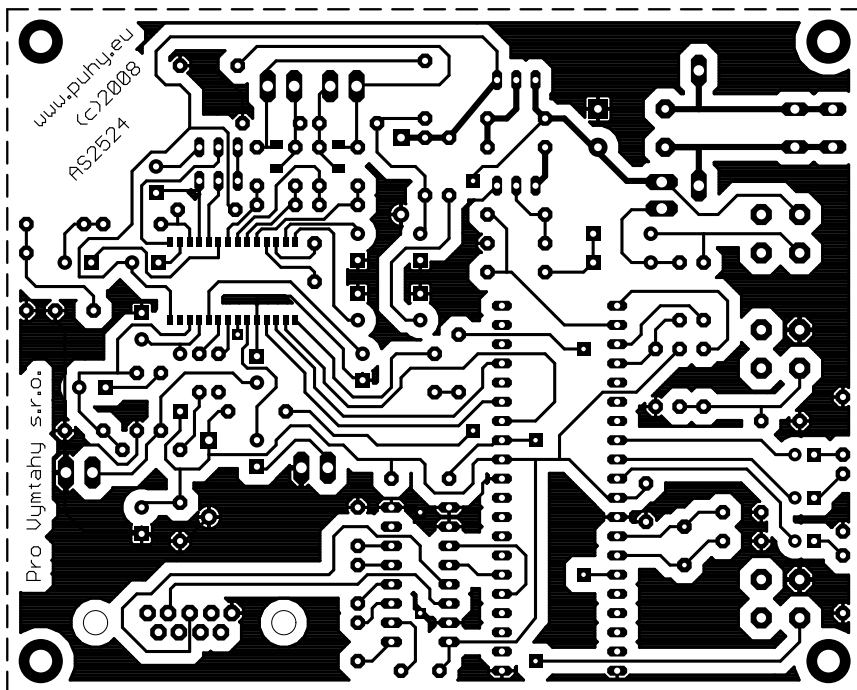
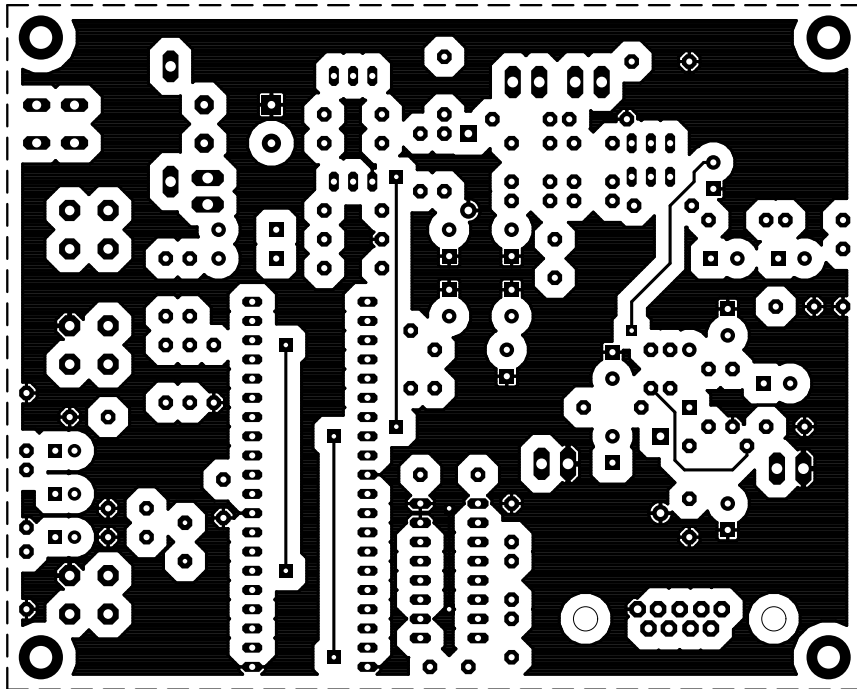
Příloha 4 – Seznam součástek – pokusná deska s IO U4090B-P

Označení	Hodnota	Množství	Typ
Kondenzátory			
C32, C33	100n	10	C-KERAMIK_SMD_1206
C10	150n	1	C-KERAMIK_SMD_1206
C11	86n	1	C-KERAMIK_SMD_1206
C12	33n	1	C-KERAMIK_SMD_1206
C15, C21	1uF/16V	2	C-ELEKTROLYT_3,5
C16	47uF/16V	1	C-ELEKTROLYT_3,5
C2	4n7	1	C-KERAMIK_SMD_1206
C20	6n8	1	C-KERAMIK_SMD_1206
C23, C27	15p	2	C-KERAMIK_SMD_1206
C24	10n	1	C-KERAMIK_SMD_1206
C26	470n	1	C-KERAMIK_SMD_1206
C28	220n	1	C-KERAMIK_SMD_1206
C3, C13, C17, C18	10uF/16V	4	C-ELEKTROLYT_3,5
C4	220uF/10V	1	C-ELEKTROLYT_3,5
C5	47uF/6,3V	1	C-ELEKTROLYT_3,5
C6	470uF/10V	1	C-ELEKTROLYT_3,5
C7	820nF/600V	1	C-EU102_152-062X184
C8	100uF/6,3V	1	C-ELEKTROLYT_3,5
Rezistory			
R1	27k	1	R_SMD_1206
R10	3k	1	R_SMD_1206
R12, R18	30k	2	R_SMD_1206
R14	120k	1	R_SMD_1206
R15	47k	1	R_SMD_1206
R16, R19, R28, R29	1k	4	R_SMD_1206
R17	1k2	1	R_SMD_1206
R2, R33	20k	2	R_SMD_1206
R21	15k	1	R_SMD_1206
R23	220k	1	R_SMD_1206
R24	68k	1	R_SMD_1206
R25, R34	2k	2	R_SMD_1206
R26	3k3	1	R_SMD_1206
R3	75k	1	R_SMD_1206
R31	680R	1	R_SMD_1206
R32	RR 1k A	1	RR_7X_A
R35, R36, R37	0R	3	R_SMD_1206
R4, R20	10k	2	R_SMD_1206
R5	1k5	1	R_SMD_1206
R6, R11, R13	62k	3	R_SMD_1206
R7	680k	1	R_SMD_1206
R8	22k	1	R_SMD_1206
R9, R22, R27	330k	3	R_SMD_1206
Polovodiče			
T1	BC556	1	BC556
T2	BC177	1	BC177
T3	BC546B	1	BC546B
T4	BUZ11BV	1	BUZ11BV
D1, D2	BAT-48	2	SCHOTTKY-DIODEDO35-7
D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D11	LED_3	9	LED_3
DZ1	BZY12V/2W	1	D-ZENEROVA_2W_BZY
M1	B250C1000DIL	1	D-MUSTEK_B250C1000DIL
IO1	U4090B-P	1	U4090B-P
IO2	MAX232	1	MAX232
IO3	PIC16LF877P	1	PIC16LF877A I/P
Ostatní			
CAN1	CAN_9Z_/90	1	CAN_9Z_/90
JUM1	S2G4_JUMP	1	S2G4_JUMP
JUM2, JUM3	S1G2_JUMP	2	S1G2_JUMP
L1	2,2mH	1	SD12-1000
MIC1	MCE 100	1	MIC
Q1	4MHz	1	Q_HC-49U
S1	9077-2	1	9077-2
SW1, SW2	P-DT6	2	P-DT6
U\$2, U\$4	WAGO2-255-402-5	2	WAGO2-255-402-5

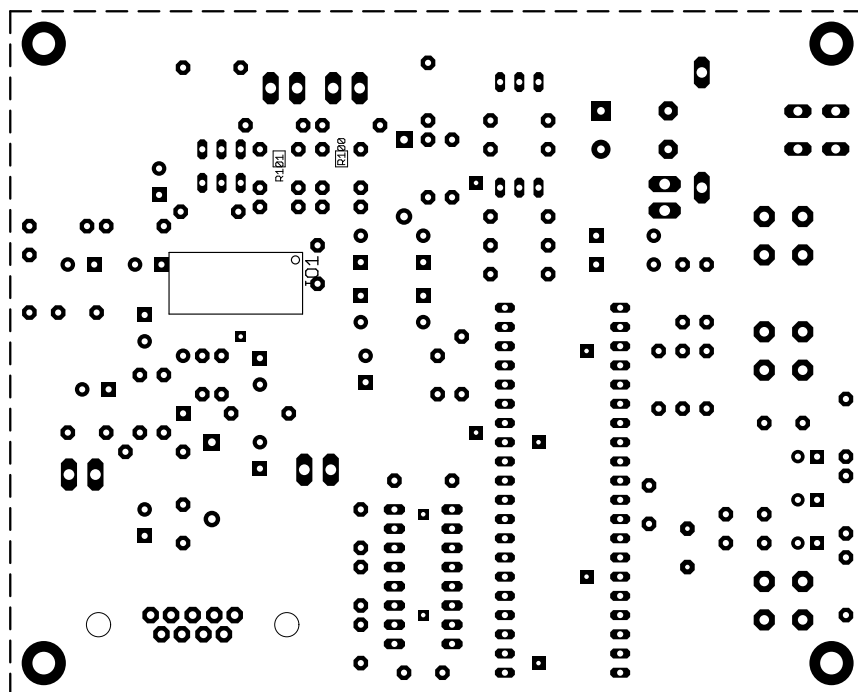
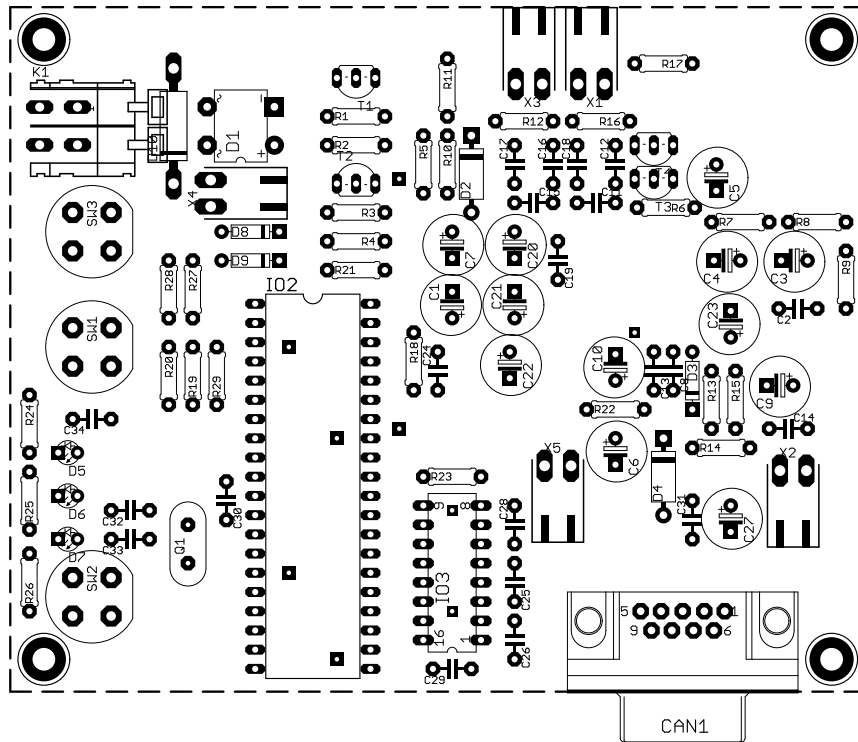
Příloha 5 – Schéma zapojení pokusné desky s AS2524



Příloha 6 – Obrázec plošného spoje pokusné desky s AS2524 (TOP a BOTTOM)



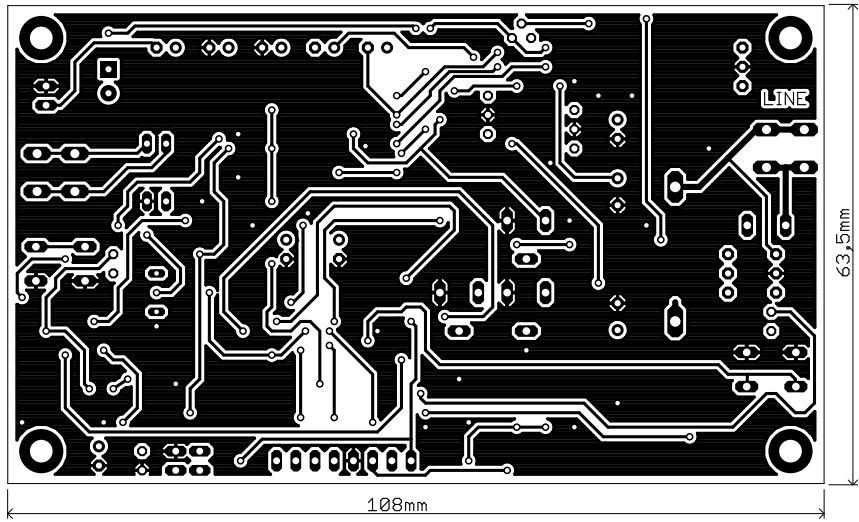
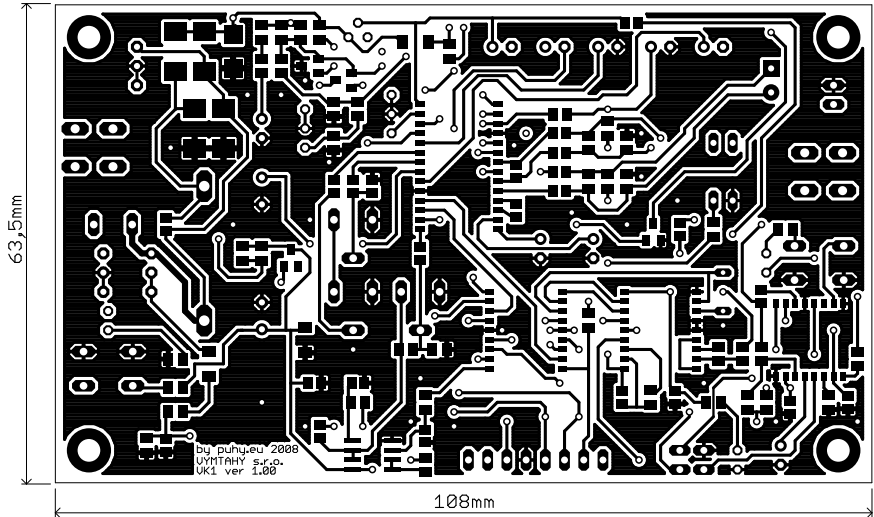
Příloha 7 – Osazení plošného spoje pokusné desky s AS2524 (TOP a BOTTOM)



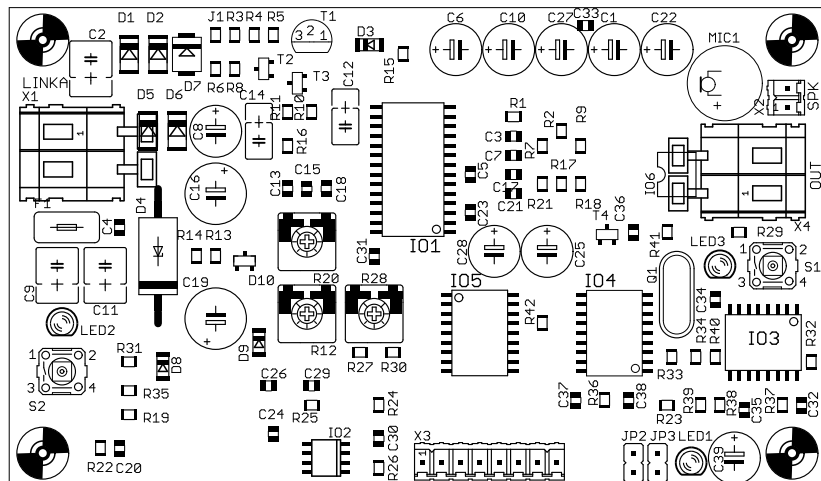
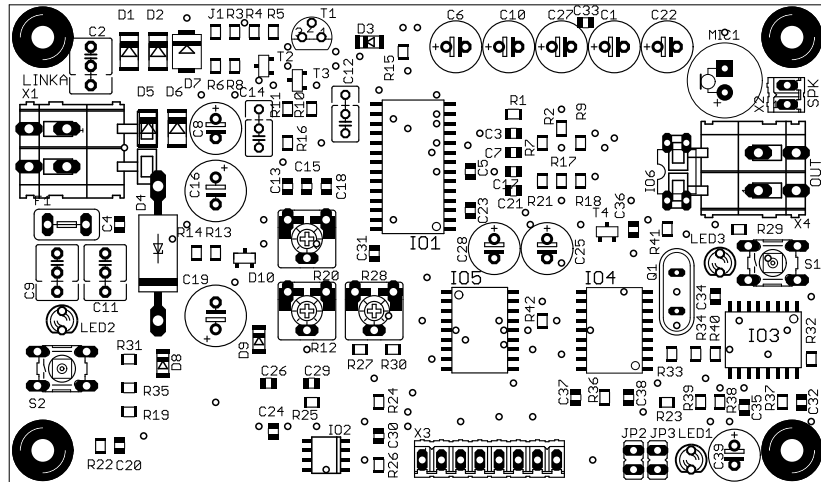
Příloha 8 – Seznam součástek – pokusná deska s IO AS2524

Označení	Hodnota	Množství	Typ
Kondenzátory			
C1	10uF/16V	1	C-ELEKTROLYT_3,5
C10	3,3uF/16V	1	C-ELEKTROLYT_3,5
C13, C14	22n	2	C-KERAMIK_5
C15	33n	1	C-KERAMIK_5
C19	10n	1	C-KERAMIK_5
C2, C11, C12, C18	15n	4	C-KERAMIK_5
C21	33uF/16V	1	C-ELEKTROLYT_3,5
C3, C20	1uF/16V	2	C-ELEKTROLYT_3,5
C32, C33	15p	2	C-KERAMIK_5
C34	220n	1	C-KERAMIK_5
C4, C6, C23	100uF/16V	3	C-ELEKTROLYT_3,5
C5, C27	470uF/16V	2	C-ELEKTROLYT_3,5
C7	220uF/16V	1	C-ELEKTROLYT_3,5
C8, C16, C17, C24, C25, C26, C28, C29, C30	100n	10	C-KERAMIK_5
C9, C22	22uF/16V	2	C-ELEKTROLYT_3,5
Rezistory			
R1	100k	1	R_7,5
R10	2k2	1	R_7,5
R100	2k	1	R_SMD_1206
R101	8k2	1	R_SMD_1206
R11, R12, R16, R17	1,1k	4	R_7,5
R13	200R	1	R_7,5
R18, R24, R25, R26	1k	4	R_7,5
R19	2k	1	R_7,5
R2, R23	10k	2	R_7,5
R20	20k	1	R_7,5
R21, R27, R28, R29	470k	4	R_7,5
R22	5MEG	1	R_7,5
R3	82k	1	R_7,5
R4	330k	1	R_7,5
R5	1k5	1	R_7,5
R6	30R	1	R_7,5
R7	300R	1	R_7,5
R8	1k8	1	R_7,5
R9, R14, R15	12k	3	R_7,5
Polovodiče			
T1	2SA1625	1	2SA1625
T2	2N5551	1	BC338
T3, T4	BC327	2	BC327
D1	B250C1000DIL	1	D-MUSTEK_B250C1000DIL
D10	P6KEXXC	1	P6KEXXC
D2	BZW10W 2W	1	D-ZENEROVA_2W_BZY
D3	BAT48	1	D_7,5
D4	5,1V	1	D-ZENEROVA_2W_BZY
D5, D6, D7	LED_3	3	LED_3
D8, D9	1N4148	2	D_7,5
IO1	AS2524	1	AS2524
IO2	PIC16LF877P	1	PIC16F877P
IO3	MAX232A	1	MAX232
Ostatní			
CAN1	CAN_9Z_/90	1	CAN_9Z_/90
K1	WAGO2-255-402-5	1	WAGO2-255-402-5
Q1	4MHz	1	Q_HC-49U
MIC1	MCE 100	1	MIC
Q1	4MHz	1	Q_HC-49U
SW1, SW2, SW3	P-DT6	2	P-DT6

Příloha 9 – Obrazec plošného spoje – finální deska komunikační jednotky (TOP a BOTTOM)



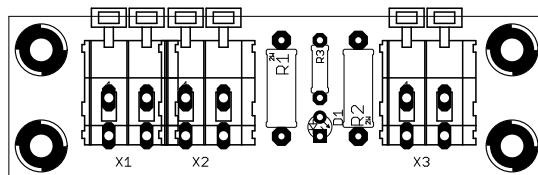
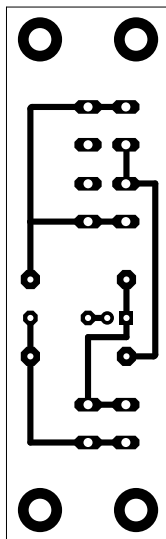
Příloha 10 – Osazení plošného spoje a maska potisku – finální deska komunikační jednotky



Příloha 11 - Seznam součástek – finální deska komunikační jednotky

Označení	Hodnota	Množství	Typ	
Kondenzátory				
C1	220uF/10V	1	CPOL-EUE2.5-7	
C10	1uF/6V	1	CPOL-EUE2.5-7	
C12, C14	15n	2	C-EU025_050-035X075	
C13, C17, C21, C24, C26, C31, C32, C33, C3	100n	13	C-EUC0805	
C15, C18	22n	2	C-EUC0805	
C16	470uF/10V	1	CPOL-EUE3.5-8	
C19	100uF/10V	1	CPOL-EUE3.5-8	
C2, C9, C11	1n/250V RM5	3	C-2.5-5/6	
C22	100uF/16V	1	CPOL-EUE2.5-7	
C23, C29, C30	4n7	3	C-EUC0805	
C25	1uF/50V	1	CPOL-EUE2.5-7	
C27	10uF	1	CPOL-EUE2.5-7	
C28	33uF	1	CPOL-EUE2.5-7	
C3, C7	15n	2	C-EUC0805	
C39	4u7	1	CPOL-EUE2.5-7	
C4	27p	1	C-EUC0805	
C5, C20	10n	2	C-EUC0805	
C6	10uF/25V	1	CPOL-EUE2.5-7	
C8	100uF/25V	1	CPOL-EUE2.5-7	
Rezistory				
R1, R21	2k	2	R-EU_M0805	
R10	2k7	1	R-EU_M0805	
R11	18k	1	R-EU_M0805	
R12, R20, R28	25k	3	TRIM_EU-CA6V	
R13, R14		680	2	R-EU_M0805
R15, R16, R35, R41	10k	4	R-EU_M0805	
R19, R36	330k	2	R-EU_M0805	
R2, R9, R17, R18	1k2	4	R-EU_M0805	
R22	220k	1	R-EU_M0805	
R23, R29, R31, R32, R34, R38, R40	1k	7	R-EU_M0805	
R24	33k	1	R-EU_M0805	
R25	5k6	1	R-EU_M0805	
R26, R42	2k2	2	R-EU_M0805	
R27, R30	~ 10k	2	R-EU_M0805	
R3, R4, R39	60R	3	R-EU_M0805	
R37	80k	1	R-EU_M0805	
R5, R33	100k	2	R-EU_M0805	
R6	1k8	1	R-EU_M0805	
R7	8k2	1	R-EU_M0805	
R8	300R	1	R-EU_M0805	
Polovodiče				
T1	BSS92	1	BSS92	
T2, T3	BC856ALT1G	2	BC856SMD	
T4	BC817-16LT1SMD	1	BC817-16LT1SMD	
D1, D2, D5, D6	1N4007 SMD	4	DIODE-MELF-MLL41	
D10	BA S70	1	BA S70	
D3	ZMM5,1-SMD ZD 12V	1	DIODE-SOD80C	
D4	15KE33C	1	15KEXXC	
D7	10V 1W	1	ZENER-DIODESMB	
D8	ZMM27-SMD ZD 27V	1	DIODE-SOD80C	
D9	ZMM5,1-SMD ZD 5,1V	1	DIODE-SOD80C	
LED1, LED2, LED3		3	LED3MM	
IO1	AS2524	1	AS2524	
IO2	LM358D	1	LM358D	
IO3	ISD1610B	1	ISD1610B	
IO4	MT8870SO	1	MT8870SO	
IO5	PIC16F628A	1	PIC16F628	
IO6	PC814	1	PC814	
F1	polyswitch 200mA	1	TE5	
J1	OR	1	R-EU_M0805	
JP2, JP3	jumper 2 piny	2	JP1E	
Q1	3.579MHz	1	XTAL/S	
X1, X4	WAGO2-255-402-5	2	WAGO2-255-402-5	
X2	konektor M02	1	M02	
X3	konektor M08	1	M08	
S1, S2	mikrospínač	2	10-XX	

Příloha 12 – Obrázec plošných spojů, osazení desky napájení linky a seznam součástek (společné pro obě pokusné desky s IO U4090B-P i AS2524 i finální komunikační jednotku)



Seznam součástek

Označení	Hodnota	Množství	Typ
R3	10k	1	R_7,5
R1, R2	330R/2W	2	R_2W
D1	LED_3mm 2mA	1	LED_3mm
X1, X2, X3	WAGO2-255-402-5	3	WAGO2-255-402-5