

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**

Fakulta mechatroniky a mezioborových inženýrských studií

## **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Dálkové ovládání měřicích přístrojů pomocí  
telekomunikačních sítí**

Liberec 2006

Jan Hlava



## Abstrakt

Obsahem diplomové práce je návrh a realizace zařízení dálkového ovládání měřících přístrojů po telefonní lince nebo síti GSM (*Global System for Mobile Communication*). Dále obsahuje návrh řídicího programu navrženého zařízení a aplikace umožňující ovládání zařízení z PC (*Personal Computer*) přes sériové rozhraní RS-232. Součástí návrhu je i teoretická analýza problematiky a realizace prototypu zařízení.

## Anotace

Výsledkem diplomové práce je návrh a realizace funkčního a reprodukovatelného prototypu zařízení dálkového ovládání měřících přístrojů. Přístroje je možné ovládat po telefonním kanálu nebo mobilní síti GSM. V obou případech se přístroje ovládají tlačítky telefonního přístroje nebo mobilního telefonu.

Univerzální řešení umožňuje k zařízení připojit mnoho typů mobilních telefonů. Ovládat přístroje je možné také přímo ze zařízení nebo z PC přes sériové rozhraní RS-232. Kromě ovládání přístrojů umožňuje zařízení kontrolu externích vstupů. Dále byla navržena počítačová aplikace obsluhující komunikaci po sériovém rozhraní mezi PC a zařízením. Pomocí aplikace lze ovládat nejen přístroje, ale také měnit přístupové heslo. Aplikace byla navržena pro systémy Windows 9x/NT/ 2000/XP.

Vlastním přínosem diplomové práce je další způsob řešení již vyřešeného způsobu dálkového ovládání. Vlastní řešení je přizpůsobené kladeným požadavkům a přitom je natolik univerzální a robustní, že vedle ovládání měřících přístrojů jej lze použít i pro dálkové ovládání přístrojů v průmyslu nebo i domácnosti a dalších oblastech.

## **Abstract**

The content of this diploma thesis is to project and realize remote controls of measuring instruments via a telephone line of GSM network (Global System for Mobile Communication). Further it contains the project of control program of the appliance enabling controlling of the appliance from PC via RS-232 interface. A theoretical analysis and realization of a prototype of the appliance is the part of the project.

## **Annotation**

The result of this diploma thesis is to project and realize a functional and reproducible appliance prototype of remote controls of measuring instruments. The instruments are only possible to control via a telephone canal or a mobile network GSM. The instruments are controlled by telephone or cell phone buttons in both cases.

A universal solution enables a connection of many types of cell phones to the appliance. Further there is a possibility to control instruments directly from the appliance or PC via RS-232 serial interface. This also enables control of external inputs. Further there is a design for a computer application operating communication system via serial interface between PC and the appliance. It is not only possible to control instruments, but also possible to change an access password by the help of the application. The application was designed for Windows 9x/NT/ 2000/XP systems.

The proper contribution of this diploma thesis is another way of solving the already solved problem with a remote control. The proper solution is adjust demand, nevertheless it is exceptionally universal and robust. Except for the controlling of measuring instruments, it could be also used for remote controls in industry, household and other spheres.



# Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé DP a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé diplomové práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své diplomové práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do její skutečné výše).

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum:

Podpis:

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce panu Ing. Jiřímu Jelínkovi za vytvoření dobrých podmínek pro realizaci diplomové práce a především za odborný a lidský přístup.

Také bych chtěl poděkovat konzultantovi panu Ing. Martinu Buškovi za rady a informace, které mi poskytl.

Dále bych chtěl poděkovat firmě SUMIDA ELECTRIC CO., LTD. za výrobu faxmodemových transformátorů.

# Obsah

<b>Seznam použitých zkratk</b> .....	<b>9</b>
<b>1. Úvod</b> .....	<b>11</b>
<b>2. Vlastní řešení</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1. Teoretická analýza</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1.1. Telefonní kanál</b> .....	<b>12</b>
2.1.1.1. Analogová telefonní linka .....	13
2.1.1.2. Telefonní přístroj .....	14
2.1.1.3. Signalizační signály .....	14
<b>2.1.2. Tónová volba - DTMF</b> .....	<b>15</b>
2.1.2.1. Tvoření signálu DTMF .....	16
2.1.2.2. Dekódování DTMF .....	16
<b>2.1.3. GSM</b> .....	<b>16</b>
2.1.3.1. Základní struktura .....	17
2.1.3.2. Rádiové rozhraní systému GSM .....	19
2.1.3.3. Zpracování signálu v systému GSM .....	21
2.1.3.4. Přenos dat .....	22
<b>2.1.4. Sériové rozhraní RS – 232</b> .....	<b>22</b>
2.1.4.1. Sériový port .....	23
2.1.4.2. Základní typy komunikace .....	24
2.1.4.3. Přenos dat .....	26
<b>2.1.5. Metodika návrhů plošných spojů</b> .....	<b>26</b>
2.1.5.1. Počítačový návrh plošných spojů .....	27
2.1.5.2. Návrh plošného spoje .....	27
2.1.5.3. Rozmístění součástek .....	27
2.1.5.4. Vedení spojů .....	28
2.1.5.5. Zatížení vodičů na plošném spoji .....	28
2.1.5.6. Technologie výroby plošných spojů .....	30
2.1.5.7. Osazení součástek .....	30
<b>2.2. Návrh zařízení</b> .....	<b>31</b>
<b>2.2.1. Specifikace požadavků</b> .....	<b>31</b>
<b>2.2.2. Schéma zařízení</b> .....	<b>32</b>
2.2.2.1. Obvod obsluhy telefonní linky .....	32
2.2.2.2. Obvod dekodování DTMF z telefonní linky – dekodér .....	36
2.2.2.3. Obvod obsluhy mobilního telefonu .....	37

2.2.2.4. Obvod dekódování DTMF z mobilního telefonu – dekodér .....	42
2.2.2.5. Obvod externího vstupu .....	42
2.2.2.6. Obvod sériového rozhraní RS 232 .....	43
2.2.2.7. Obvod ovládání přístrojů .....	44
2.2.2.8. Obvod řízení zařízení .....	45
2.2.2.9. Napájení zařízení .....	49
<b>2.3. Návrh softwaru .....</b>	<b>51</b>
2.3.1. Návrh řídicích programů mikrokontrolérů .....	51
2.3.1.1. Řídicí program hlavního mikrokontroléru IC1 (AT89S8252) .....	51
2.3.1.2. Řídicí program pomocného mikrokontroléru IC5 (AT89S8252) .....	60
2.3.2. Návrh aplikace pro PC .....	65
<b>2.4. Realizace prototypu .....</b>	<b>67</b>
2.4.1. Návrh plošného spoje .....	67
2.4.2. Programování mikrokontrolérů – programátor PROGATM90 .....	68
2.4.3. Výsledný prototyp – osazení, oživení .....	70
<b>3. Parametry prototypu .....</b>	<b>72</b>
<b>4. Závěr .....</b>	<b>73</b>
<b>Použitá literatura .....</b>	<b>75</b>
<b>Přílohy</b>	
Schéma zapojení	
Rozpiska součástek	
Deska plošného spoje	
Osazení součástek	
Ovládání zařízení	
Manuál aplikace	
Příklady zapojení konektorů vybraných typů mobilních telefonů	
Podrobný výpis řídicího programu hlavního mikrokontroléru (AT89S8252)	
Podrobný výpis řídicího programu pomocného mikrokontroléru (AT89C51)	
CD-ROM	

## Seznam použitých zkratk

.hex	formát souboru
°C	jednotka termodynamické teploty
A/mm <sup>2</sup>	jednotka proudové hustoty
ADC	Administrative Centre
apod.	a podobně
ARFCN	Absolute Radio Frequency Channel Number
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
atd.	a tak dále
Atmel	mikrokontrolér
AuC	Authentication Centre
Bd	Baud - jednotka přenosové rychlosti
bit	jednotak informace
BSC	Base Station Controller
BSS	Base Station Subsystem
Byte	8 bitů - jednotka informace
Call-Back	funkce zpětného vyzvonění
CD-ROM	Compact Disc Read-Only Memory
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor
COM	sériový port
CRC	Cyclic Redundancy Check
CTR	proudový převodní součinitel
CTS	Clear To Ready
DKO	Dálkový Kabelový Okruh
DRO	Dálkový Radiový Okruh
DSR	Data Set Ready
DTE	Data Terminal Equipment
DTMF	Dual Tone Multi Frequency
DTR	Data Terminal Ready
EDGE	Enhanced Data rates for GSM Evolution
E-GSM	Extended-GSM
EIR	Equipment Identity Register
ETSI	European Telecommunication
FR4	materiál plošných spojů.
GPRS	General Packet Radio System
GSM	Global System for Mobile Communication
GSM	Groupe Spécial Mobile
GSM-R	Railway GSM
GSM 900	standard GSM
GSM1800	standard GSM
GSM1900	standard GSM
HLR	Home Location Register
HSCSD	High Speed Circuit Switched Data
Hz	Hertz - jednotka frekvence
IMEI	International Mobile Equipment Identity
IR	Infra-Red
ISDN	Integrated Services Digital Network
IWF	Inter-Working Functionality

KZ	Koncové Zařízení
m	metr
MCF	kód pro multifunkční volbu
MHz	Mega Hz
MIC	mikrofon
ms	milisekunda - jednotka času
MS	Mobilní Stanice
MSC	Mobile Switching Centre
MÚ	Místní Pobočková Ústředna
mV	miliVolt - jednotka napětí
MZ	Mezilehlá Zařízení
např.	na příklad
NF	Nízko-Frekvenční
NMC	Network Management Centre
NOKIA	výrobce mobilních telefonů
NSS	Network Switching Subsystem
OMC	Operational and Maintenance Centre
OSS	Operational and Support Subsystem
OZ	Operační Zesilovač
PC	Personal Computer
PCS 1900	standard USA
pF	pikoFarad - jednotka kapacity
PIC	druh mikrokontroléru
PZD	Přenosové Zařízení Dálkové
PZK	Přenosové Zařízení na Krátké vzdálenosti
RS – 232	Norma sériového rozhraní
RTS	Request To Send
RxD	Receive Data
SIEMENS	výrobce mobilních telefonů
SIM	Subscriber Identity Module
SMD	Surface Mounted Devices
SMS	Short Message Service
SMT	Surfaces Mounted Technology
SOD	Služební Okruh na Dlouhé vzdálenosti
SOK	Služební Okruh na Krátké vzdálenosti
SONY ERICSSON	výrobce mobilních telefonů
SS7	Signaling System number 7
TC	TransCoder
TDMA	Time Division Multiple Access
tel.	telefonní
TxD	Transmit Data
UART	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter
ÚO	Účastnický Okruh
ÚSZ	Účastnické Spojovací Zařízení
VLR	Visitor Location Register
VÚ	Vzdálená Ústředna
Z0	charakteristická impedance
$\Omega$	Ohm

# 1. Úvod

Dálkové ovládání přístrojů je využíváno v nejrůznějších oborech. Vzniklo ve vojenství a postupně se rozšířilo do všední praxe. V současnosti se běžně setkáváme s různými formami přenosu ovládacích signálů na všech telekomunikačních pásmech jak bezdrátově, tak přímým připojením k přístroji. Standardně se pro ovládání na krátké vzdálenosti využívá frekvenční pásmo IR (*infračervených*) vln a na středně krátké vzdálenosti radiové pásmo. Problém nastává s ovládáním přístrojů na delší vzdálenosti. Zde se nabízí možnost volby telekomunikační sítě jako telefonní sítě, GSM sítě popřípadě některé z datových sítí. V poslední době se stalo velice populární ovládání přístrojů pomocí služby zasílání krátkých textových zpráv SMS po síti GSM. Prakticky pro kontrolu stavu přístrojů, jejich zapínání a vypínání se stále využívá telefonní linka z důvodu její dostupnosti. Přístroje jsou ovládány specifickým NF (*nízkofrekvenční*) signálem nazývaným DTMF.

Navrhované zařízení má sloužit pro ovládání měřicích přístrojů a počítačů. Přístroje jsou ovládány z klávesnice běžného telefonního přístroje, přímo z navrhovaného zařízení a z PC přes sériové rozhraní RS–232. Ve své práci vycházím z informací nastudovaných o zmíněných způsobech ovládání, volím vhodný typ řídicích signálů, způsob jejich přenosu a identifikaci. Zařízení navrhuji jako dostatečně univerzální, aby našlo uplatnění i v jiných oblastech než-li jen v měřicí technice. Při návrhu jsou respektovány ekonomické aspekty a možnosti katedry měření. Výsledkem práce je funkční prototyp zařízení pro ovládání přístrojů.

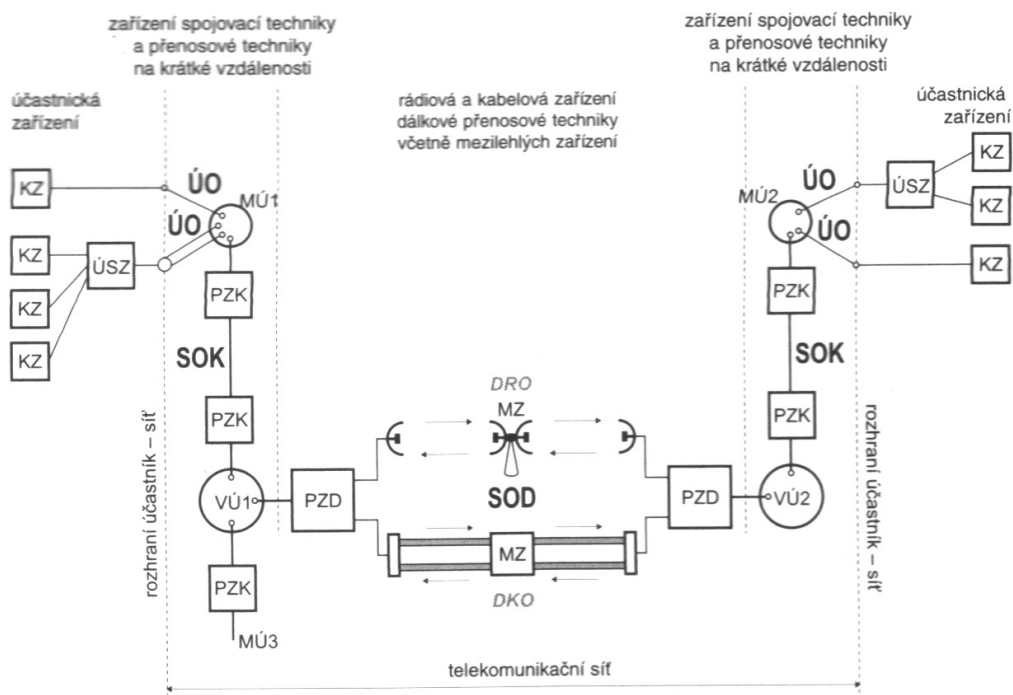
## 2. Vlastní řešení

### 2.1. Teoretická analýza

#### 2.1.1. Telefonní kanál

Telefonní kanál definujeme jako soubor technických prostředků umožňující jednosměrný přenos signálu mezi dvěma místy bez ohledu na druh použitých prostředků. Přenos hovorového nebo jiného signálu je realizován buď nízkofrekvenčním telefonním nebo vícenásobným telefonním systémem. Telefonní kanál je navržen pro přenos hovorového signálu. Hlavním parametrem je srozumitelnost. Frekvenční pásmo 300 až 3400 Hz (šířka pásma 3100 Hz), které bylo pro tento kanál vymezeno, zajistí dostatečnou srozumitelnost i energetickou úroveň hovorového signálu. Sdružením několika telefonních kanálů můžeme vytvořit tzv. kanál v přeloženém pásmu nebo telefonní kanál můžeme dále dělit na užší subkanály pro přenos malých číslicových signálů [1, 9].

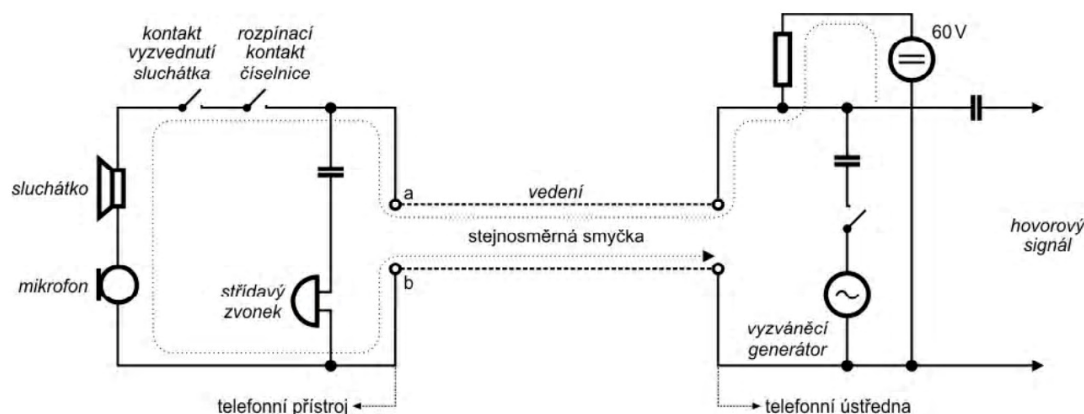
Telekomunikační kanály a okruhy se zpravidla nepoužívají samostatně, ale jako součást různých telekomunikačních sítí. Přenos zpráv mezi dvěma účastníky jedné telekomunikační sítě pomocí obecného spoje je stručně popsán na obrázku 2.1.



Obr. 2.1: Základní technická zařízení v účastnických sítích [1]



Účastnické zařízení může být samostatné koncové zařízení KZ (telefonní přístroj, PC) nebo účastnické spojovací zařízení ÚSZ (pobočková ústředna) společně s jednotlivými koncovými zařízeními, která jsou k němu připojena. Účastnická zařízení jsou dále připojena na jednotlivé účastnické okruhy ÚO. V místě tohoto spojení se nachází síťové rozhraní. Účastnické okruhy zatím převážně tvoří metalická vedení, která jsou čím dál častěji nahrazována optickým vedením a radiovým přenosem. Účastnické okruhy jsou spojeny v místní pobočkové ústředně MÚ. Tato ústředna zajišťuje místní spojení účastníků jejího připojení a zároveň směrování spojení ke všem ostatním účastníkům telefonní sítě. Místní ústředny jsou spojeny ve vzdálené ústředně VÚ přes služební okruhy na krátké vzdálenosti SOK zakončenými přenosovými zařízeními na krátké vzdálenosti PZK. Vzdálená ústředna směruje spojení k jiné místní ústředně nebo k jiné vzdálené ústředně. Vzdálené ústředny jsou propojeny dálkovými služebními okruhy SOD zakončené dálkovými přenosovými zařízeními PZD. Dálkové služební okruhy jsou realizovány kabelovými okruhy DKO nebo radiovými okruhy DRO. Signál vlivem ztrát slábne a je potřeba jej zesílit a poslat dál. K tomu slouží mezilehlá přenosová zařízení MZ jako jsou zesilovače, opakovače nebo retranslační body [1].



Obr. 2.2: Základní zapojení telefonního přístroje [9]

#### 2.1.1.1. Analogová telefonní linka

Signál mezi telefonním přístrojem (koncovým zařízením) a ústřednou je přenášen po analogovém telefonním vedení, která je realizována jediným účastnickým okruhem pomocí symetrického páru vodičů. Jinak se tomuto propojení také říká účastnická smyčka. Po této smyčce je telefonní přístroj napájen z ústředny. Dále jsou po ní šířeny signalizační signály jako zvonění, zvednutí, volba účastnického čísla, zavěšení a hlavně přenášen hovorový signál mezi spojenými účastníky. Přenos probíhá duplexně v obou směrech zároveň [1, 9].

### 2.1.1.2. Telefonní přístroj

Základní zapojení telefonního přístroje je vidět na obrázku 2.2. Pro získání a reprodukci hovorového signálu je použit uhlíkový mikrofon zapojený v sérii se sluchátkem. V praxi se však používalo můstkové zapojení pro omezení vlastního hovoru ve sluchátku. V současnosti se tento obvod řeší zpravidla pomocí elektroniky. Vyzvánění generované generátorem vyzváněcího signálu ústředny rozezná zvonek připojený k tzv. mikrotelefonu (sluchátko a mikrofon) paralelně. Signalizace je prováděna rozpojováním a uzavíráním stejnosměrné smyčky. Při vyzvednutí mikrotelefonu se uzavře stejnosměrná smyčka, což v případě volání signalizuje požadavek zahájení volání nebo v případě volaného účastníka jeho přihlášení a navázání hovoru. Pokud obdrží volající účastník oznamovací tón může zahájit volbu volaného čísla [9].

Existují dva způsoby volby volaného čísla. Impulsní volba a tónová volba. Záleží na typu ústředny kterou podporuje. V současnosti je v podstatě používána pouze tónová volba. Impulsní volba je realizována rozpojováním a uzavíráním stejnosměrné smyčky s frekvencí 10Hz a čítáním impulsů. Tónová volba neboli multifunkční volba podle MCF kódu je realizována přenášením a dekódováním specifického tónu o dvou frekvencích přenášeném v hovorovém pásmu. Tento specifický signál je také nazýván signálem DTMF (Dual Tone Multi Frequency) [9].

Charakteristická impedance telefonního vedení  $Z_0$  by měla být 600  $\Omega$ . Maximálního přenosu dosáhneme pokud impedance telefonního přístroje bude shodná s impedancí vedení. Podle typu telefonní ústředny můžeme na svorkách nezátíženého telefonního vedení naměřit 60 V nebo 48 V u větších typů ústředny a 24 V nebo 12 V u malých typů ústředny. Po uzavření proudové smyčky klesá napětí na svorkách vedení nejvýše na polovinu napětí otevřené smyčky [1, 9, 15].

### 2.1.1.3. Signalizační signály

- **Oznamovací tón**

Pokud je ve sluchátku telefonního přístroje slyšet tento tón očekává se zadání telefonního čísla nebo služby, popřípadě zadání osobního hesla. Oznamovací tón generovaný ústřednou je nepřerušovaný tón o frekvenci  $425 \pm 20$  Hz nebo může být i přerušovaný. Udává se pak jako „A“ Morseovy abecedy vysílané v rytmu 5 značek za 10s (impuls  $330 \pm 15$  ms, mezera  $330 \pm 15$  ms, impuls  $660 \pm 30$  ms, mezera  $660 \pm 30$  ms) [1, 9, 15].

- **Vyzváněcí tón**

Tento tón se ozve ve sluchátku pokud došlo ke spojení s volaným telefonním přístrojem a ten vyzvání. V případě aktivace funkce Call-Back (*Zpětné vyzvonění*) tento tón uslyšíte po zvednutí telefonního přístroje. Vyzváněcí tón generovaný ústřednou je tón o frekvenci  $425 \pm 20$  Hz přerušovaný v pomalém rytmu 5s (impuls  $1000 \pm 50$  ms, mezera  $4000 \pm 200$  ms) [1, 9, 15].

- **Obsazovací tón**

Pokud je ve sluchátku telefonního přístroje slyšet tento tón znamená to, že volaná pobočka je obsazena, není volná žádná externí linka, nejste oprávněn k tomuto typu hovorů (např. mezinárodní hovor), právě vyžádaná služba není dostupná nebo se neprovedla úspěšně. Vyzváněcí tón generovaný ústřednou je tón o frekvenci  $425 \pm 20$  Hz přerušovaný v rychlém rytmu. Vysílá se jako „E“ Morseovy abecedy v rytmu 16 značek za 10s (impuls  $330 \pm 15$  ms, mezera  $330 \pm 15$  ms) [1, 9, 15].

- **Signál zvonění**

Tímto signálem rozezná ústředna zvonek telefonního přístroje, se kterým má být uskutečněno spojení. Tento signál je standardně vysílán v podobném rytmu jako vyzváněcí tón (impuls  $1000 \pm 50$  ms, mezera  $4000 \pm 200$  ms) s tím rozdílem, že frekvence signálu zvonění je cca 25 Hz a úroveň 75V superponovaná na stejnosměrnou složku napětí nezatíženého vedení [1, 9, 15].

## 2.1.2. Tónová volba - DTMF

DTMF (Dual-tone Multi Frequency) je tón složený ze dvou přesně definovaných sinusových signálů. Jednotlivé frekvence signálů jsou voleny tak, aby usnadnily realizaci kmitočtových filtrů a tím dekódování a zároveň jsou voleny tak, aby prošly frekvenčním pásmem telefonního kanálu 300 až 3400 Hz [9, 16].

DTMF je generována samotnými telefonními přístroji a je určena pouze pro přenos ovládacích signálů. Používá se především k vytáčení telefonních čísel a nastavování telefonních ústřed. Dále se využívá pro přenos informací mezi radiostanicemi, pro dálkové ovládání přístrojů, selektivní volbu, atd. [9, 16].

### 2.1.2.1. Tvoření signálu DTMF

DTMF signál tvoříme amplitudovým sčítáním dvou sinusových průběhů. Průběhy musí mít různé frekvence a měly by mít stejnou amplitudu. Signál s vyšší frekvencí může mít větší amplitudu maximálně o 4 dB. Tomuto amplitudovému rozdílu se říká twist [9, 16].

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

Tab. 2.1: Tabulka dvojic frekvencí signálů DTMF

Jak je vidět z tabulky frekvencí DTMF (Tab. 2.1), každému znaku DTMF odpovídají dvě frekvence signálů. Jedna z příslušného sloupce a druhá z příslušného řádku. Standardně se využívá pouze 12 znaků z 16-ti. Znak A, B, C a D jsou určeny k ovládání a programování ústředny. Norma dovoluje maximální odchylku od nominální hodnoty frekvence signálu 1.5% [9, 16].

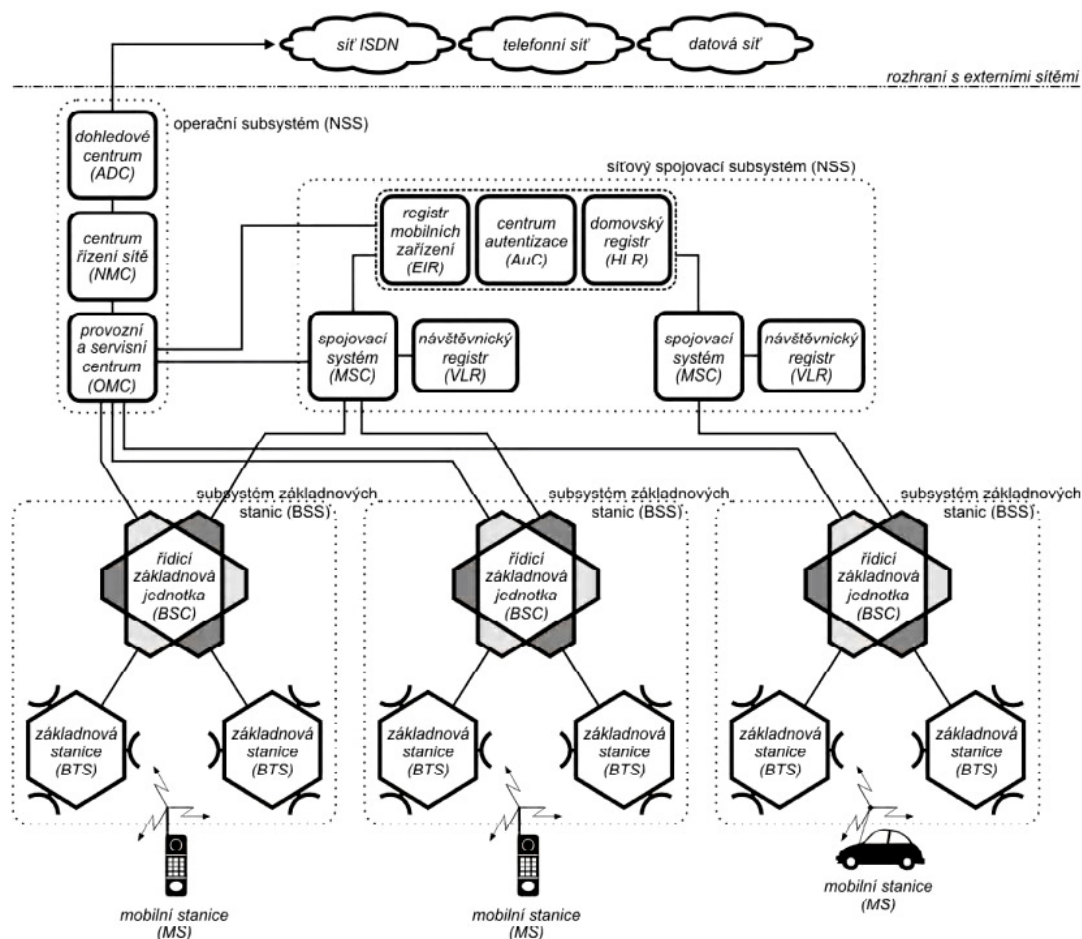
### 2.1.2.2. Dekódování DTMF

DTMF je poměrně složité rozeznávat s uspokojivou přesností. Často se používá specializovaných obvodů. Nejčastěji se jako dekodér používá MT 8870 nebo jeho deriváty. Většina dekodérů detekuje pouze náběžné hrany sinusovek. Obvod MT 8870 používá dvě pásmové propusti 6. řádu se spínanými kondenzátory, na jejichž výstupu je dostatečně čistá sinusovka. Všechny vyšší harmonické jsou ořezány. Jiný způsob generování i dekodování DTMF je procesorem (většinou PIC). Vzhledem ke složitosti algoritmu a náročnosti na procesorový čas se spíše využívají specializované obvody [9, 16].

### 2.1.3. GSM

První specifikace GSM (*Global System for Mobile Communication*) byla představena standardizační komisí GSM (*Groupe Spécial Mobile*) v roce 1991. Vznikla jako odpověď na velký rozvoj do té doby nestandardizovaných analogových celulárních systémů. Původně standardizovaná síť pro Evropu se nakonec úspěšně rozšířila do celého světa [2, 9, 10].

Od tohoto digitálního systému se hlavně požadovala kompatibilita, kvalita přenášené řeči, podpora moderních telekomunikačních služeb (*ISDN*), podpora roamingu a nízká cena mobilních stanic a služeb. Dnes systém GSM umožňuje poskytování služeb jako jsou SMS zprávy, telefax skupiny 3, záznamová služba, e-mail, bankovní spojení, informační služby a velký výběr datových služeb. Služby GSM jsou dále průběžně rozšiřovány [2, 9, 10].



Obr. 2.3: Základní struktura GSM sítě [9]

### 2.1.3.1. Základní struktura

Digitální síť GSM můžeme popsat jako digitální buňkovou radiotelefonní síť. Poloha mobilních stanic MS v síti je neustále zjišťována automatickým navazováním spojení se základnovou stanicí BTS (*Base Transceiver Station*). Spojení s mobilní stanicí je možné směřovat podle registrovaného spojení se základnovou stanicí. Základní struktura GSM sítě je zobrazena na obrázku 2.3 [2, 9, 10].

Strukturu systému GSM můžeme rozdělit na následující části.

- **Mobilní stanice – MS** (*Mobile Station*)

Skládá se ze dvou částí. Z vlastního telefonu a ze SIM karty. Telefon udržuje radiové spojení se základnovou stanicí BTS, zprostředkovává realizaci služeb a kóduje a dekóduje přijímaný a vysílaný signál. Sám účastník je identifikován pomocí SIM karty [2, 9, 10].

- **Subsystém základnových stanic - BSS** (*Base Station Subsystem*)

Základnové stanice BTS (*Base Transceiver Station*) představující anténní systémy a transceivery je přidělena komunikace s více mobilními stanicemi MS. Jejich hlavním úkolem je přidělovat a uvolňovat radiové kanály. Dále zajišťují (de)modulaci signálu, měření signálu atd. Mobilní ústředna používá z důvodu kompatibility s externími sítěmi telefonní kanály s rychlostmi 64 kbit/s. Je tedy nutné použít transkódovací jednotku TC (*TransCoder*), která má na starost přizpůsobení rychlostí. Tento subsystém potom řídí jednotka BSC (*Base Station Controller*) [2, 9, 10].

- **Síťový spojovací subsystém - NSS** (*Network Switching Subsystem*)

Spojovací proces volání začíná výměnou signalizačních údajů. Dále je provedena kontrola přístupu mobilní stanice do sítě.

Hlavním prvkem subsystému je ústředna MSC (*Mobile Switching Centre*). V podstatě se jedná o běžný typ telefonní ústředny doplněné funkcemi plynoucí z mobility přepojovaných mobilních stanic. Plní v systému především spojovací funkce. Jedna nebo i více ústředen propojuje síť GSM s vnějšími telekomunikačními a datovými sítěmi. Označují se potom jako Gateway MSC a jednotka pro toto spojení s vnějšími sítěmi se nazývá IWF (*Inter-Working Functionality*).

Pro vytvoření unifikační databáze obsahuje subsystém alespoň jeden HLR (*Home Location Register*), který uchovává informace o uživateli sítě, zpřístupněné služby nebo informaci o poloze účastníka. Autentifikační centrum AuC (*Authentication Centre*) je v podstatě databáze, která s použitím klíče HLR ověřuje totožnost účastníka a obsahuje také šifrovací klíč, který je jedinečný pro každého uživatele. V registru mobilních zařízení EIR (*Equipment Identity Register*) jsou uložena čísla IMEI všech mobilních stanic i ukradených nebo porouchaných. To umožňuje blokování telefonů

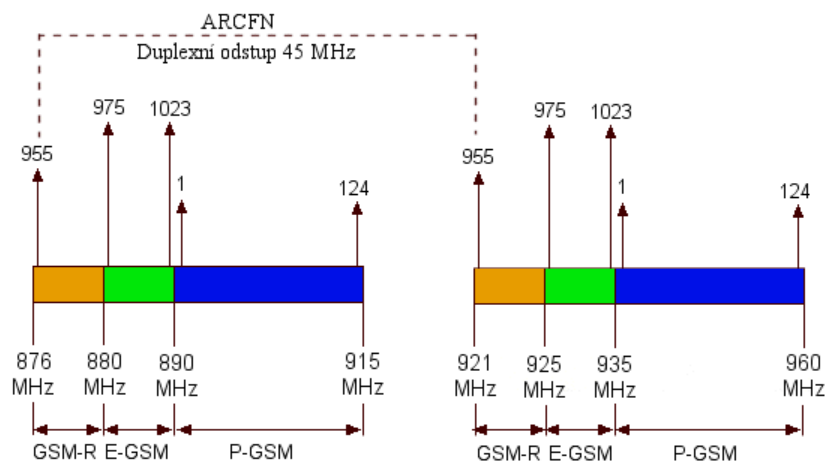
po jejich zrušení. Návštěvnický registr VLR (*Visitor Location Register*) dočasně uchovává informace o mobilních účastnících nacházejících se v oblasti působnosti daného MSC. VLR si vyžádá informace o účastníkovi z domovského HLR a jakmile tento účastník opustí oblast, data o něm jsou smazána. Komunikace jednotlivých zařízení probíhá po signalizační síti SS7 (*Signaling System number 7*) [2, 9, 10].

- **Operační subsystém – OSS** (*Operational and Support Subsystem*)

Spravuje provoz subsystému BBS a NNS a řídí celou síť GSM. OSS obsahuje blok provozního a servisního centra OMC (*Operational and Maintenance Centre*), řešící údržbu a provoz sítě spíše regionálního charakteru. Dále obsahuje centrum pro řízení sítě NMC (*Network Management Centre*), které má na starosti plánování sítě jako celku. Rozhodnutí NMC realizuje OMC. Posledním blokem je dohledové centrum ADC (*Administrative Centre*), které se podílí na administrativním managementu účastníků (např. vyúčtování, zprávu účastnických poplatků apod.)

Systém GSM je propojen s telekomunikačními sítěmi jiných typů, jako telefonní sítí, datovou sítí, družicovou sítí atp. [2, 9, 10].

### 2.1.3.2. Rádiové rozhraní systému GSM



Obr. 2.4: Rozložení frekvenčního pásma standardu GSM 900 [10]

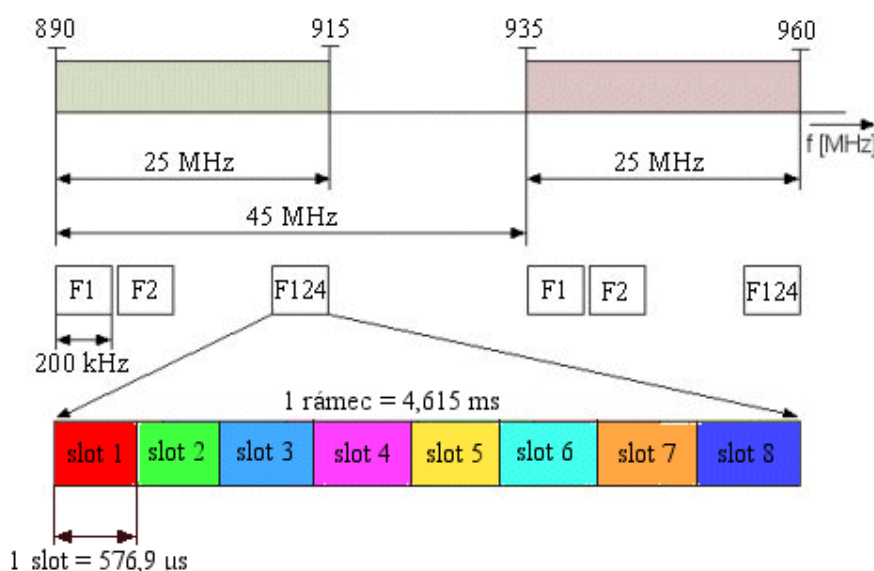
Původně byl systém GSM navržen pro frekvenci 900 MHz jako standard GSM 900, s rozšiřováním sítě však bylo nutné rozšířit i počet kanálů, a tak vznikli další dva standardy GSM 1800 a GSM 1900 [2, 9, 10].

GSM 900 je klasická síť. Má vyhrazena dvě pásma o šířce 25 MHz s duplexním odstupem 45 MHz (Obr. 2.4). Pro vysílající mobilní stanice je to 890-915 MHz tzv. uplink a pro vysílající základnové stanice je to 935-960 MHz - tzv. downlink. Tím je zajištěn duplexní provoz systému. V jednom 25 MHz pásmu mají nosné vlny (kanály) odstup 200 kHz. To znamená, že je k dispozici 125 kanálů, z nichž jeden kanál se pro přenos hovorů nepoužívá, takže jich je celkem 124. Každá dvojice uplink/downlink je označena číslem 1-124 rádiového frekvenčního kanálu ARFCN (*Absolute Radio Frequency Channel Number*).

V pozdější době než GSM 900 vznikl systém GSM 1800 z důvodu nedostačujícího frekvenčního pásma. Od předchozího systému, jak už název napovídá, se liší v použití kmitočtového pásma. Šířka pásma je 75 MHz a duplexní odstup 95 MHz (1710-1785, 1805-1880). Počet radiových kanálů se tak zvýšil ze 125 na 375.

V USA zavedli technologii GSM pod jiným názvem PCS 1900 což odpovídá pásmu 1850-1910, 1930-1990. Šířka pásma je tedy 60 MHz a duplexní odstup 80 MHz. Mají k dispozici 300 radiových kanálů.

Novější varianta E-GSM (Extended-GSM) rozšiřuje frekvenční pásmo standardního GSM na 880-915/925-960 MHz. Dále existuje ještě další varianta GSM-R (Railway GSM), která se používá jako komunikační systém v železniční dopravě. Pro tuto službu ETSI (*European Telecommunication Standards Institute*) vymezila pásmo 876-880/921-925 MHz [2, 9, 10].



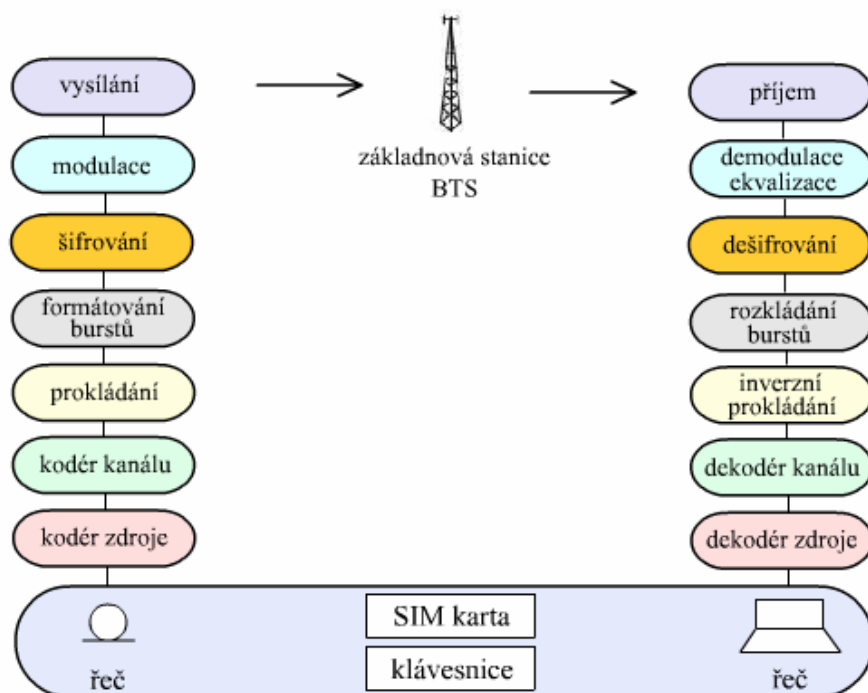
Obr. 2.5: Rozdělení radiového kanálu na uživatelské kanály [10]



Každý rádiový kanál je rozdělen na 8 časových slotů a právě každý takovýto slot představuje 1 uživatelský kanál, který je přidělen účastníkovi (Obr. 2.5). Tato metoda se nazývá TDMA. U klasického systému GSM 900 lze tedy získat  $8 \times 124 = 992$  uživatelských kanálů a u systému GSM 1800 je to 3000. Zavedením účinnějšího kódování je možné dosáhnout z jednoho rádiového kanálu až 16-ti uživatelských kanálů [2, 9, 10].

### 2.1.3.3. Zpracování signálu v systému GSM

Z mikrofonu MS je analogový signál přenesen do kodéru zdroje (Obr. 2.6), kde se rozdělí na časové segmenty o délce 20 ms. Segmenty se digitalizují na rámce dlouhé 260 bitů. Přenosová rychlost je tedy 13 kb/s. Zabezpečením prvních 50 bitů kódem CRC a konvolučním zakódováním zbylých 132 bitů dostaneme výsledný blok o délce 456 bitů, čímž se zvýší rychlost na 22,8 kb/s [2, 9, 10].

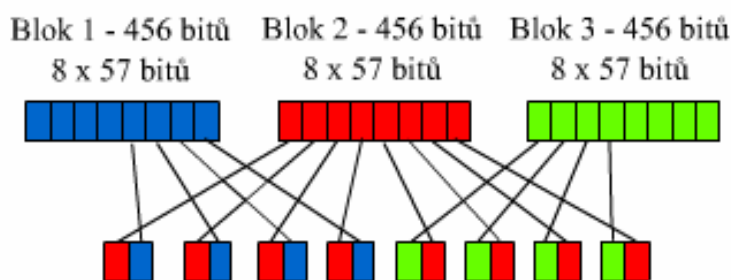


Obr. 2.6: Zpracování signálu v GSM [10]

Dále je tento blok rozdělen na 8 skupin po 57 bitech. Ty jsou diagonálně prokládány, jak je vidět na obrázku 2.7 a vytváří tak dvě bitové skupiny  $2 \times 57$  bitů, které se označují jako brustr. Prokládání hlavně zvyšuje odolnost systému vůči typickému rušivému působení shluků chyb v průběhu přenosu signálu. Postižené bity pak patří do různých bitových skupin [2, 9, 10].

Dále se bursty spojují (formátují). Spojením 8 burstů se získá časový TDMA rámec, spojením 26 TDMA vzniká jeden multirámec a spojením 51 multirámců vznikne jeden superámec. Nakonec se takovýto zakódovaný digitální signál moduluje a po výkonovém zesílení se vysílá. Jako nejlepší modulační metoda se ukázala gaussovská modulace.

Přijímaný signál je zpracován stejným způsobem ale v opačném pořadí a navíc se provádí ekvalizace [2, 9, 10].



Obr. 2.7: Rozdělení bloku na brustry [10]

#### 2.1.3.4. Přenos dat

Mobilní digitální systémy navržené pro přenos hlasu v digitální formě umožnili svou podstatou principu přenosu i přenos dat. Tento přenos je však limitován přenosovou rychlostí (běžným způsobem 14,4 kbit/s). Za účelem vysokorychlostního přenosu dat byl standard GSM rozšířen přenosovými technologiemi GPRS (*General Packet Radio System*), které využívá přenos pomocí paketů a technologií HSCSD (*High Speed Circuit Switched Data*) využívající přepojování okruhů a nabízející rychlost až 57,6 kbit/s. V nedávné minulosti byla zavedena technologie EDGE (*Enhanced Data Rates for GSM Evolution*) založené na obou předchozích technologiích. Tato technologie využívá modulaci s větším počtem stavů a přenosová rychlost se pohybuje až okolo 384 kbit/s [2, 9, 10].

#### 2.1.4. Sériové rozhraní RS – 232

Sériové rozhraní bylo vyvinuto za účelem spojení mezi počítačem a modemem, aby bylo možno přenášet data po telefonní lince. Dnes má široké využití. Používá se pro komunikaci počítače s dalším počítačem nebo se k němu připojují i jiná zařízení jako např. myš nebo měřicí přístroje, atd. [7, 13, 14].

**Výhody sériového rozhraní:**

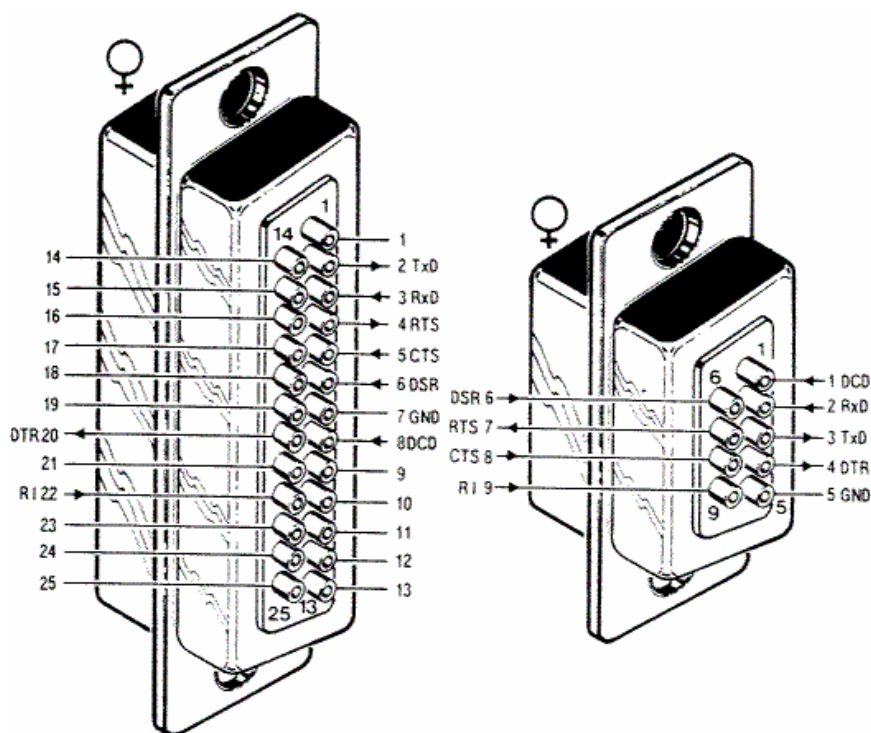
- rozhraní je velmi odolné proti zničení ( zkrat, přetížení, ... );
- přístroje je možno připojovat při zapnutém počítači;
- napájecí napětí pro jednoduchá zařízení je možno odebírat přímo ze sériového portu.

**Nevýhody sériového rozhraní:**

- nízká rychlost přenosu ( max. 115 200 Bd );
- snadné rušení signálu.

**2.1.4.1. Sériový port**

Každý počítač má několik sériových portů (rozhraní) označovaných COM1, COM2, atd. Standardně se používají dva typy konektorů s 25 vývody a s 9 vývody (*Obr. 2.8*). Konektory na straně PC mají vždy kolíky (tzv. samčí konektory) [7, 13, 14].



*Obr. 2.8: Vývody konektorů sériového portu ze strany pájení [7]*

V tabulce Tab. 2.2 jsou popsány všechny vývody konektoru s 25 piny i s 9 piny a stručně popsána jejich funkce [7, 13, 14].

Vývod ( 25 pin )	Vývod ( 9 pin )	Vstup/výstup	Označení	Funkce
2	3	Výstup	TxD (Transmit Data)	Vysílaná data
3	2	Vstup	RxD (Receive Data)	Přijímaná data
4	7	Výstup	RTS (Request To Send)	Výzva k vysílání
5	8	Vstup	CTS (Clear To Ready)	Pohotovost k vysílání
6	6	Vstup	DSR (Data Set Ready)	Pohotovost DCE <sup>1</sup>
7	5		GND (Ground)	Signálová zem
8	1	Vstup	DCD (Data Carrier Detect)	Detektor přijímaného signálu
20	4	Výstup	DTR (Data Terminal Ready)	Pohotovost DTE <sup>2</sup>
22	9	Vstup	RI (Ring indicator)	Indikátor volání

Tab. 2.2: Tabulka popisu a významu vývodů konektorů sériového portu

Vlastní přenos dat na sériovém rozhraní se obvykle uskutečňuje po linkách TxD (vysílaná data) a RxD (přijímaná data). Všechny ostatní linky plní funkce pro strukturování a řízení přenosu dat. Nazývají se HANDSHAKE, protože se používají k vzájemnému potvrzování platnosti dat přenášených mezi jednotlivými zařízeními [7, 13, 14].

Elektrické charakteristiky vstupů a výstupů jsou dány normou RS – 232. Log. 1 je indikována zápornou úrovní, zatímco logická 0 je přenášena kladnou úrovní výstupních vodičů. Ve stavu L (nízká úroveň) je typicky na vývodech +12 V a ve stavu H (vysoká úroveň) - 12 V [7, 13, 14].

Všechny výstupy jsou odolné proti zkratu a mohou dodávat proud až 10 mA. Vstupy mají vstupní odpor 10 kΩ a pracují se spínacím prahovým napětím – 3 V a + 3 V. V následující tabulce 2.3 jsou uvedeny dovolené úrovně logických stavů [7, 13, 14].

Úroveň	Vysílač	Přijímač
Log. L	+5 V to +15 V	+3 V to +25 V
Log. H	-5 V to -15 V	-3 V to -25 V
Nedefinovaný	-3 V to +3 V	

Tab. 2.3: Tabulka dovolených napěťových úrovní.

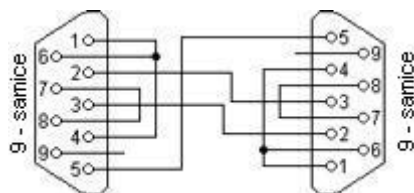
#### 2.1.4.2. Základní typy komunikace

- **Třívodičové zapojení**

Třívodičové propojení mezi dvěma DTE (*Obr. 2.9.*) je nejjednodušší způsob komunikace. Nazývá se též bezmodemové. U tohoto zapojení není možný hardwarový handshaking, ale lze jej provádět softwarově. [7], [13], [14]

<sup>1</sup> DCE (Data Communication Equipment) – komunikační datové zařízení (modem)

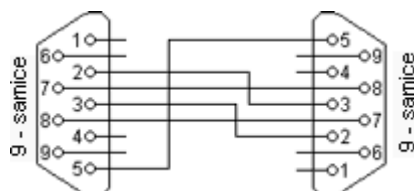
<sup>2</sup> DTE (Data Terminal Equipment) – koncové zařízení přenosu dat (terminál, počítač)



Obr. 2.9: Třívodičové propojení dvou terminálů DTE [13]

- **Pětivodičové zapojení**

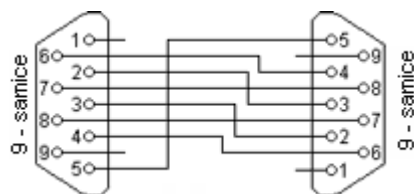
Pětivodičové propojení dvou terminálů DTE (Obr 2.10) obsahuje navíc dva signály pro handshake (RTS  $\leftrightarrow$  CTS). Handshake lze provádět taktéž softwarově. Tento způsob se používá pro propojení jednodušších přístrojů [7, 13, 14].



Obr. 2.10: Pětivodičové propojení dvou terminálů DTE [13]

- **Sedmivodičové zapojení**

Sedmivodičové propojení dvou terminálů DTE (Obr 2.11) obsahuje kromě signálů RTS a CTS také signály DTR a DSR určené ke kontrole funkčnosti vlastního zařízení [7, 13, 14].



Obr. 2.11: Sedmivodičové propojení dvou terminálů DTE [13]

### Délka propojovacích vodičů

Standard RS 232 uvádí jako maximální možnou délku vodičů 15 metrů, nebo délku vodiče o kapacitě 2500 pF. To znamená, že při použití kvalitních vodičů lze dodržet standard a při zachování jmenovité kapacity prodloužit vzdálenost až na cca 50 metrů. Kabel lze také prodlužovat při snížení přenosové rychlosti, protože potom bude přenos odolnější vůči velké

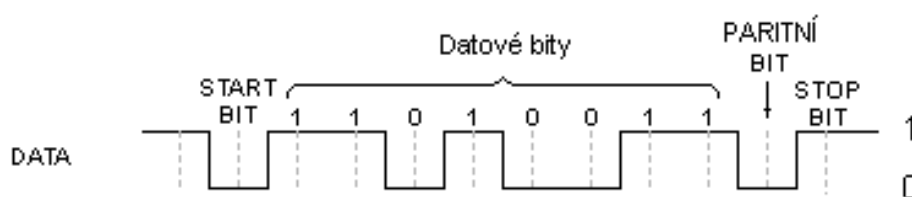
kapacitě vedení. Délky kabelů pro jednotlivé přenosové rychlosti jsou uvedeny v následující tabulce 2.4 [7, 13, 14].

Rychlost přenosu [Bd]	Max. délka [m]
19 200	15
9 600	150
4 800	300
2 400	900

Tab. 2.4: Tabulka maximální délky propojovacího kabelu

### 2.1.4.3. Přenos dat

Přenos dat probíhá asynchronně. Současně se vysílají data na lince Tx a přijímají na lince Rx. Každý přenesený Byte konstantní rychlostí je proto třeba synchronizovat. K synchronizaci se používá sestupná hrana tzv. start bitu (*Obr. 2.12*). Za ní již následují posílaná data. Kompletní přenosový rámec (7/8 bitová skupina dat) doplněná o start bit, stop bit a paritu. Přenosový rámec je tedy minimální přenášená skupina dat. Jako 7 bitová skupina dat je vysílán ASCII znak a jako 8 bitová jsou vysílána binární data. Start bitem, jak již bylo řečeno, přijímač identifikuje začátek přenosu datových bitů. Paritním bitem doplňujeme datové bity na příslušnou lichou nebo sudou paritu. Stop bitem se ukončuje přenos jednoho znaku (rámce). Čím více je přenášeno stop bitů, tím více je prostoru pro synchronizaci, ale přenos je tím pomalejší [7, 13, 14].



Obr. 2.12: Přenosový rámec asynchronního sériového přenosu [13]

### 2.1.5. Metodika návrhů plošných spojů

V současné době stále rychlejších a výkonnějších obvodů jsou kladeny na plošné spoje větší nároky na přesnost. Při navrhování je kladen důraz na mnoho aspektů: délka spojů, jejich trajektorie, vzdálenost součástek a především pořadí zapojení součástek k obvodu. Výsledkem porušení těchto pravidel může být až nefunkčnost výrobku [8].

### 2.1.5.1. Počítačový návrh plošných spojů

Zapojením počítače do návrhů plošných spojů získá návrhář kromě výkonné pomůcky při samotném kreslení i výkonný prostředek pro další zpracování projektové dokumentace nebo data v elektronické podobě potřebná pro samotnou výrobu. Jedním z výstupů jsou i podklady pro simulace. Kromě již běžně používaných simulací číslicových i analogových obvodů, se začínají používat simulátory přeslechů a vyzařování plošných spojů [8].

### 2.1.5.2. Návrh plošného spoje

Samotný návrh obsahuje nastavení technologických podmínek, definici obrysů desky, rozmístění součástek, návrh vedení spojů, finální úpravy, kontrolu návrhových pravidel a generování technologických dat. Musíme respektovat tyto podmínky:

- **vyrobitelnost** – deska musí být vyrobitelná. Je třeba určit počet vrstev, dodržovat třídy přesnosti a postupovat s ohledem na technologické možnosti výrobců. Zároveň je třeba uvažovat i ekonomické aspekty;
- **osazování a pájení** – způsob osazování určuje definici pouzder součástek a jejich rozmístění na desce;
- **elektrická funkce** – toto hledisko je značně obsáhlé. Zahrnuje správné rozmístění součástek s ohledem na funkci obvodu. Musí být respektována pravidla maximálního proudového a napěťového zatížení spojů, otázky přeslechů, impedancí, odvodu tepla, způsobu zemnění atp. [8].

### 2.1.5.3. Rozmístění součástek

Zásadní pro rozmístění součástek je především znalost funkce obvodu a pracovních režimů všech součástek. Správné rozmístění součástek určuje bezchybnou funkci navrhovaného obvodu. Optimalizováním rozmístění součástek si usnadňujeme návrh vedení spojů. Začíná se rozvahou rozmístění jednotlivých částí obvodu jako je napájení, logická část a nebo analogová část obvodu. Potom je možné efektivně rozmisťovat součástky podle pravidel návrhu a vlastností plošného spoje. Mezi základní pravidla patří:

- rozmístění součástek směrem od vyšší k nižší šířce pásma;
- vzájemná separace jednotlivých funkcí částí obvodu;
- minimalizace proudových smyček.

#### 2.1.5.4. Vedení spojů

V podstatě neexistují žádné obecné rady pro vedení spojů. Každý návrh je jedinečný. K vedení spojů však můžeme přistoupit až po optimalizovaném rozmístění součástek a přitom musíme dodržovat tyto zásady:

- vhodně rozložit spoje v jednotlivých vrstvách;
- neporušovat principy napájení a zemnění;
- dodržovat přiměřené délky vodičů a vzdálenosti mezi nimi;
- minimalizovat plochy proudových smyček;
- snižovat náklady vhodnou miniaturizací návrhu.

#### 2.1.5.5. Zatížení vodičů na plošném spoji

Při návrhu plošných spojů je nutné znát jejich proudovou a napěťovou zatížitelnost.

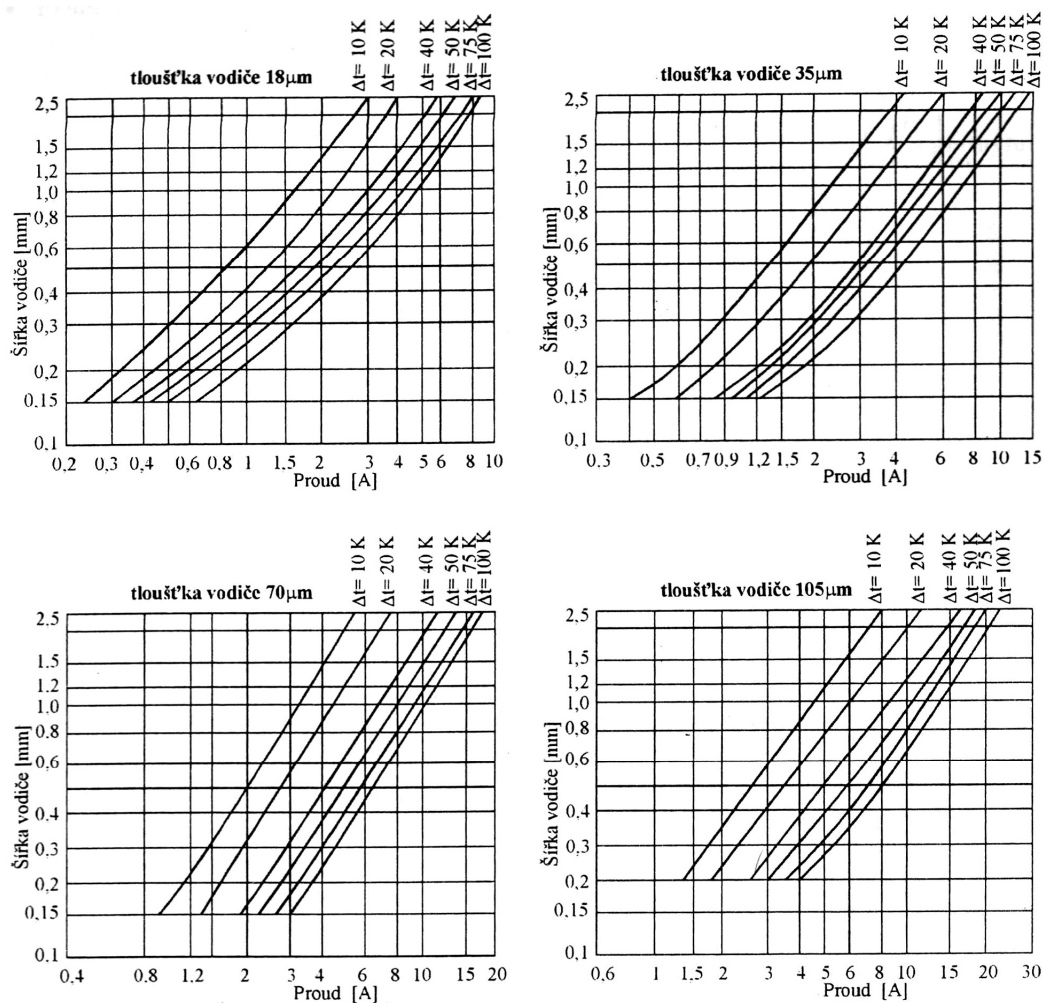
##### Proudová zatížitelnost

Vlivem vysokého proudového zatížení může dojít k nadměrnému zahřátí až k přetavení spoje vlivem velkého ztrátového výkonu. Platí, že plošné spoje snesou mnohonásobně vyšší zatížení než-li drátové spoje o stejném průřezu. Trvalá provozní proudová hustota plošného spoje se pohybuje okolo  $100\text{A/mm}^2$ , přičemž maximální provozní teplota je pro FR4  $125^\circ\text{C}$ . Maximální provozní teplota je dána bodem měknutí základního materiálu. Nadměrné zahřátí vodiče má za následek také zhoršení přilnavosti vodiče k desce a vznik velkých dilatačních sil. Na obrázku 2.13 jsou grafy sloužící pro odhad krátkodobých zkratových proudů pro různé tloušťky plošného spoje [8].

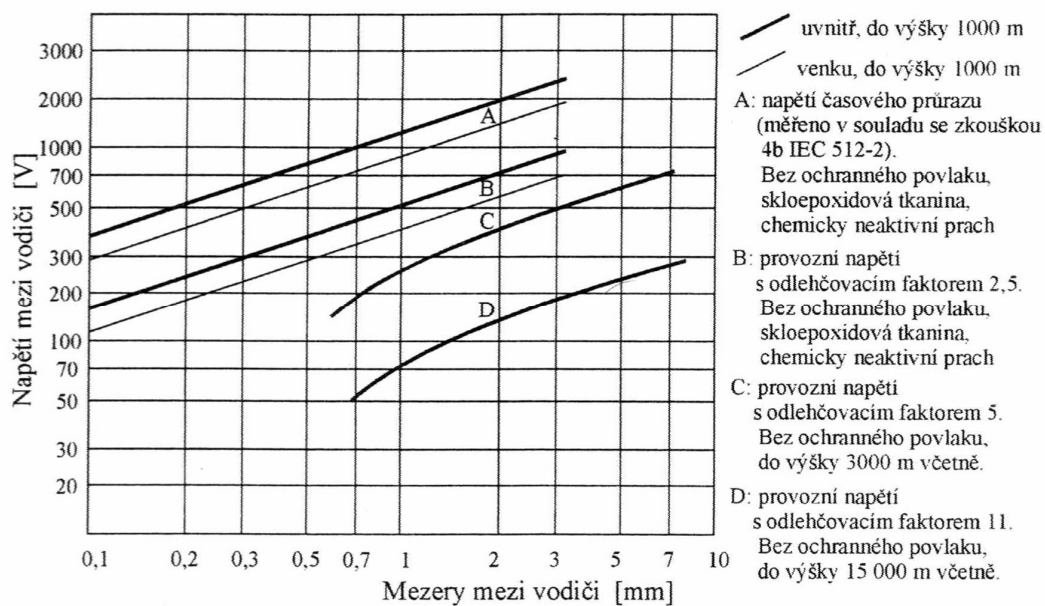
##### Napěťové zatížení

Přípustné napětí mezi vodiči je dáno velikostí mezery, druhem základního materiálu, použitým ochranným povlaku (nepájivé masky), vlastnostmi prostředí a také provozními a bezpečnostními požadavky. Závislost průrazného a maximálního pracovního napětí na velikosti izolační mezery mezi vodiči je na obrázku 2.14. Na obrázku 2.15 je potom uveden i příklad minimálních izolačních vzdáleností na plošném spoji s nepájivou maskou podle normy ČSN EN 609 50 [8].

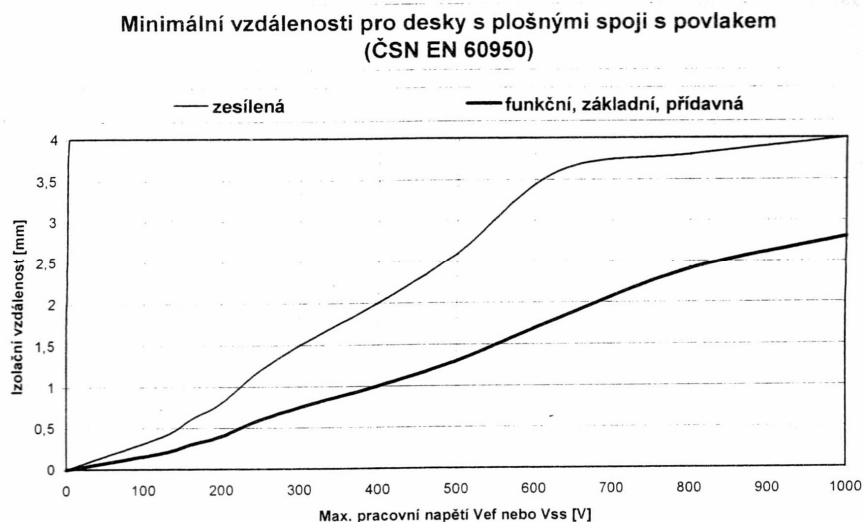




Obr. 2.13: Proudová zatížitelnost plošných spojů (pro materiál FR4) [8]



Obr. 2.14: Elektrická pevnost izolačních mezer [8]



Obr. 2.15 Minimální izolační vzdálenosti podle ČSN EN 60950 [8]

### 2.1.5.6. Technologie výroby plošných spojů

V současnosti probíhá výroba desek plošných spojů v podstatě třemi způsoby. Nejjednodušším způsob je odstraňováním přebytečné měděné fólie z nosné desky. Tento způsob výroby nazýváme **subtraktivní**. Opačný postup, kdy na nosnou desku nanášíme vodivé spoje se nazývá **aditivní**. V technologii oboustranných a vícevrstvých plošných spojů s prokovenými otvory se však v současnosti používá kombinace obou postupů. Tento postup potom nazýváme **semiaditivní** [8].

### 2.1.5.7. Osazení součástek

Při klasické montáži se používají součástky s drátovými přívody, které se zasunují do děr desky a následně jsou zapájeny. Při povrchové montáži se používají součástky buď bez vývodů nebo s vývody, které se pájí přímo na povrch desky s plošnými spoji. Díky tomu můžou být menších rozměrů a s větší hustotou vývodů. Tyto součástky nazýváme **SMD** (*Surface Mounted Devices*) a technologii povrchové montáže **SMT** (*Surfaces Mounted Technology*). Tato technologie je v současné době velmi oblíbená především z následujících důvodů [8]:

- zmenšení rozměru desky s plošnými spoji;
- zmenšení počtu prokovených děr pájecích plošek;
- vyšší pracovní frekvence díky kratším přívodům a menším rozměrům;
- snadné osazování desek automaty;
- vyšší spolehlivost;
- nižší cena.

## 2.2. Návrh zařízení

### 2.2.1. Specifikace požadavků

Po prostudování problematiky analogových telefonních linek jsem dospěl k názoru, že jedinou možností jak ovládat přístroje z moderního telefonního přístroje je pomocí tónové volby. Z této skutečnosti se odvíjí celý návrh. Jak je vidět z obrázku 2.16 a tabulky 2.1, tlačítek a tím tedy i DTMF tónů dostupných běžnému uživateli je celkem 12. Snažil jsem se vytvořit uživatelsky příjemné zařízení. Z toho důvodu jsem zavrhl sekvence tónů a omezil se na rychlou odezvu po každém jednotlivém stisknutí tlačítka. Jediným způsobem umožňujícím zařízení simulovat reálného uživatele a zavěsit telefonní linku po ukončení spojení je rozpoznání signálu zavěšení, který je shodný s obsazovacím tónem. To je přinejmenším velmi obtížné. Zavěšením telefonní linky se myslí odpojení zatěžovací impedance od linky a rozpojení stejnosměrné smyčky. Jedno tlačítko je tedy nutné rezervovat pro speciální požadavek ručního zavěšení telefonní linky připojené k zařízení. Zcela jistě se potom dá předpokládat problém v situaci, kdy dojde z nějakého důvodu k přerušení spojení. Tento problém je potřeba ošetřit softwarově. Na klávesnici telefonního přístroje zůstává 11 volných tlačítek. Na každý přístroj jsem si určil tři tlačítka. Jedno na zapnutí přístroje, druhé na vypnutí a třetí na kontrolu stavu. Napadlo mě ušetřit jedno tlačítko tím, že bych používal společné tlačítko pro zapínání i vypínání, fungovalo by tedy jako negovací tlačítko. Tento postup je ale nestandardní. Proto jsem zůstal u původně zamýšleného záměru. Klávesnici je tedy možné využít celkem pro tři ovládané přístroje. Zbývající dvě tlačítka našla uplatnění pro menší rozšíření návrhu. Přidělil jsem jim funkce kontroly stavu dvou externích vstupů.



Obr.2.16: Klávesnice standardního telefonního přístroje

Mobilní telefon nabízí pro ovládání přístrojů mnohem širší možnosti. Přirozeně nabízí stejně jako telefonní linka tónovou volbu, ale kromě toho i služby jako například již zmíněné zprávy SMS a další datové služby jako GPRS. Vycházel jsem především z potřeb katedry a z faktu že na ovládání přístrojů většina z nás raději odstaví svůj starý mobilní telefon než-li pro tyto účely kupovat nový nabízející vyšší datové služby. Nehledě na to že pro potřeby ovládání lze použít i mobilní telefony s poškozeným displejem, čímž se stává celé zařízení mnohem levnější a dostupnější. Krom toho je návrh již omezen telefonní linkou na tři ovládané přístroje k jejichž ovládání bohatě postačí využít tónovou volbu nebo SMS. Ovládání pomocí SMS je v naší republice velmi rozšířeno a trh je nasycen. Pravděpodobně je tento trend způsoben v minulosti poměrně drahým voláním. Myslím si však že, v budoucnu se tento trend obrátí. Z těchto mnoha důvodů jsem se rozhodl využít tónovou volbu i pro ovládání přístrojů pomocí mobilního telefonu. Funkce tlačítek mobilního telefonu je dobré zachovat stejné jako funkce tlačítek telefonního přístroje.

Dalším požadavkem na navrhované zařízení ze strany ovládání pomocí telefonní linky a mobilního telefonu je realizovat kontrolní signál jako odezvu na přijímané příkazy. Také je nutné zabránit nepovolanému uživateli v přístupu k ovládání po telefonní lince a mobilní síti.

Zařízení musí být schopné komunikovat po sériovém rozhraní s počítačem a také je potřeba zvolit vhodný způsob zapínání a vypínání přístrojů přímo ze zařízení. Navržené zařízení bude napájeno jednoduchým napájením s možností volby samostatného napájení výkonové části navrženého obvodu.

## 2.2.2. Schéma zařízení

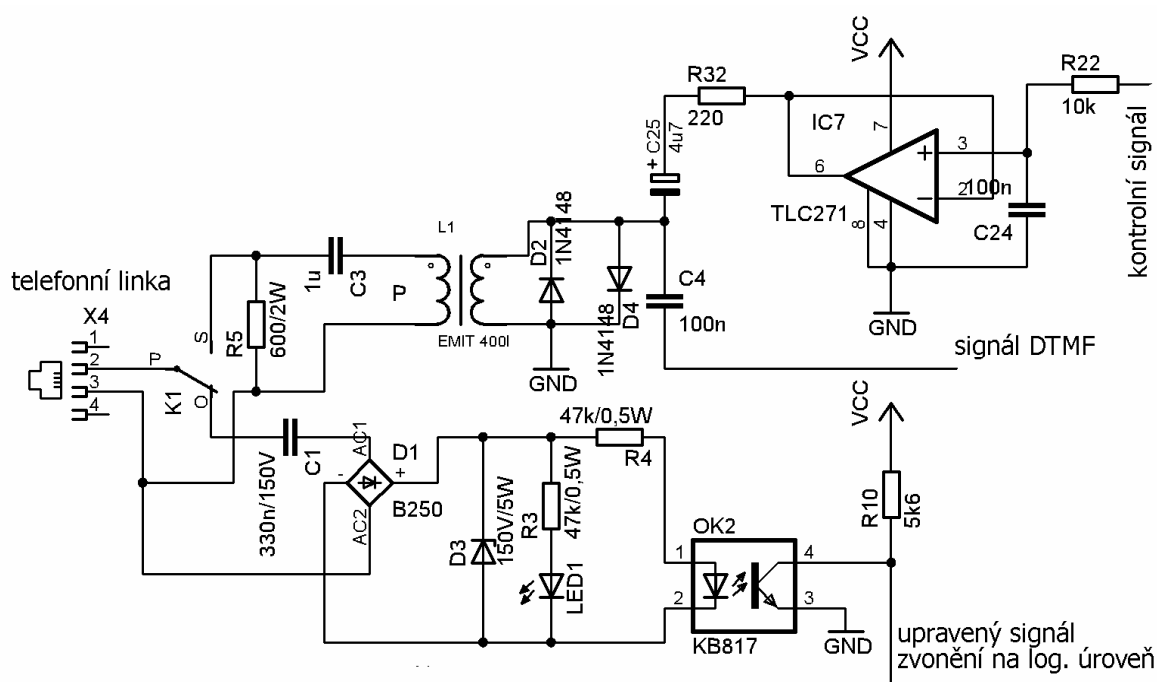
Schémat jsou nakreslena v programu EAGLE 4.11. Kompletní schéma zařízení jsem uvedl v příloze (*Schéma zařízení*) a také v elektronické podobě na přiloženém CD-ROM (*Ovladani.sch*, *Ovladani.bmp*). V této části popíši samotný návrh a funkci jednotlivých dílčích obvodů. Katalogové listy k jednotlivým součástkám jsou též uvedeny v elektronické podobě na přiloženém CD-ROM ve formátu .pdf (*složka DOKUMENTACE*).

### 2.2.2.1. Obvod obsluhy telefonní linky

Základním úkolem obvodu obsluhy telefonní linky je detekce vyzvánění následované případným vyzvednutím (uzavřením stejnosměrné smyčky) a umožnění šíření DTMF signálu z telefonní linky k dekódování a naopak šíření kontrolního signálu na telefonní linku.

Telefonní linka se ke koncovým zařízením rozvádí pomocí dvou vodičů. Podle typu ústředny je na nich napájení 24 V, 48 V nebo 60 V stejnosměrných. Je však nutné respektovat fakt, že

polarita vodičů smyčky v telefonních zásuvkách nebývá zpravidla dodržována. K vyzvednutí dojde po připojení impedance takové, že jej ústředna vyhodnotí jako telefonní přístroj. Udává se pouze impedance optimálního přenosu, která je rovná referenční impedanci vedení  $600\ \Omega$ . Experimentem jsem však zjistil, že ústředna vyhodnotí zatěžující impedanci jako telefonní přístroj menší než  $3\ \text{k}\Omega$ . Minimální impedance je zase omezena maximální zatížitelností telefonní ústředny. Ideálním prostředkem jak detekovat zvonění a nezatížit příliš linku je tedy optron. Na obrázku 2.17 je vidět kompletní obvod obsluhy telefonní linky. Optron OK2 řeší detekci zvonění [].

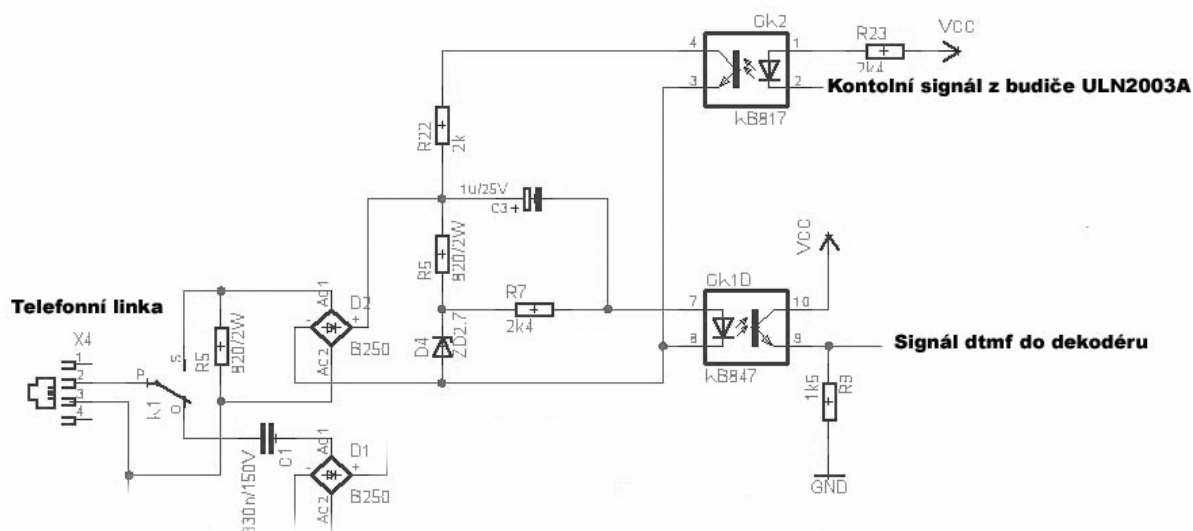


Obr. 2.17: Schéma obvodu obsluhy telefonní linky

Signál zvonění jsem musel oddělit od napájení telefonní linky kondenzátorem C1, jinak by se tranzistor optronu otevřel pouhým napájením telefonní linky. Dále jsem problém přehozených vodičů napájení telefonní linky připojené ke konektoru X4 vyřešil usměrňovačem, kterým jsem původně zamýšlel i usměrňovat a dále filtrovat celou značku zvonění. To se mi však nepodařilo a návrh jsem zjednodušil tak že snímám každý zákmit zvonění. Vyhodnocuji pouze první a zbylé zákmit ve značce zvonění softwarově filtruji. Aby nedošlo k vybuzení optronu rušením nebo i hlasitým hovorem na paralelním telefonním přístroji, je odpor R4 nastaven tak, že je optron vybuzen jen energeticky silný signál zvonění. Může se stát že se však na lince objeví testovací signál s mnohem vyšším napětí nežli je signál zvonění, proto

jsem zařadil do obvodu ochranou zenerovu diodu D3. Signál z optronu je odváděn z kolektoru, protože je vyhodnocován mikrokontrolérem, který reaguje na sestupnou hranu. Samotné zvonění potom indikuje ledka LED1.

Po přepnutí kontaktu relátka K1 dojde k připojení zatěžujícího rezistoru R5 a k vyzvednutí. Uzavření telefonní linky (účastnické smyčky) je indikováno ledkou LED2. Z rezistoru R5 je snímán DTMF signál a v opačném směru je na něj přiváděn kontrolní signál. Kontrolním signálem myslím odezvu na přijaté příkazy. Realizoval jsem jej jednoduše v podobě tónu. Dlouhého v případě negativní odpovědi a dvou krátkých v případě pozitivní odpovědi nebo potvrzení.



Obr. 2.18: Schéma alternativního obvodu obsluhy telefonní linky

Původně jsem realizoval přenos DTMF signálu pomocí optronu (Obr.2.18). Jelikož jsem neměl jiné prostředky, kterými bych oddělil telefonní linku od logických obvodů a obvodu dekodéru. Samotný signál DTMF nebyl schopen optron oddělující obvod telefonní linky od samotného dekodéru dostatečně vybudit, a tak jsem využil svorkové napětí telefonního vedení k nastavení jakéhosi offsetu optronu. Offset je nastaven pomocí odporů R6 a R7 a stabilizován zenerovou diodou D4. Samotný DTMF signál je potom přiveden přes kondenzátor C3 do optronu, ze kterého je signál dále veden k dekodéru. V obvodu bylo nutné použít usměrňovač D2 za účelem definování polarity svorkového napětí telefonní linky. Zmíněné zapojení funguje za předpokladu, že je dostatečně silný signál DTMF. Signál DTMF jsem si mohl dovolit přenášet přes nelineární prvek jako je optron jen díky použití dekodéru DTMF s kvalitními vstupními filtry. Problémy byly u některých ústředěn při dekódování tlačítka \*. Z tohoto důvodu jsem hledal jiné možnosti. Ideální se zdálo být použití

transformátoru. Parametry ideálně splňoval faxmodemový transformátor. Tyto transformátorky jsou již impedančně přizpůsobeny k telefonní lince a převod mají 1:1. Bohužel jsou v malých sériích velmi těžce dostupné. Firmy zabývající se tímto oborem již místo těchto transformátorků používají specializované obvody s oddělovacími operačními zesilovači. Oslovil jsem několik dovozců, ale podmínkou dovozu bylo minimální odebrané množství 100ks. Nezbyvalo než požádat výrobce. Nakonec mi vyhověla firma SUMIDA CORPORATION. Ochetně mi vyrobili několik kusů za symbolickou cenu.

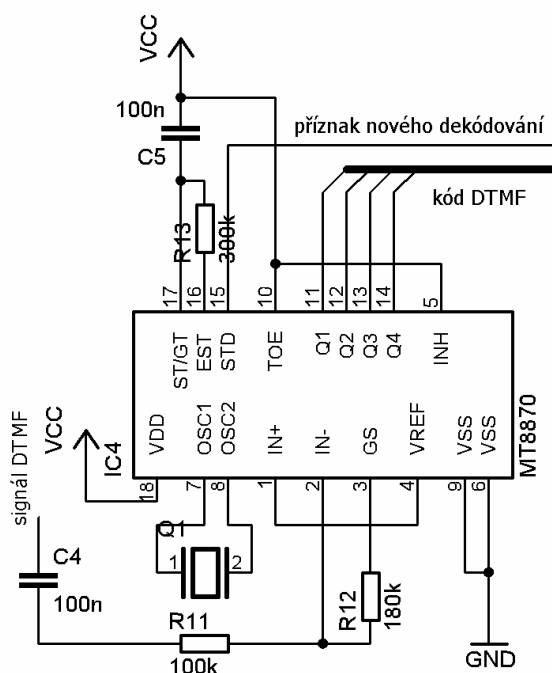
V návrhu (*Obr. 2.17*) jsem transformátorek L1 oddělil kondenzátorem C3 z toho důvodu, aby bylo možné při opakované výrobě použít libovolný podobný transformátor. Tímto zapojením impedance transformátorku nemá podstatný vliv na přenos z telefonní linky. Z transformátorku L1 je přes C4 odváděn signál DTMF a přes C26 přiváděn kontrolní signál. Generovat kontrolní signál jsem měl v úmyslu nějakým zdrojem harmonického signálu. Experimentoval jsem s různými návrhy oscilátorů a také s generátorem DTMF MT8880, který umožňuje generovat i tóny o jedné frekvenci. Bohužel generovaný signál je zapotřebí dále zesílit zesilovačem se specifickými parametry. Kromě toho vyžaduje speciální řídicí mikrokontrolér. Tím se návrh dostává do nepřijatelné cenové relace. Generátor lze sice řídit za pomoci jakési náhradní metody i mikrokontroléry ATMEL nebo PIC. Princip spočívá v zápisu příkazů pomocí enablování čipu generátoru. Zápis příkazů potom nemusí být synchronizovaný se systémovými hodinami. Tímto složitějším způsobem jsem byl schopen generovat signál, ale byl poměrně rušený. Dále jsem měl problémy s jeho kvalitním zesílením, tak jsem od tohoto řešení odstoupil. Nakonec jsem použil ke generování kontrolního signálu mikrokontrolér ve spojení s aktivní dolní propustí prvního řádu realizované operačním zesilovačem IC7, kondenzátorem C24 a rezistorem R22. Jelikož tímto způsobem jsem docílil stejných výsledků jako při použití oscilátoru, tak jsem volil jednodušší způsob generování signálu a tím se vyhnul složitějšímu návrhu oscilátoru a problému s jeho rozkmitáním a stabilizací. Norma Mezinárodního Telekomunikačního úřadu udává pro vysílaný signál maximální úroveň -6 dB což je po přepočtu asi 388 mV (*Úroveň udávaná pro komerční systémy se vztahuje na generátor  $P_0 = 1 \text{ mW}$ ,  $Z = 600 \Omega$* ) [3, 9, 11].

Signál je šířen na telefonní linku přes faxmodemový transformátor. Na transformátor se signál šíří přes kondenzátor C26 a rezistorem R32 jsem nastavil jeho úroveň přibližně na 200mV. Rezistorem R32 lze napevno nastavit hlasitost kontrolního signálu. Diody D2 a D4 slouží k ochraně operačního zesilovače. Antiparalelní zapojení diod nemá na přenos signálů vliv neboť úrovně signálů DTMF i kontrolních jsou pod prahovým napětím diod.

Alternativou pokud nemáme faxmodemový transformátorek je šířit signál na telefonní linku přes optron. Signál se jednoduše generuje mírným přizatěžováním telefonní linky jak je vidět z obrázku 2.18.. Signál je generován pomocí optronu OK2 a rezistoru R22. Připomínám že se jedná o alternativní zapojení a použitý návrh je na obrázku 2.17.

#### 2.2.2.2. Obvod dekódování DTMF z telefonní linky – dekodér

Vyzískání signálu DTMF z telefonní linky řeší již zmíněný obvod obsluhy telefonní linky. Nyní se otevírá problém jak rozpoznat a zpracovat konkrétní tón DTMF. V zásadě se používají pro dekódování jen dva způsoby. Buď lze použít specializované obvody nebo mikroprocesor, přičemž algoritmus mikroprocesoru bývá složitý a cena takového mikroprocesoru se od klasického specializovaného obvodu pro dekódování DTMF nikterak zásadně neliší. Z těchto důvodů se nejčastěji používá právě dekodér MT8870 od firmy MITEL, popřípadě o něco málo levnější deriváty tohoto specializovaného obvodu od jiných firem například obvod TC35300BP od firmy TOSHIBA.



Obr. 2.19: Schéma zapojení dekodéru DTMF

Na obrázku 2.19 je zobrazeno zapojení dekodéru MT8870 jak jsem jej použil ve vlastním návrhu. Aby bylo možné šířit kontrolní signál na telefonní linku přes faxmodemový transformátorek L1, tak bylo nutné uzemnit sekundární vinutí tohoto transformátorku. Z toho důvodu je MT8870 zapojen takzvaně v konfiguraci s uzemněným vstupem. Znamená to, že



neinvertující vstup vstupního OZ (*Operační Zesilovač*) IN+ je připojen na referenční napájení  $V_{ref}$ , které je rovno  $V_{DD}/2$ . Signál tónové volby DTMF je přiveden z telefonní linky přes kondenzátor C4 a rezistor R11 na invertující vstup OZ dekodéru IN-. Pomocí rezistoru R12 je nastaveno napěťové zesílení vstupního signálu  $V_u = 1.8$ . Následkem je snížení platné úrovně vstupního signálu z 27 mV přibližně na 15 mV, což spolehlivě zajistí správné dekódování i za horších podmínek. Maximální platná úroveň vstupního signálu zůstává 869 mV. Vstup GS dekodéru slouží tedy k nastavení zesílení a tím i k posunutí minimální platné úrovně vstupního signálu. Obvod vyžaduje řízení přesně daným krystalem Q1 3.579545 MHz. Rezistor R13 a kondenzátor C5 řídí vstup dekodéru v závislosti na průběhu dekódování. Je jimi nastaven minimální čas, po který musí být přítomen DTMF signál na vstupu, aby byl předák k dekódování. Zároveň je tak nastaven čas, po kterém je možné znovu přijmout další DTMF signál po předchozím dekódování. Dekodéru je zakázáno dekódovat písmena „A“ až „D“ přivedením log. 1 na vstup INH. Dekódované DTMF se zapisuje na výstupy Q1 až Q4 v podobě 4 bitového kódu. O provedení úspěšného dekódování informuje signál STD. Pin TOE povoluje zápis na výstupy Q1 až Q2. V praxi se přivádí na napájení, ale osobně si myslím že je to zbytečné, neboť je tak vnitřně již zapojen. Nečekaným problémem se stalo zjištění, že různí výrobci dekodéru používají odlišné tabulky kódů. Může se stát, že při použití dekodéru jiného výrobce bude danému tónu na výstupu dekodéru přiřazen jiný kód. Problém lze však snadno vyřešit softwarově.

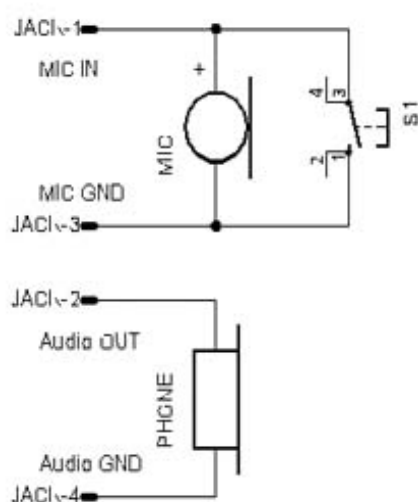
### 2.2.2.3. Obvod obsluhy mobilního telefonu

Při návrhu tohoto obvodu jsem se potýkal především s nedostatkem informací. Rozhodl jsem přijímat a vyhodnocovat DTMF z mobilního telefonu a ovládat přístroje obdobným způsobem jako pomocí telefonního přístroje po telefonní lince. Aby mohl být návrh univerzální, tak jsem potřeboval znát specifikace co možná největšího počtu typů a druhů mobilních telefonů, zapojení příslušenství handsfree a hlavně znát rovněž signálů handsfree. Tyto informace výrobci mobilních telefonů pro takovéto účely neposkytují. Teoreticky je možné tyto informace získat oficiální cestou od výrobců příslušenství. Oslovil jsem tedy několik výrobců. Vesměs jsou ochotni spolupracovat, ale vyžadují souhlas produkt manažera. Bohužel jsem tento souhlas nezískal. Oslovil jsem firmy NOKIA a SIEMENS. Z firmy SIEMENS do dnešního dne nepřišla žádná odpověď a z firmy NOKIA se mi podařilo zkontaktovat produkt manažera pro Slovenskou Republiku pana Kristiána Zimku. Ten mi nemohl vystavit souhlas pro Českou Republiku, ale získal jsem od něho kontakt na českého produkt manažera pana Daniela Nováka, od kterého také do dnešního dne nepřišla žádná odpověď. Jinak řečeno

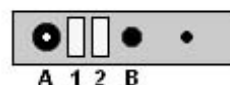
jediné informace, ze kterých jsem vycházel byly informace zveřejněné na internetu a informace získané především vlastním experimentováním a měřením.

Zjistil jsem že některé typy mobilních telefonů používají tzv. čtyřvodičové handsfree. Dva vodiče pro mikrofon a dva vodiče pro sluchátko. Mikrofon a sluchátko mohou mít buď oddělené země nebo společnou. Záleží na typu telefonu. Příklad takového handsfree je vidět na obrázku 2.20. Handsfree je detekováno pomocí krátkých napěťových pulsů na mikrofonu. Pulsy mobilní telefon vysílá s periodou 1s. Pravděpodobně se tím pokusili výrobci snížit spotřebu energie baterie. Přijmutí a ukončení hovoru je prováděno krátkodobým zkratováním elektroletového mikrofonu, který je v době zvonění a po celou dobu spojení napájen. Napájení se liší podle typu telefonu a použitého elektroletového mikrofonu. Lze říci že se pohybuje okolo 1,5 V. Například u telefonů NOKIA jsem naměřil 1,8 V, u telefonů SONY ERICSSON 1,6 V a u telefonů SIEMENS 1,3 V [17, 18].

### Zapojení handsfree telefonu NOKIA 3510 a 3510i:



Pohled na konektor telefonu:



Konektor B - konektor handsfree  
4pin 2,5mm

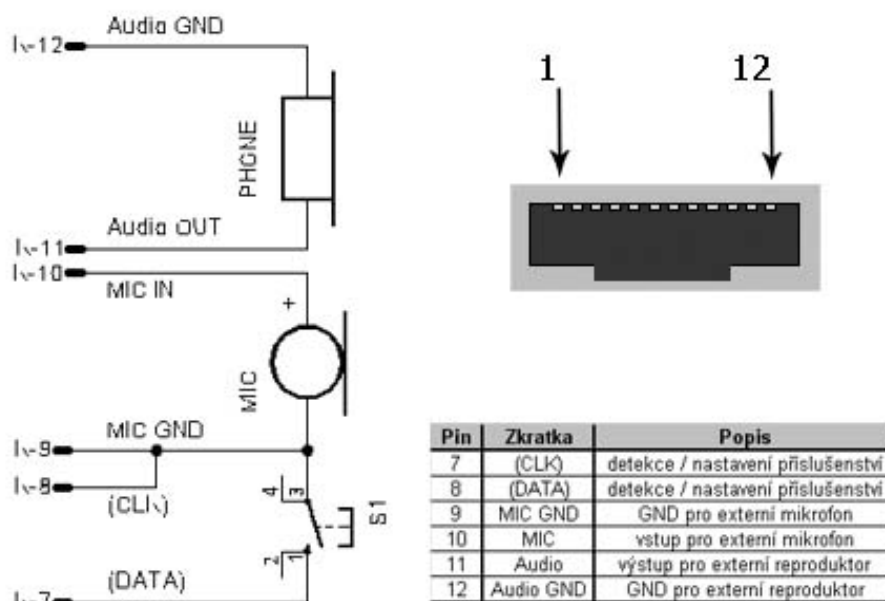


Obr 2.20: Příklad zapojení 4 vodičového handsfree

U jiných typů mobilních telefonů bývá handsfree vícevodičové. Typický příklad zapojení takového handsfree potom můžeme vidět na obrázku 2.21. Zpravidla obsahuje navíc vodič detekce a ovládání příslušenství. Detekce handsfree je zpravidla realizována stálým připojením vodiče detekce na zem mikrofonu ještě v konektoru handsfree. Ovládání mobilního telefonu je potom realizováno spínáním vodiče ovládání na zem mikrofonu. Napětí se na mikrofonu objevuje pouze v době zvonění a spojení. Typickými představiteli těchto typů jsou telefony SIEMENS řad: C25, S25, C35, S35, M35, MT50 a další [17, 18].

Přijmutí hovoru lze uskutečnit také aktivováním funkce automatické přijmutí hovoru. Tuto funkci však nemají všechny typy telefonů. Použitím této funkce bych omezil počet možných použitelných telefonů, proto jsem si vybral metodu přijímání hovorů pomocí handsfree. V příloze jsem uvedl popis konektorů některých vybraných typů mobilních telefonů. V krajním případě je možné získat informaci o zapojení handsfree, rozebráním některého typu handsfree určeného pro daný typ telefonu. Pravděpodobně jej stejně bude potřeba rozebrat k získání konektoru. Ne všechny konektory pro mobilní telefony jsou totiž běžně dostupné.

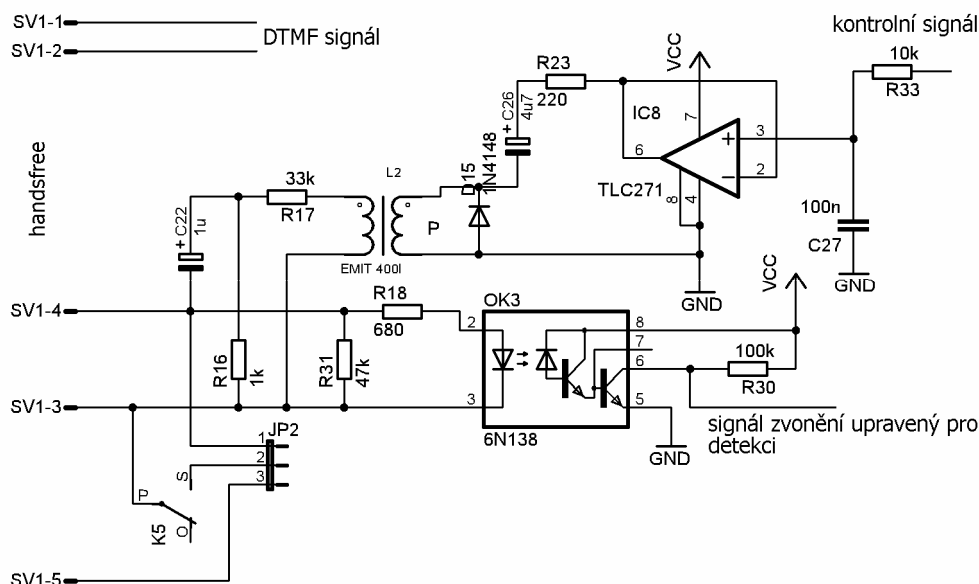
### Zapojení handsfree telefonu SIEMENS MT50:



Obr 2.21: Příklad zapojení 6-ti vodičového handsfree

Principem funkce navrženého obvodu (Obr 2.22) je simulovat handsfree. Přijímat signál z audio výstupu mobilního telefonu a vysílat signál do audio vstupu. Mobilní telefon propojíme se zařízením přes konektor SV1. Na piny SV1-1 SV1-2 se připojuje výstup pro externí audio signál, kterým se šíří DTMF signál k dekodování. Jinak řečeno tyto dva piny jsou připojeny namísto sluchátka handsfree, přičemž na polaritě nezáleží. Návrh respektuje, že mnohé mobilní telefony používají pro audio signály samostatné země a není přípustné je spojit se zemí jiných signálů nebo dokonce napájení. Vstup externího audio signálu se připojí k pinům SV1-4 a SV1-3. V podstatě tímto nahradíme mikrofon handsfree navrženým zařízením. Zde je velmi důležité dát pozor na polaritu signálu. Na pin SV1-4 připojíme napájení elektroretového mikrofonu. V popisech konektorů je většinou popisován jako MIC a na pin SV1-3 potom připojíme příslušnou zem externího vstupu často označovanou jako

MIC\_GND. V případě že používáme mobilní telefon se samostatným vodičem pro ovládání příslušenství, tak jej připojíme k pinu SV1-5. Propojkou JP2 se nastavuje použitý typ propojení s mobilním telefonem. V případě 4 vodičového propojení je propojka na pinech 1-2 a v případě více vodičového na pinech 2-3.

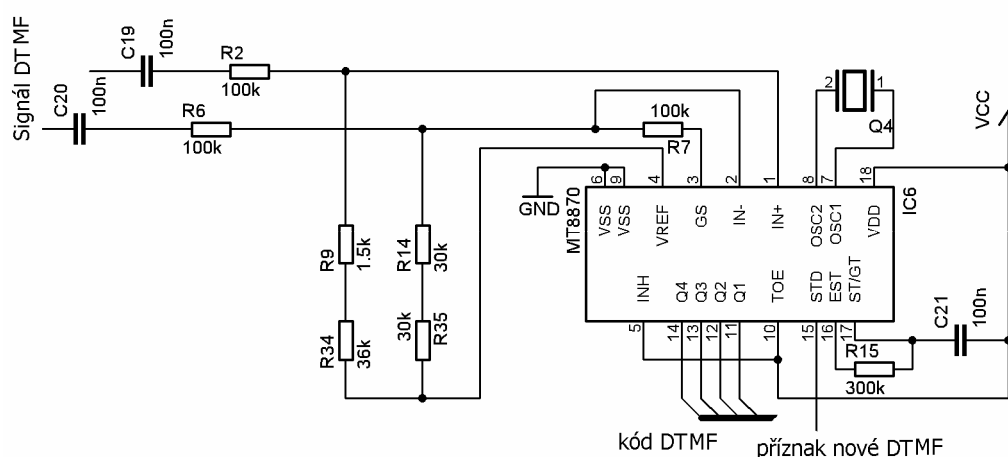


Obr. 2.22 Schéma zapojení obvodu obsluhy mobilního telefonu

Detekování příslušenství u 5-ti vodičového propojení je realizováno příslušným propojením vodiče detekce příslušenství ještě v konektoru handsfree. Detekování příslušenství u 4 vodičového zapojení je realizováno připojením zátěže na mikrofonní vstup. Zátěž by měla simulovat vlastnosti elektroletového mikrofону, čili její impedance by měla korespondovat s impedancí elektroletového mikrofону. K rozpoznání příchozího hovoru jsem využil skutečnosti, že na mikrofonním vstupu se objevuje napájení jen v případě příchozího hovoru a setrvává po celou dobu spojení. Po ukončení spojení se napájení mikrofónu opět odpojí. Pro detekování příchozího hovoru stačí tedy hlídat toto napětí, ale je třeba dbát na to aby nedošlo k propojení země mikrofonního vstupu s jinou zemí. Jedině tak může být zajištěna vysoká univerzálnost obvodu pro velký počet připojitelných mobilních telefonů. Detekci jsem vyřešil použitím optronu OK3. Je třeba zvolit typ s vysokým CTR, neboť infra diodu optronu je nutné budit poměrně nízkým proudem, který by měl být velmi blízký proudu odebíraného elektroletovým mikrofónem. Této podmínce vyhověl typ optronu 6N138, který obsahuje darlingtonovo zapojení tranzistorů. Změřil jsem, že proud tekoucí elektroletovým mikrofónem se ve všech případech pohybuje okolo 200  $\mu\text{A}$ . Odpovídající proud diodou optronu jsme nastavil pomocí rezistoru R18. Hodnota rezistoru odpovídá nastavení pro

telefony s nejnižším zjištěným napájením mikrofonu tj. pro napájení 1,3 až 1,4 V. Telefony s vyšším napájením budou tedy mírně více zatíženy, ale nemělo by to být kritické. Připomínám, že se běžně k ovládání používá zkratování tohoto napájení. Pro úplnost obvodu nahrazujícího elektroletový mikrofon je implementován rezistor R31. Bez tohoto rezistoru například telefony NOKIA vůbec nerozpoznají příslušenství. Detekovaný signál příchozího hovoru je dále odváděn z kolektoru výstupního tranzistoru optronu OK3 k vyhodnocení. Kontrolní signál je mobilnímu telefonu předáván přes mikrofonní vstup. K oddělení zemí generátoru signálu a mikrofonního vstupu je použit faxmodemový transformátovek L2. Bylo by možné použít i jiný druh audio-transformátorku. Signál je upraven a filtrován obdobně jako v případě kontrolního signálu telefonní linky pomocí aktivní dolní propusti v podobě OZ IC8 a přidružených součástek: rezistoru R33 a kondenzátoru C27. Signál je dále šířen na primární vinutí cívky transformátorku L2 přes rezistor R23 upravující úroveň signálu a kondenzátor C26. OZ je chráněn diodou D15. Na samotný vstup mobilního telefonu se signál ze sekundárního vinutí oddělujícího transformátorku šíří přes dělič představovaný rezistory R17 a R16. Tento dělič upravuje signál na finální úroveň. Signál z děliče je přes kondenzátor C22 šířen na vstup mobilního telefonu. Experimentálně jsem zjistil, že ideální úroveň signálu na vstupu mobilního telefonu se pohybuje okolo 8 mV. Při nižší úrovni je kontrolní tón ve sluchátku volajícího uživatele příliš slabý a naopak při vyšší úrovni je kontrolní tón lidskému uchu krajně nepříjemný vlivem vstupní úpravy a digitalizace mobilním telefonem.

Samotné přijmutí a ukončení hovoru je realizováno spínacím kontaktem relé K5.



Obr. 2.23: Schéma zapojení dekodéru pro mobilní telefon

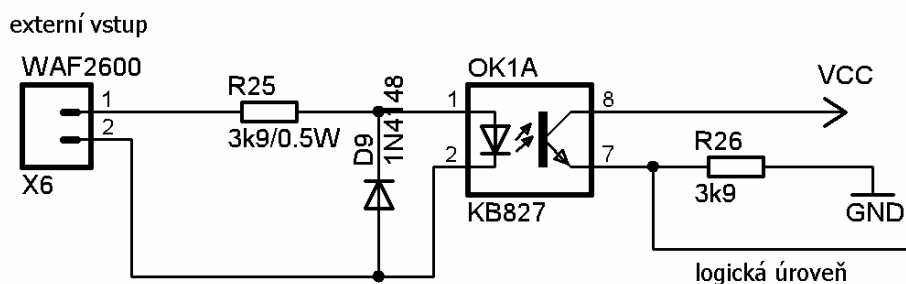
#### 2.2.2.4. Obvod dekódování DTMF z mobilního telefonu – dekodér

Dekódování DTMF signálu přijatého z mobilního telefonu zajišťuje stejně jako u telefonní linky dekodér MT8870 (*Obr. 2.23*).

Výstup mobilního telefonu je připojen přímo k dekodéru. Jelikož některé mobilní telefony nesnesou spojení země audio výstupu se zemí napájení, je dekodér zapojen tzv. diferenciálně. Zůstal jsem u zapojení a hodnot součástek doporučených výrobcem. Jedna polarita signálu je přivedena na neinvertující vstup dekodéru IN+ přes kondenzátor C19 a rezistor R2 a druhá polarita na invertující vstup IN- přes kondenzátor C20 a rezistor R5. Zesílení signálu je nastaveno podobně jako u zapojení s uzemněným vstupem pomocí rezistoru R7. Jelikož jsou odpory rezistorů R2 a R7 shodné je zesílení  $V_u = 1$  a neovlivňuje tak minimální úroveň platného vstupního signálu. Úroveň tedy zůstává 27,5 mV. Invertující vstup dekodéru IN- je dále připojen na referenční napájení  $V_{ref}$  přes odpor 60 k $\Omega$  realizovaný dvěma rezistory R14 a R35. Podobně neinvertující vstup IN+ je připojen na referenční napájení přes odpor 37,5 k $\Omega$  realizovaný rezistory R9 a R34. Rezistory jsem musel sdružovat, abych dosáhl přesných hodnot odporů vyžadovaných pro správnou funkci dekodéru.

Zbylé piny dekodéru jsou zapojeny shodně se zapojením s uzemněným vstupem, které je popsáno v kapitole 2.2.2.2. Kód dekódované DTMF je zapisován na výstupy Q1 až Q4 a ohlášen příznakem na výstupu STD.

#### 2.2.2.5. Obvod externího vstupu



*Obr. 2.24: Schéma zapojení externího vstupu*

Úkolem obvodu externího vstupu je galvanické oddělení externího vstupu od logických obvodů zařízení a převod vstupní úrovně připojeného zdroje na úroveň zpracovatelnou technologií CMOS. Pro tuto technologii platí, že minimální úroveň na vstupu pro log. 1 je 3,5 V. Ideálním prostředkem pro přenos logického stavu je právě opton, který jsem také při návrhu použil (*Obr. 2.24*). Rezistorem R25 je omezen vstupní proud do infra diody optronu.

9-pin. port

CANNON 9

X1-1)

X1-2)

X1-3)

X1-4)

X1-5)

X1-6)

X1-7)

X1-8)

X1-9)

X1-G

GND

alternativní napájení

MAX232

8

13

7

14

9

12

10

11

5

3

6

R2IN

R2OUT

R1IN

R1OUT

T2OUT

T2IN

T1OUT

T1IN

C2-

C2+

C1-

C1+

V-

V+

410u/16V

110u/16V

C7 +

C8 +

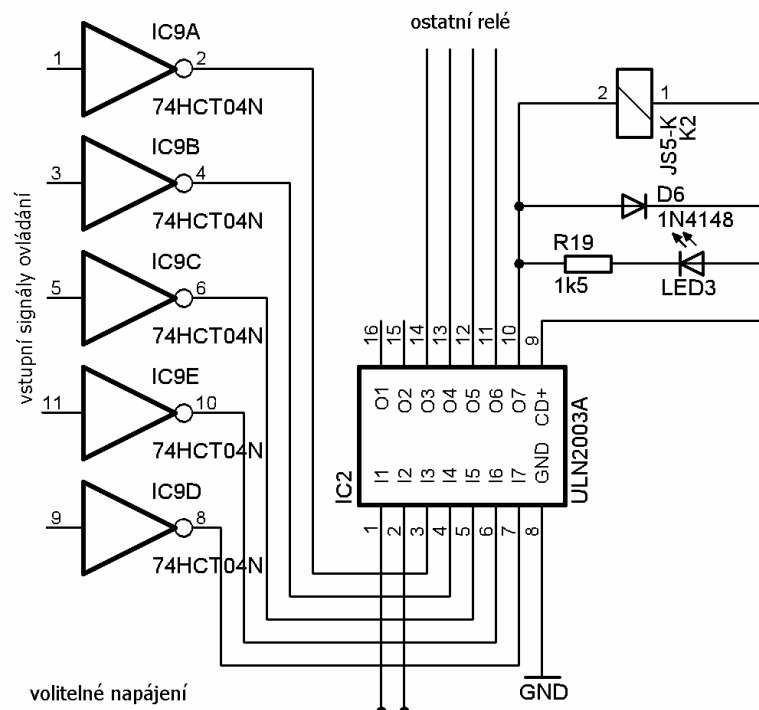
přijímaná data

vysílaná data

S7 IC3

Asynchronní sériovou komunikaci s terminálem PC zabezpečí v mikrokontroléru implementovaný obvod UART, který obsahují i základní typy mikrokontrolérů. Problém vzniká s impedančním a úroňovým přizpůsobením rozhraní RS 232. Standardně se tento problém řeší obvodem MAX232 (*Obr. 2.25*). Zvolený způsob zapojení vyžaduje propojení s terminálem počítače prodlužovacím sériovým kabelem. Dále toto zapojení umožňuje hardwarový handshake a možnost volby napájení zařízení přímo ze sériového rozhraní za předpokladu, že je na 9. pinu portu přivedeno napájení 5 V. Podle možností lze napájet buď celé zařízení nebo jen jeho logickou část. Propojení pinů X1-4 DTR a X1-6 DSR nabízí možnost zjištění stavu zařízení popřípadě zjištění odpojení spojovacího kabelu nebo jeho přerušení [4, 5, 6, 13, 14].

### 2.2.2.7. Obvod ovládání přístrojů



Obr. 2.26: Schéma obvodu ovládání přístrojů

Zapínání přístrojů větších výkonů vedlo k použití relé. Na zařízení se především požadovalo napájení jednoduchým napětím, proto jsem omezil výběr relátek ze sortimentu 5 V. Použil jsem relátka JS5-K od firmy TAKAMISAWA, protože se jejich cívky vyznačují výrazně nižším odběrem proudu. Tyto relátka se ukázala nakonec vhodná i pro ovládání telefonní linky i mobilního telefonu.

Relátka nebylo možné spínat přímo mikrokontrolérem. Potřeboval jsem nalézt vhodný budič, který by byl kompatibilní s technologií CMOS a zároveň by umožňoval budit relé samostatným volitelným napájením. Například pokud bychom se rozhodli použít levnější 12V relé. Těmto předpokladům plně vyhovuje budič ULN2003A (Obr. 2.26). Z důvodu otáčení fáze budičem o  $180^\circ$  je připínán nulový potenciál namísto napájení, což vedlo k otočení logiky mikrokontroléru a následnému problému po resetu. Předtím než se mikrokontrolér inicializoval došlo na krátkou dobu k sepnutí všech relé. Implicitně jsou totiž porty mikrokontroléru nastaveny na vysokou úroveň. Řešením bylo vložit mezi mikrokontrolér a budič invertory kompatibilní s CMOS a u mikrokontroléru ponechat implicitní nastavení portu. Použil jsem invertory 74HCT04N [4, 5, 6].

Přístroje zapínají relé K2 až K5. Relé K1 ovládá telefonní linku a relé K5 mobilní telefon. Přístroje jsou ke spínacím kontaktům relé připojeny prostřednictvím odejímatelné a



rozebíratelné svorkovnice. Stavy relátek K1 až K4 jsou indikovány ledkami LED2 až LED5. Problém nastává s vypínáním relé, kdy vlivem indukčnosti cívky se indukuje napětí, které by mohlo vést ke zničení součástky nebo i okolních obvodů. Používá se tedy ochranné diody. Takto jsou chráněny všechny relátka pomocí diod D5 až D8 a D14. Pokud bychom chtěli použít relé s vyšším napájením bude nutné vyměnit odpory příslušných ledek.

#### **2.2.2.8. Obvod řízení zařízení**

Účelem tohoto obvodu je řídit jednotlivé dílčí obvody zabezpečující specifické funkce a zároveň vykonávat vlastní funkce, mezi něž patří přímé ovládání přístrojů, komunikace s počítačem, zpracování zvonění od telefonní linky včetně jeho filtrování a vypořádání se s událostmi reálného provozu týkající se nejen vyzvánění. Dále umožnit jistou volitelnost času vyzvánění potřebného pro zvednutí telefonní linky a provádět zpracování přijatých DTMF zároveň s identifikací zdroje DTMF. Pro mobilní telefon musí řídicí obvod zajistit ty samé funkce s tím rozdílem, že detekované zvonění není potřeba filtrovat. Řídicí obvod musí také zajistit, aby nedošlo ke kritickému současnému vyhodnocování příkazů z telefonní linky a mobilního telefonu. Doplnující funkcí je zabezpečení přístupu po telefonní lince a mobilní síti proti nežádoucímu účastníkovi spojení. V neposlední řadě generovat příslušné kontrolní tóny. Sečteme-li počet všech signálů vyžadující zpracování se signály řídicími, vyjde nám počet potřebných linek mikrokontroléru. Celkem je potřeba zpracovat nebo vyslat 37 signálů z toho jsou 2 určeny pro sériovou komunikaci a dále 4 signály vyžadují obsluhu s přerušením. Tím byly stanoveny minimální požadavky na použitý mikrokontrolér. Volba mikrokontroléru byla navíc omezena dostupným programátorem PROGATM52 od firmy MITE. Programátor je určen pro mikrokontroléry ATMEL. Ceny programátorů mikrokontrolérů nejsou nikterak malé, proto jsem se rozhodl vyjít z možností pracoviště a omezit se jen na výběr čipu podporovaný zmíněným programátorem. Po softwarovém i hardwarovém upgradu programátor podporuje čipy uvedené v tabulce 2.5. Musím podotknout, že uvedený čip AT90S2312 se nenalézá na trhu a ani není v seznamu vyráběných mikrokontrolérů firmy ATMEL. Patrně se jedná o chybu ze strany firmy MITE a má se na mysli spíše mikrokontrolér AT90S2313 jehož charakteristika je v tabulce uvedena namísto mikrokontroléru AT90S2313 [4, 5, 6].

TYP	AT89C1051	AT89C2051	AT89C51	AT89C52	AT89LV51	AT89LV52	AT89C55	AT89LV55	AT89S8252	AT89S53	AT90S1200	AT90S2312
Paměť RAM	64	128	128	256	128	256	256	256	256	256	32	128
Paměť Flash EPROM	1k	2k	4k	8k	4k	8k	20k	20k	8k	12k	1k	2k
Paměť EEPROM	-	-	-	-	-	-	-	-	2k	-	64	128
Kmitočet MHz	0-24	0-24	0-24	0-24	0-12	0-12	0-33	0-12	0-24	0-24	0-12	0-10
IO linky	15	15	32	32	32	32	32	32	32	32	15	15
Počet časovačů	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3	1	2
Zdroje přerušení	6	6	6	9	6	8	6	8	9	8	?	?
SPI	-	-	-	-	-	-	-	-	ANO	ANO	ANO	ANO
Programovatelný Watch Dog	-	-	-	-	-	-	-	-	ANO	ANO	ANO	ANO
CMOS technologie	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO

Tab. 2.5: Tabulka mikrokontroléru podporující programátor PROGATM52

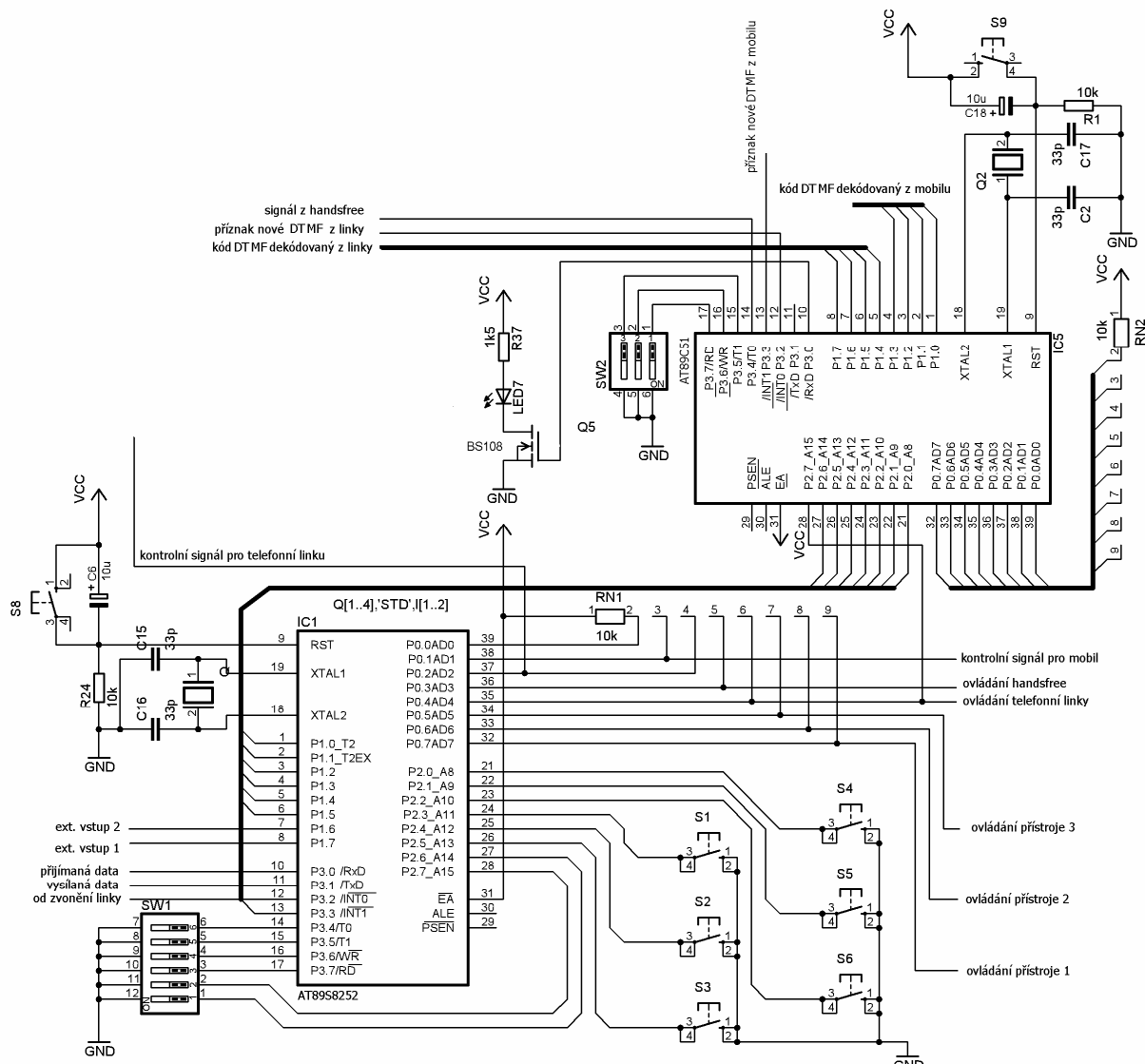
Ani jeden z podporovaných mikrokontrolérů nedisponuje dostatečným počtem vstupně výstupních linek, z toho vyplývá nutnost použití dvou mikrokontrolérů. Na vzájemnou komunikaci mikrokontrolérů jsem potřeboval dalších 7 linek. Alternativou by mohlo být propojení mikrokontrolérů pomocí sériového rozhraní UART, ale to již využívá komunikace s počítačem. Z tohoto faktu vyplynulo, že oba mikrokontroléry musí tedy obsahovat 32 vstupně výstupních linek každý. Mikrokontrolér obsluhující komunikaci s počítačem navíc musí obsahovat paměť EEPROM, ve které zůstává uloženo vstupní číselné heslo vyžadující se při přístupu z telefonní linky nebo mobilního telefonu. Heslo je jistým zabezpečením proti nechtěnému ovládání nebo i chtěnému ovládání nežádoucími uživateli. Heslo v paměti lze měnit pomocí počítače. Pro nastavení přenosové rychlosti sériové komunikace je vhodné použít samostatný časovač. Tyto podmínky již eliminovali výběr na jediný čip a to AT89S8252. Naštěstí výhodou tohoto čipu je jeho nízká cena ve srovnání s mikrokontroléry podobných parametrů a také poměrně snadná dostupnost. Na druhý mikrokontrolér byl následně kladen jediný nárok a to dostatečný počet portů. Tuto podmínku splnil základní typ AT89C51. Tento typ je velice rozšířený a levný. V budoucnu by s tímto typem mohly být však problémy při reprodukci, jelikož firma ATMEL ukončila jeho výrobu. Namísto něj vyrábí kompatibilní typ AT89S51, který je možno použít.

Mikrokontroléry jsou mozky celého zařízení. Jejich zapojení vidíme na obrázku 2.27 popřípadě v příloze (*Schéma zařízení*) na celém schéma zařízení. Po zapnutí zařízení jsou mikrokontroléry automaticky inicializovány obvody připojenými na RST vstup, tedy pomocí rezistoru R24 a kondenzátoru C6 u mikrokontroléru IC1 (AT89S8252) a R1 a C18 u mikrokontroléru IC5 (AT89C51). Reset mikrokontroléru je prováděn pokud se na vstupu RST

objeví log. 1 po dobu alespoň dvou strojových cyklů (24 period oscilátoru). Po zapnutí log. 1 na vstupech RST zajišťují právě kondenzátory C18 a C6 které jsou nabíjeny s časovou konstantou  $\tau = RC$ . Po jejich nabití je na vstupu RST log. 0. Mikrokontroléry za běhu v případě nutnosti můžeme resetovat podle potřeby příslušnými tlačítky S8 a S9, kterými přivedeme na vstup RST log. 1. Stabilitu a přesnost vykonávání programu zajišťuje oscilátor mikrokontroléru řízený krystalem vhodným pro zvolenou rychlost sériového přenosu. Pro oba mikrokontroléry jsem použil krystal 24 MHz, ale pro IC5 můžeme použít krystal i s nižším kmitočtem [3, 4, 5, 6, 11].

Nyní vysvětlím co vše je připojeno k jednotlivým portům IC1 AT89S8252 (*Obr. 2.27*). Port P0 pracuje s otevřeným kolektorem, proto je přes odporovou síť RN1 10 k $\Omega$  připojen na napájení. Linkou P0.1 se generuje kontrolní signál obdélníkového tvaru pro mobilní telefon. Stejně tak z linky P0.2 získáváme kontrolní signál pro telefonní linku. Oba signály je dále nutné ještě upravit a filtrovat. Na linky P0.3 až P0.7 jsou přes budiče a invertory připojeny relé. K P0.3 relé mobilního telefonu, k P0.4 relé telefonní linky, k P0.5 relé přístroje 3, k P0.6 relé přístroje 2 a k P0.7 relé přístroje 1. Port P2 využívají tlačítka pro přímé ovládání přístrojů. Tlačítka S1 až S3 se přístroje zapínají a tlačítka S4 až S6 se vypínají. Tlačítka S1 a S4 jsou určena přístroji 3, tlačítka S5 a S2 přístroji 2 a S6 a S3 přístroji 1. K nevyužitým linkám P2.6 a P2.7 jsem připojil DIP. Může se tak využít ještě k nějakému dalšímu rozšíření. Například změně přenosové rychlosti sériového přenosu. To se mi však zdálo vzhledem k objemu přenášených dat zbytečné, a tak jsem nechal rychlost přenosu nastavenou pevně. S druhým mikrokontrolérem se komunikuje přes port P1. Jedná se však o jednosměrnou komunikaci. IC1 pouze přijímá informace z IC5. V případě nových informací si IC5 vynutí zpracování pomocí externího přerušení INT1 přivedeného na linku P3.3. Informace jsou potom čteny z linek P1.0 až P1.5 a obsahují informace příkazu zvednutí mobilního telefonu nebo příchod kódu DTMF společně s informací z jakého dekodéru pochází. Zbylé linky P1.6 a P1.7 slouží ke čtení úrovní externích vstupů. Zbývá popsat připojení k portu P3. Implementovanému obvodu UART, využitého pro sériovou asynchronní komunikaci s počítačem jsou vyhrazeny linky P3.0 RxT a P3.1 TxD. K obvodu UART je připojen obvod impedančního a úrovnňového přizpůsobení MAX232. Linky P3.2 a P3.3 jsou vyhrazeny externím přerušením. Externí přerušení INT1 na lince P3.3 je využíváno druhým mikrokontrolérem jak již bylo zmíněno. Pomocí externího přerušení na lince P3.2 se zpracovává vyzvánění na telefonní lince. Na linky P3.4 až P3.7 je připojen DIP, kterým se nastavují vlastnosti ovládání telefonní linky. Přesně slouží k nastavení počtu zazvonění potřebných k vyzvednutí a čas po kterém se linka zavěsí (rozpojení smyčky) došlo-li

k přerušení spojení nebo linka nebyla zavěšena uživatelem. Tento čas je zároveň využit k ukončení hovoru mobilního telefonu ze stejných důvodů. Většina mobilních telefonů tento problém sice řeší sama, ale v některých případech, jako třeba u mobilních telefonů NOKIA, je potřeba zajistit tento proces, aby došlo k odpojení napájení z mikrofonu. Bez toho není možná další detekce příchozího hovoru.



Obr. 2. 27: Schéma zapojení řídicího obvodu

Mikrokontrolér IC5 v podstatě pomáhá hlavnímu mikrokontroléru ovládat mobilní telefon a zpracovávat přijaté a dekodované DTMF signály. Jeho zapojení je následující. Z portu P2 jsou vysílány informace hlavnímu mikrokontroléru a linkou P2.6 se žádá o přerušení algoritmu hlavního mikrokontroléru a zpracování odesílaných informací. Aby pomocný mikrokontrolér IC5 nežádal hlavní mikrokontrolér o přijetí hovoru mobilního telefonu v případě, kdy je již aktivní telefonní linka, potřebuje být pomocný mikrokontrolér

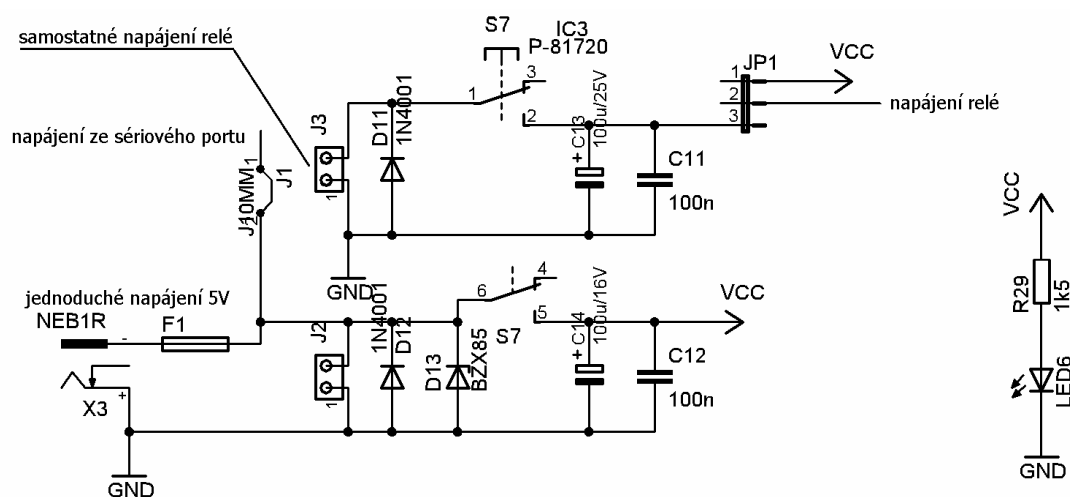
informován o stavu telefonní linky. K tomu slouží vstup P2.7, který čte stav relé telefonní linky. Na port P1 jsou přivedeny výstupy z obou dekodérů. Dekodér mobilního telefonu žádá o zpracování dekódovaného DTMF na lince P3.3 externího přerušení INT1. Dekodér telefonní linky podobně na lince P3.2 externího přerušení INT0. Zpracování příchozího hovoru mobilního telefonu bylo přirozeně nutné s přerušením. Obě externí přerušení však byly již využity. Poradil jsem si tak, že jsem využil čítač externích událostí a nastavil -1 krok do přetečení. Externí čítač T0 se nachází na lince P3.4. K linkám P3.5 až P3.7 jsem připojil DIP. Podobně jako u telefonní linky se jím nastavuje čas zvonění po kterém se požádá o přijmutí hovoru mobilního telefonu. Stav mobilního telefonu je indikován LED7 ovládanou linkou P3.0. Pokud je k zařízení připojen typ telefonu se čtyř vodičovým propojením, bude ledka problikávat s periodou cca 1s. Tím telefon signalizuje, že je handsfree rozpoznáno. Ledka se rozsvítí v případě kdy bude telefon vyzvánět nebo bude používán. Pokud používáme některý typ mobilního telefonu se samostatnou detekcí připojeného zařízení, zůstává ledka zhasnutá a rozsvítí se jen v případě příchozího hovoru nebo bude telefon aktivní. Je potřeba dát pozor na příchozí SMS zprávy. Nelze rozpoznat zda-li se jedná o SMS nebo příchozí hovor, proto je potřeba nastavit čas přijmutí hovoru vždy větší nežli je doba přijímání SMS zprávy. Jde o to, že v době přijímání SMS zprávy je napájen mikrofonní vstup. Experimentálně zjištěno SMS zpráva se zpravidla přijme do 2 s. Nezapojený port P0 bylo nutné ošetřit odporovou sítí, neboť se jedná o port s otevřenými kolektory.

#### **2.2.2.9. Napájení zařízení**

Zařízení je standardně napájeno jednoduchým stabilizovaným napětím 5V přivedeným na konektor X3 (*Obr. 2.28*). Proti přetížení a zkratu je zařízení chráněno vratnou tepelnou polovodičovou pojistkou F1. Proti přepólování chrání zařízení dioda D12 a diodou D13 je sraženo napájecí napětí na 6.2 V v případě použití nevhodného napáječe. Kondenzátorem C14 a C12 je napájení filtrováno. Mikrotlačítkem s aretací S7 se zařízení zapíná. Přivedení napájení je indikováno LED6. Jak je vidět, konektor napájení je zjevně zapojen opačně. Je to z důvodu zachování standardu tak, aby vnější obal konektoru (samce) měl nulový potenciál. Bohužel se jedná o konektor s definovaným připojením a to tak, že se nejdříve připojuje střed konektoru. Může se tedy stát, že pokud zařízení bude připojeno k sériovému rozhraní a napájecí konektor nebude zcela zastrčen, zařízení bude zcela funkční, i když by tomu tak být nemělo.

Napájení je rozšířeno o možnost napájet zvlášť relé zapínající ovládané přístroje. Poskytuje to možnost použít relé na napájení 12 V s malou úpravou obvodu. Napájení relé je potom přivedeno na svorky J3, přičemž napájení relé zvolíme propojkou JP1 a spínáme S7 společně s napájením zařízení.

Zařízení je také připraveno pro možnost napájení ze sériového portu přes propojku J1.



Obr. 2.28: Schéma napájení zařízení

## 2.3. Návrh softwaru

### 2.3.1. Návrh řídicích programů mikrokontrolérů

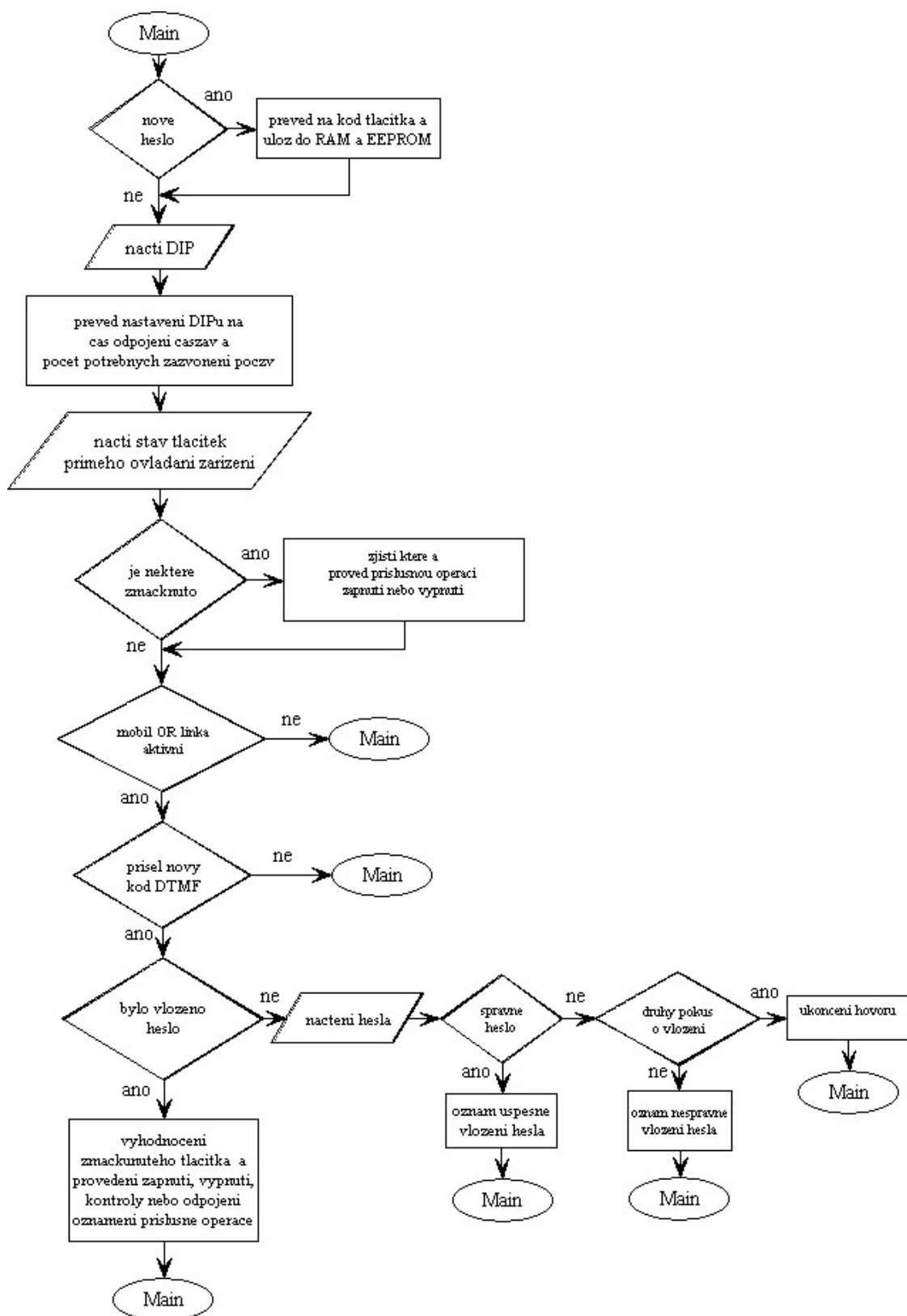
Řídicí programy mikrokontrolérů jsem vyvíjel v prostředí uVision2 od firmy KEIL Software. Tento program pro mikrokontroléry s jádrem 8051 je volně stažitelný na www stránkách firmy a je přiložen na CD-ROM. V tomto prostředí jsem program napsal, přeložil i odladil. V prostředí vision lze programovat v ASSEMBLERU nebo v programovacím jazyku C. Volil jsem programování v ASSEMBLERU především z důvodu omezené paměti kódu mikrokontroléru. Kdybych programoval řídicí program hlavního řídicího mikrokontroléru v jazyce C, musel bych použít externí paměť. Řídicí programy nejsou určeny jen k řízení zařízení, ale také softwarově rozšiřuje funkce zařízení.

#### 2.3.1.1. Řídicí program hlavního mikrokontroléru IC1 (AT89S8252)

Úkol tohoto programu koresponduje se zapojením a úkoly hlavního mikrokontroléru. Řídicí program pro hlavní mikrokontrolér dále popíši pomocí přehledných vývojových diagramů. Kompletní kód v assembleru je potom uveden v příloze (*Podrobný výpis řídicího programu hlavního mikrokontroléru (AT89S8252)*).

#### Inicializace

Před začátkem vykonávání hlavní smyčky programu je nutné mikrokontrolér inicializovat. Znamená to nastavit časovače. Časovač T0 pro filtrování zvonění telefonní linky, nulování počtu načítaných zvonění od tel. linky v případě přerušení zvonění tzn. prodlevy mezi dvěma zazvoněními větší než 8 s. Časovač T0 je také použit pro ovládání mobilního telefonu. Dále nastavit T1 pro generování kontrolního tónu a automatického odpojení v případě, že dojde k přerušení spojení. To je realizované načítáním času od posledního platného přijatého kódu DTMF. T2 se nastaví pro generování přenosové rychlosti 9600 Bd a zároveň je potřeba nastavit mód sériového přenosu. Potom se mohou povolit jednotlivá přerušení a externí přerušení nastavit na generování na sestupnou hranu. Dalším krokem inicializace je vložení kódů dekodéru MITEL odpovídajících jednotlivým zmáčknutým tlačítku telefonního přístroje do paměti. Následuje zjištění zda-li je paměť EEPROM přiřazená číslům vstupního přístupového hesla prázdná a pokud ano naplnit ji kódy tlačítek 1, 5 a 9 a zároveň načíst vstupní heslo z EEPROM do RAM. Nyní je možné umožnit přerušování s tím, že je dobré vymazat žádosti o přerušení pokud již k nějakým došlo vlivem zapnutí a inicializace okolního hardwaru.



Obr. 2.29: Vývojový diagram hlavní smyčky programu hlavního mikrokontroléru AT-P

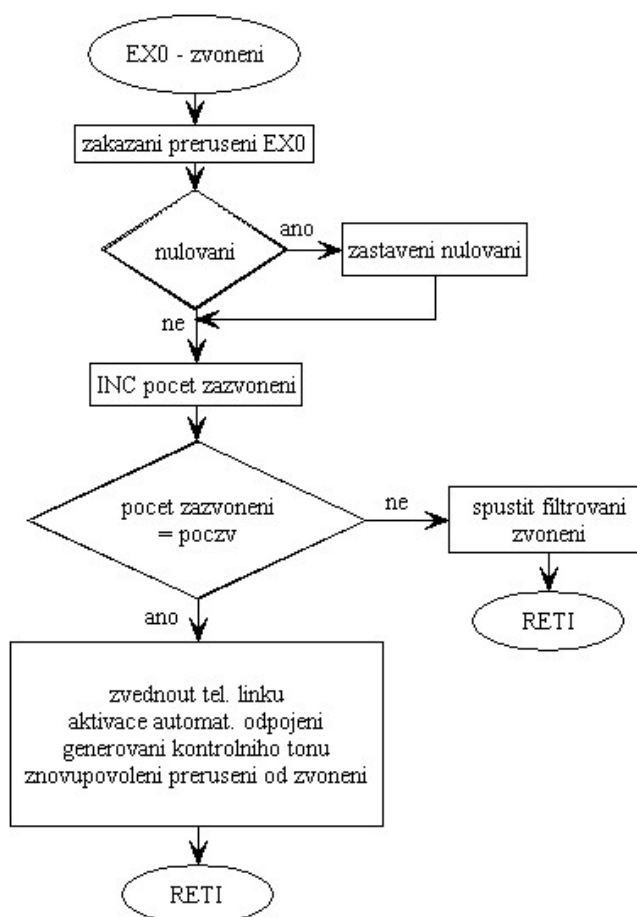


## Hlavní smyčka programu

Algoritmus hlavní smyčky programu je zhruba zobrazen vývojovým diagramem na obrázku 2.29. V hlavní smyčce se zpracovává nastavení nového přístupového hesla, pokud byl přijato z počítače. Heslo bylo přijato ve formátu ASCII kódu a je potřeba jej převést na kód příslušného tlačítka (DTMF). Převedené heslo se uloží do EEPROM a RAM. Potom se podle DIPu nastaví proměnné určující počet načítaných zazvonění telefonní linky potřebných k jejímu vyzvednutí a také proměnná určující čas automatického ukončení hovoru v případě přerušení spojení nebo nečinnosti. Dalším krokem je kontrola a vyhodnocení stavů tlačítek přímého ovládání zařízení, jimiž se přístroje zapínají nebo vypínají. Pokud je aktivní tel. linka a nebo mobilní telefon je možné zpracovat nově přijatý kód DTMF, pokud byl přijat. Nejprve je potřeba rozlišit zda-li se jedná o vkládání vstupního hesla nebo již ovládání přístrojů a zařízení. V případě, že vstupní heslo bylo již zadáno správně, jedná se o příkaz ovládání. Kód příkazu je dále potřeba identifikovat a zajistit příslušnou obsluhu příkazu a případnou odezvu kontrolním tónem. V okamžiku kdy ještě heslo nebylo vloženo, tak se jedná o přijímání vstupního hesla. Je potřeba načíst všechny 3 čísla hesla a teprve potom je vyhodnotit. V okamžiku nesprávného vložení na to upozornit uživatele a umožnit ještě jeden pokus o vložení. Pokud ani ten nebude správný, pak bez odezvy ukončit spojení. Pokud dojde ke správnému vložení hesla, tak o tom informovat uživatele. Další případné přijetí DTMF kódu bude vyhodnoceno jako příkaz, pokud mezi tím nedojde k ukončení hovoru.

## Obsluha přerušení od EX0

Obsluhou externího přerušení EX0 je ošetřeno zvonění telefonní linky (*Obr. 2.30*). Nejprve je potřeba zakázat toto přerušení kvůli zámkům signálu zvonění, které by způsobovaly další přerušení. To je součást filtrování zvonění. Dále je potřeba zastavit tzv. nulování, které slouží k hlídání přerušení zvonění. V případě prodlevy mezi dvěma zazvoněními větší nežli 8s vynuluje počet načítaných zvonění v paměti. Pokud je nulování zastaveno inkrementuje se počet načítaných zvonění dokud se nerovná požadovanému počtu zazvonění (*poczv*). Po dosažení požadovaného počtu zazvonění, dojde ke zvednutí telefonní linky (otevření smyčky). Dále je generováno oznámení uživateli v podobě kontrolního tónu a je spuštěno automatického zavěšení linky (uzavření smyčky) v případě nečinnosti. Také je zároveň znovu povoleno přerušení od zvonění tel. linky. Je dobré ještě před tím vynulovat žádost přerušení pokud nastala. Jinak pokud se počet načítaných zazvonění nerovná požadovanému, tak je nutné pokračovat ve filtrování zámků zvonění.



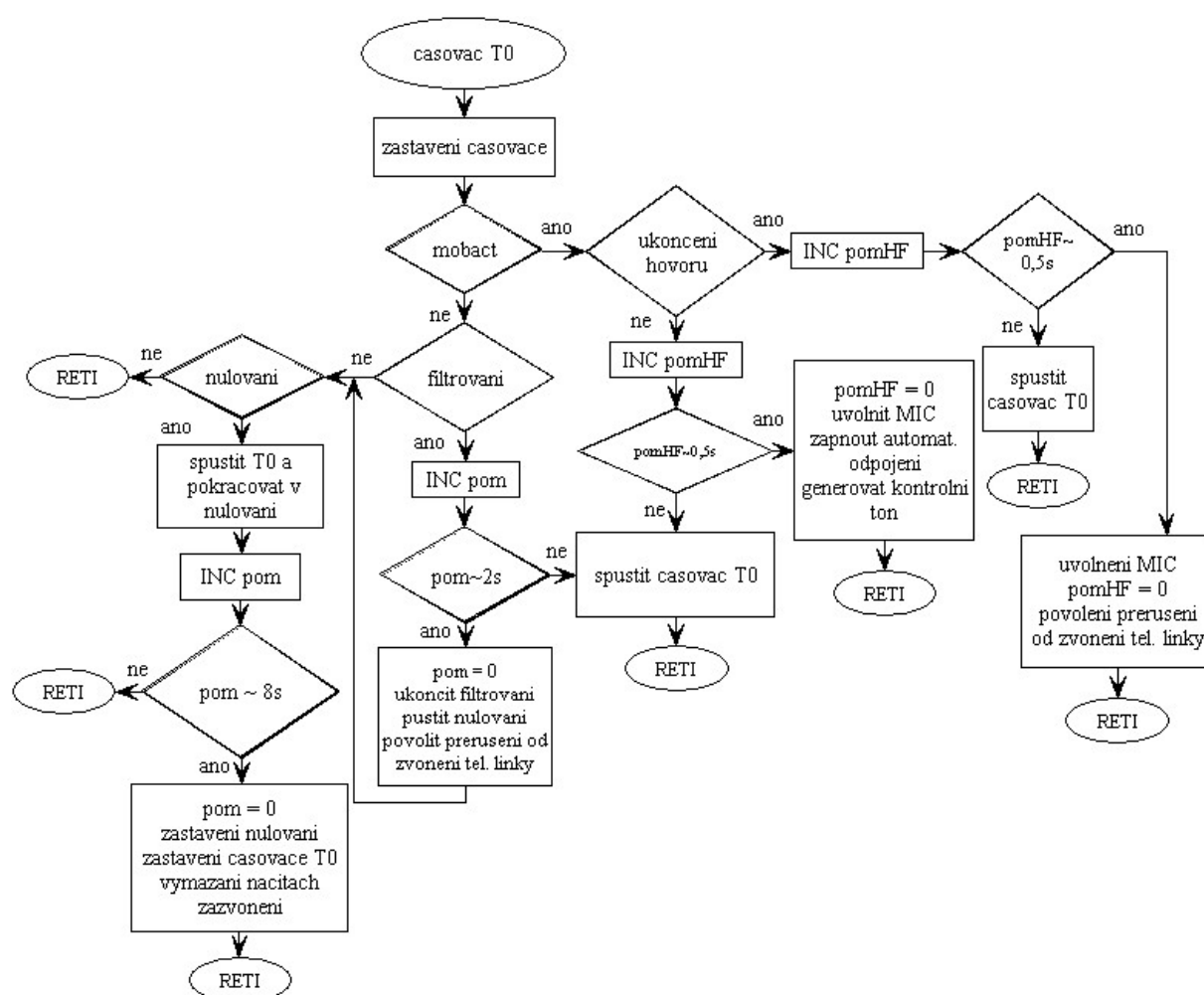
Obr. 2.30: Vývojový diagram algoritmu obsluhy přerušení EX0 od zvonění tel. linky

### Obsluha přerušení od T0

Obsluha přerušení od časovače T0 (Obr. 2.31) zpracovává filtrování zákmitů zvonění telefonní linky, vymazává počet načítaných zazvonění tel. linky v případě, že je mezi nimi větší interval než-li 8 s. Tím je ošetřen případ, kdy dojde k přerušení zvonění před zvednutím tel. linky. Zároveň tento algoritmus uvolňuje mikrofonní vstup mobilního telefonu v případě přijmutí nebo ukončení hovoru. Znamená to, že rozeptne relé ovládání mobilního telefonu po uplynutí 0,5 s od jeho sepnutí.

Po generování přerušení je nejprve nutné zastavit časovač T0. Pokud není mobil aktivní a je nastaven příznak filtrování, tak opakovat filtrování pomocí znovuspuštění časovače po dobu 2 s. Po této době ukončit filtrování, zapnout funkci nulování počtu načítaných zazvonění při přerušení zvonění a znovu umožnit přerušení od zvonění telefonní linky. Je dobré před tím vymazat žádost o jeho přerušení. Dále probíhá funkce nulování, která si znovu pustí časovač T0 a probíhá tak dlouho dokud není ukončena v obslužné proceduře přerušení od zvonění tel. linky a nebo je ukončena po uplynutí 8 s od posledního zazvonění. Po této době je kromě

ukončení funkce nulování zastaven i časovač T0 a hlavně vynulován počet načítaných zazvonění tel. linky. Pokud je mobilní telefon aktivní, zkoumá se žádost o ukončení hovoru. Pokud se má hovor ukončit dojde po 0,5 s k rozepnutí relé handsfree a k povolení přerušení od zvonění tel. linky. Naopak pokud se má hovor přijmout dojde také po 0,5 s k rozepnutí relé, ale zároveň je poté generován kontrolní tón a zapnuta funkce automatického ukončení hovoru v případě nečinnosti. Je potřeba, aby byl tón oznámení přijmutí hovoru generován s malým zpožděním (cca 250 ms), aby se stihl mobilní telefon připravit na příjem tónu.

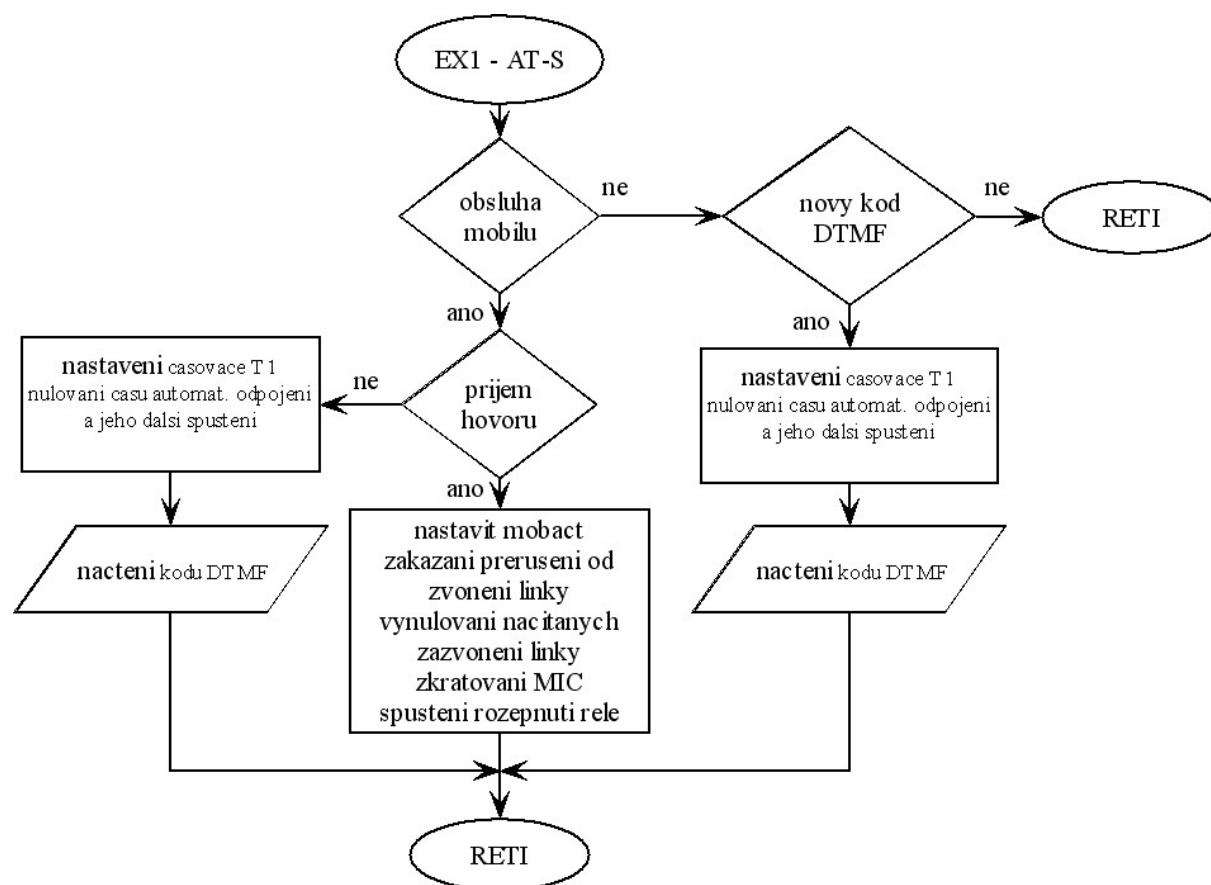


Obr. 2.31: Vývojový diagram obsluhy přerušení časovače T0 AT-P

### Obsluha přerušení od EX1

Obsluha přerušení EX1 (Obr. 2.32) zpracovává přerušení vyvolané pomocným mikrokontrolérem AT-S. Mikrokontrolér tak žádá o obsluhu buď příjmu nové DTMF z telefonní linky nebo o obsluhu mobilního telefonu. Pokud se jedná o obsluhu přijetí

příchozího hovoru na mobilní telefon, tak je potřeba nastavit příznak aktivity mobilu a zakázat přerušení od zvonění telefonní linky a případně vynulovat již načítaný počet jejího zazvonění. Dále je potřeba zkratovat mikrofonní vstup sepnutím relé handsfree a spustit časovač T0 rozeznutí tohoto relé. V případě příchodu DTMF kódu z mobilního telefonu i telefonní linky je potřeba jej načíst, vymaskovat z portu a také zastavit, vynulovat a znovu pustit automatické odpojení nebo-li ukončení hovoru.

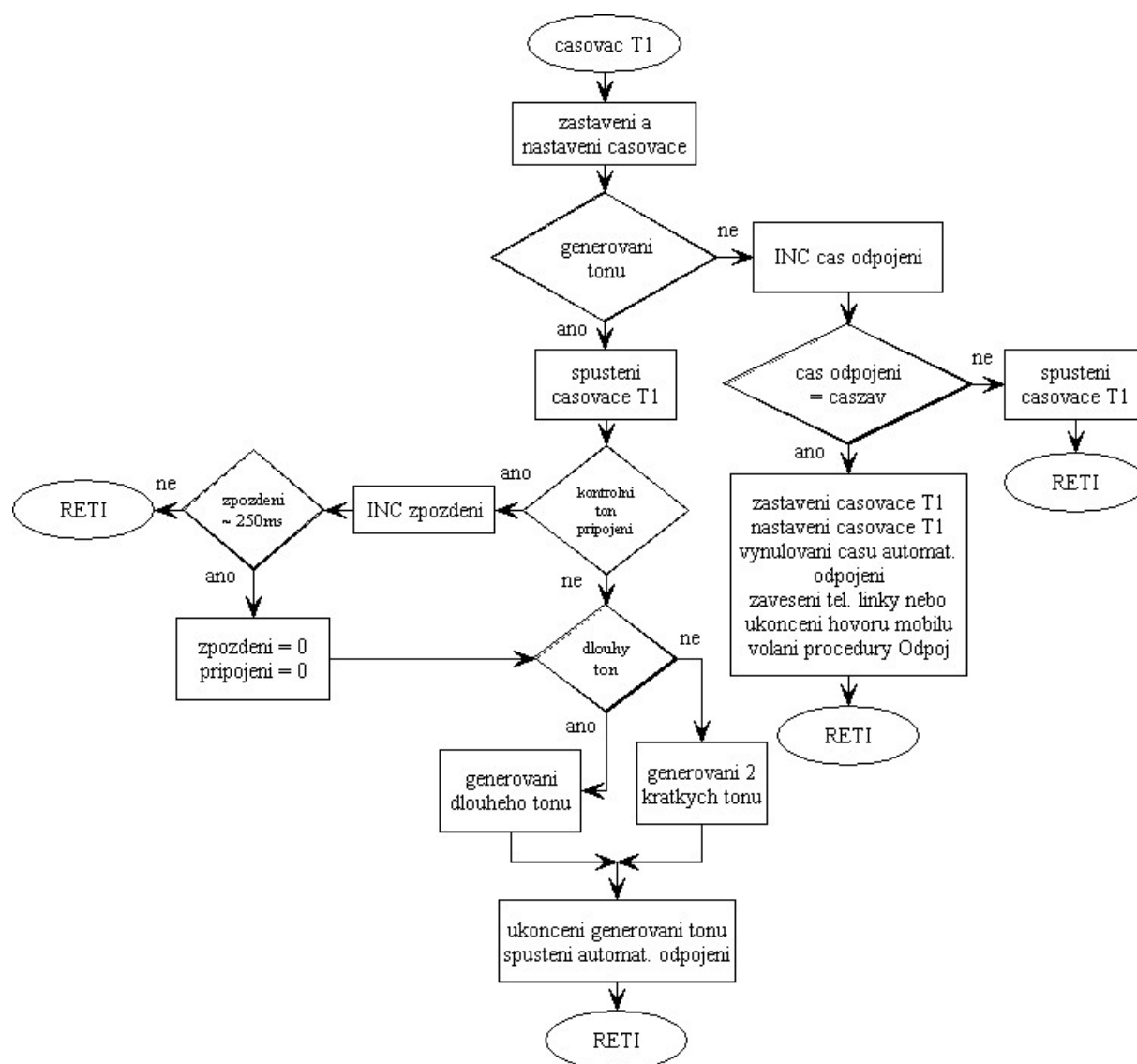


Obr. 2.32: Vývojový diagram obsluhy přerušení EX1 AT-P od AT-S

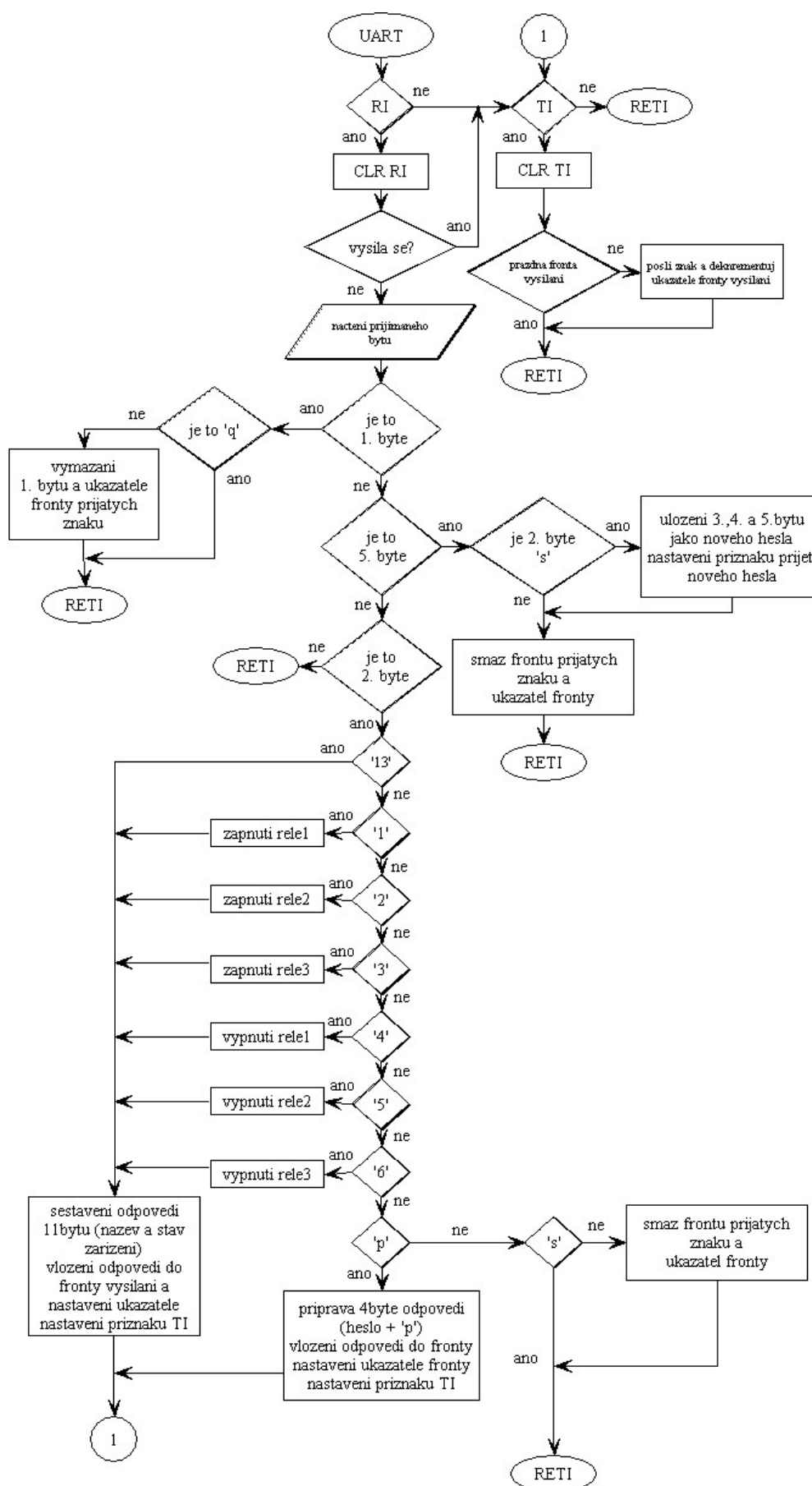
### Obsluha přerušení od T1

Obsluha přerušení od časovače T1 (Obr. 2.33) slouží ke generování kontrolního tónu a výpočtu času automatického zavěšení tel. linky nebo ukončení hovoru mobilního telefonu v případě, že došlo k přerušení spojení nebo v případě nečinnosti. Zároveň tím zařízení zjistí, že hovor mobilního telefonu nebyl řádně ukončen a ukončí jej samo. Pokud by se tak nestalo mohlo by dojít k potížím u telefonů NOKIA a mikrofonní vstup by zůstal napájen. Pokud se jedná o obsluhu automatického odpojení, tak je načítán čas odpojení až do okamžiku kdy se

rovná nastavenému času ukončení hovoru mobilního telefonu nebo zavěšení linky. Potom se volá obslužná procedura Odpoj. Čas automatického odpojení může být nulován v obslužné proceduře přijetí nového kódu DTMF (EX1). Pokud se má generovat tón a má to být tón připojení tj. oznámení, že zařízení zvedlo telefonní linku nebo přijalo hovor mobilního telefonu, tak je potřebná prodleva asi 250 ms před začátkem generování tónu. Dále je nutné rozhodnout jestli se jedná o negativní odezvu realizovanou dlouhým tónem nebo pozitivní odezvu s dvěma krátkými tóny a podle toho tóny generovat. Po ukončení generování tónu opět spustit funkci automatického odpojení.



Obr. 2.33: Vývojový diagram algoritmu obsluhy přerušení od časovače T1 AT-P



Obr. 2.34: Vývojový diagram algoritmu obsluhy přerušení od sériového přenosu

### Obsluha přerušení od sériového přenosu

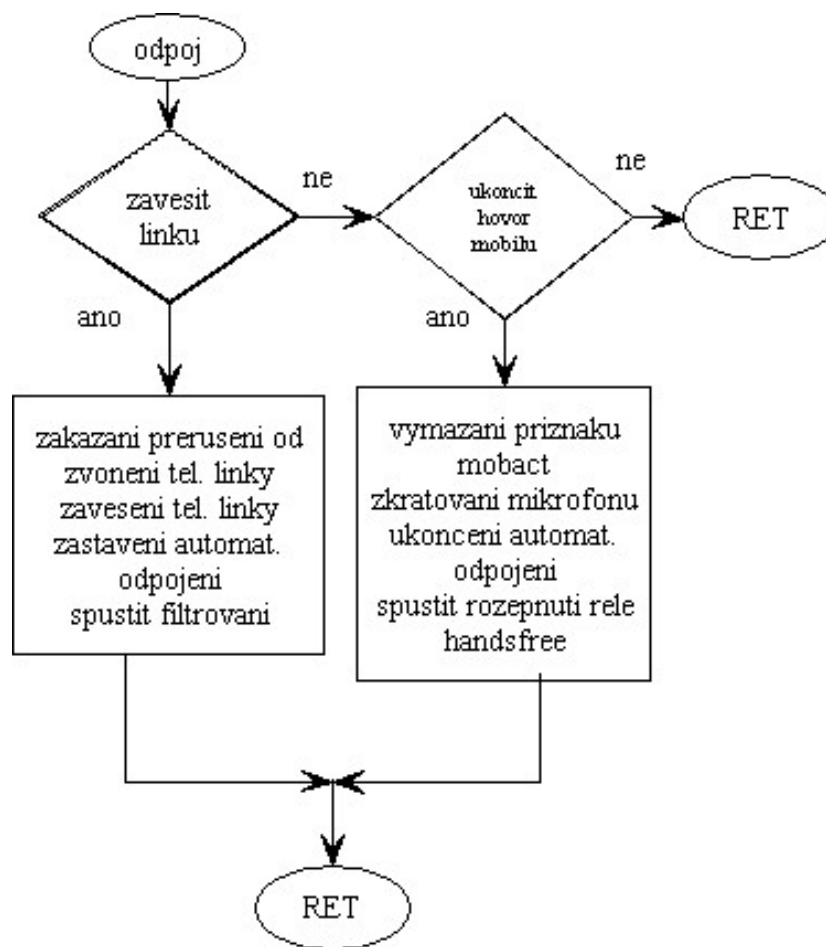
Algoritmus obsluhy přerušení od sériového přenosu (*Obr. 2.34*) je řešen tak, že naslouchá příkazům vysílaným z počítače. Příkazy vyhodnotí a odešle odpověď. Z odpovědi jsou vždy odeslány všechny znaky bez ohledu na přerušení od příjmu. Příjem 2. a dalších Bytů je umožněn až po správném příjmu 1. Bytu, který musí být znak 'q'.

V případě že bylo přijato 5 znaků a druhý znak je znak 's', tak potom 3., 4. a 5. znak jsou čísla vstupního hesla, které je nutné dále zpracovat ve smyčce hlavního programu. Proto se nastaví příznak přijetí nového hesla a znaky hesla se uloží do paměti. Potom je možné frontu i s ukazatelem fronty smazat pro další příjem. Tak se také stane pokud nebyl druhý znak 's'.

Pokud byly přijaty 2 znaky, tak se vyhodnotí druhý znak. Pokud je to znak ester, tak se odešle odpověď o 11 Bytech, ve které je obsažen název zařízení a jeho stav. Pokud je '1', sepne se relé 1. Pokud je '2', sepne se relé 2 atp. až po vypnutí relé 3 znakem '6'. Ve všech těchto případech je potom vyslána odpověď o 11 Bytech zakládající se z názvu zařízení a Bytu stavu zařízení. Pokud je druhým znakem 'p', tak se odešle odpověď o 4 Bytech, kde je odesíláno heslo. Pokud je druhým znakem 's' pokračuje se v příjmu 5 Bytu. V opačném případě kdy nebyl přiřazen druhý znak dojde k vymazání fronty přijatých znaků a ukazatele této fronty.

### Procedura Odpoj

Procedura Odpoj (*Obr. 2.35*) spojuje často používanou část kódu do jedné obslužné procedury. Podle potřeby ukončí hovor mobilního telefonu nebo zavěsí tel. linku. V případě zavěšení telefonní linky nastává problém, že přepnutí relé generuje přerušení zvonění tel. linky. K ošetření tohoto jevu jsem využil funkci filtrování časovače T0. Pro případ kdy došlo k ukončení hovoru během vkládání vstupního hesla je dobré v obou případech vymazat všechny příznaky vkládání hesla.



Obr. 2.35: Vývojový diagram procedury Odpoj

### 2.3.1.2. Řídící program pomocného mikrokontroléru IC5 (AT89S8252)

Úkol tohoto programu koresponduje se zapojením a úkoly pomocného mikrokontroléru. V této kapitole přibližně popíšeme navržený řídicí program pomocného mikrokontroléru pomocí přehledných vývojových diagramů. Kompletní program v assembleru je potom uveden v příloze (*Podrobný výpis řídicího programu pomocného mikrokontroléru (AT89C51)*).

#### Inicializace

Program inicializujeme tak, aby byl port P2 nastaven pro komunikaci s AT-P a ke čtení stavu telefonní linky. Dále je nutné zhasnout ledku indikující napájení mikrofonního vstupu mobilního telefonu, neboť ta po zapnutí svítí. V dalším kroku nastavíme T0 jako čítač vnějších událostí, tak aby generoval přerušení při objevení napájení na mikrofonním vstupu. T1 nastavíme jako časovač, jehož funkce bude podrobněji popsána později. Nakonec povolíme a umožníme přerušení tak, aby byly externí přerušení generována na sestupnou hranu.



### Hlavní smyčka programu

V hlavní smyčce (*Obr. 2.36*) dochází pouze k načtení DIPu a podle jeho nastavení k přiřazení čísla do proměnné casDIP, která je úměrná času požadované doby zvonění k přijmutí hovoru.



*Obr. 2.36: Vývojový diagram hlavní smyčky programu pomocného mikrokontroléru AT-S*

### Obsluha přerušení od EX0

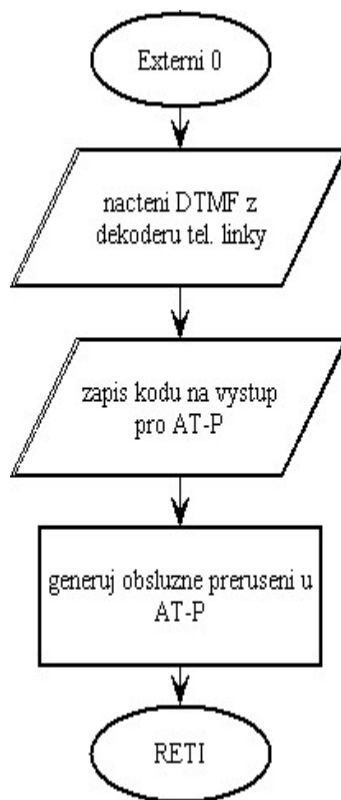
Externí přerušení EX0 (*Obr. 2.37*) vyvolává dekodér DTMF telefonní linky. Obslužná procedura tohoto přerušení načte kód z dekodéru a pošle jej dál hlavnímu mikrokontroléru u kterého generuje přerušení. Spolu s kódem musí mít AT-P informace o tom, že přichází DTMF kód a že přichází z dekodéru telefonní linky.

### Obsluha přerušení od EX1

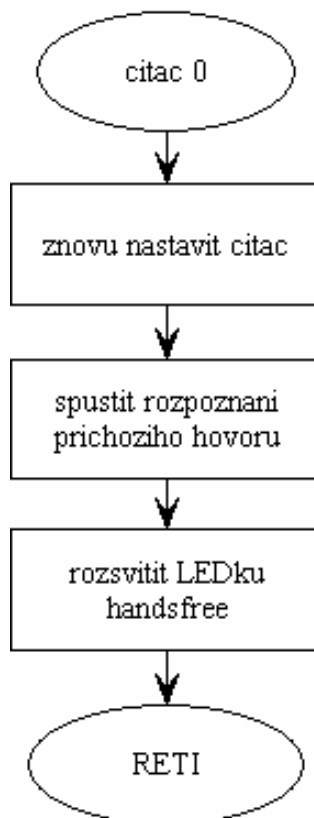
Obsluha externího přerušení EX1 vyvolaného dekodérem DTMF mobilního telefonu je obdobná jako EX0 s tím rozdílem, že se AT-P sděluje že DTMF kód přichází z mobilu.

### Obsluha přerušení od T0

Obsluhu detekce napětí na mikrofonním vstupu zajišťuje externí čítač 0 (*Obr. 2.38*). Po generování přerušení je nutné v obslužné proceduře čítač znovu nastavit. Dále se spouští časovač T1, pomocí něhož se zjistí zda-li se jedná o přicházející hovor nebo jen detekci příslušenství mobilního telefonu. Také se rozsvítí ledka informující o stavu úrovně na mikrofonním vstupu.



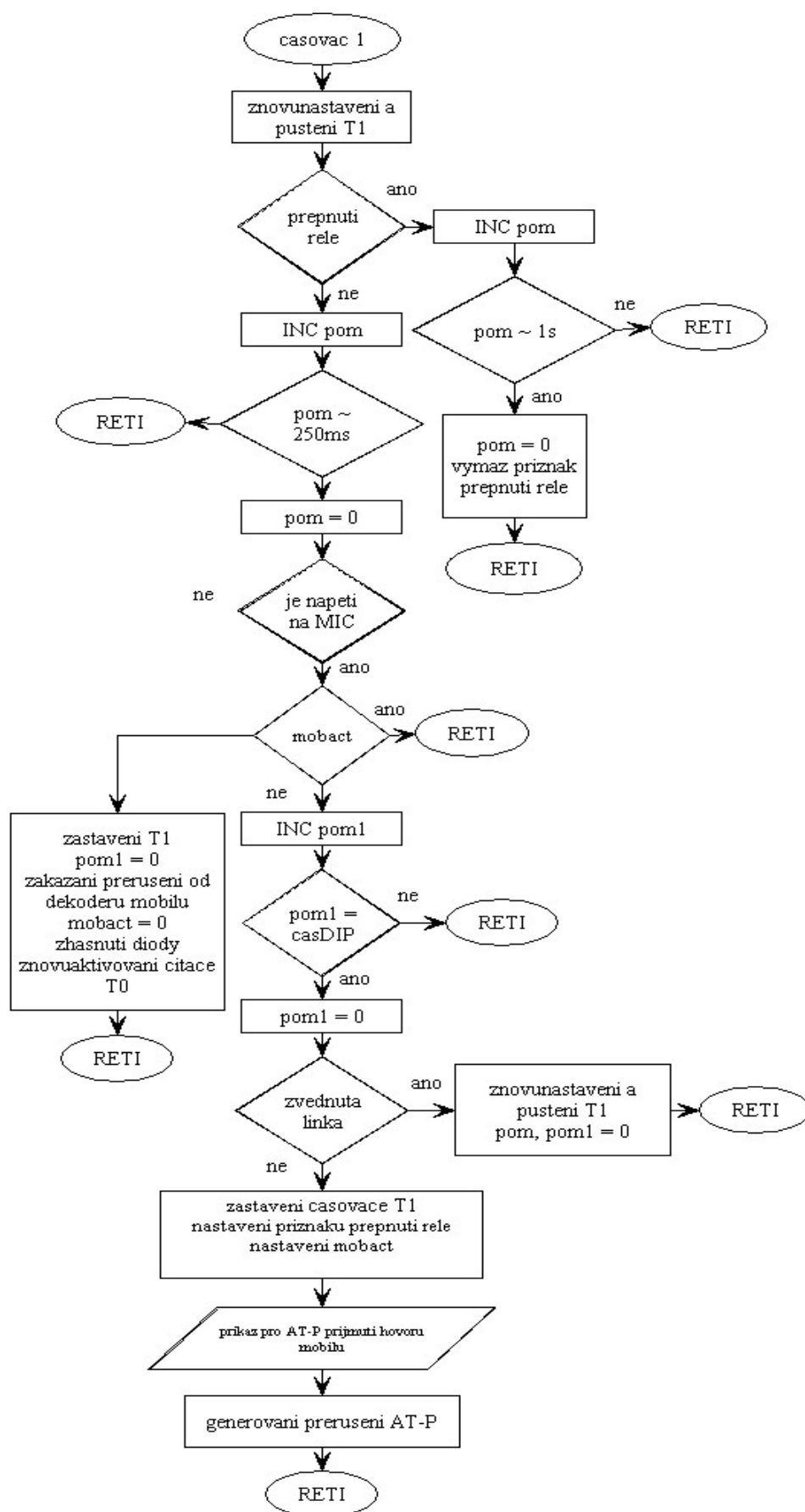
Obr. 2.37: Vývojový diagram algoritmu obsluhy externího přerušení EX0 AT-S



Obr. 2.38: Vývojový diagram obsluhy přerušení od čítače T0 AT-S

**Obsluha přerušení od T1**

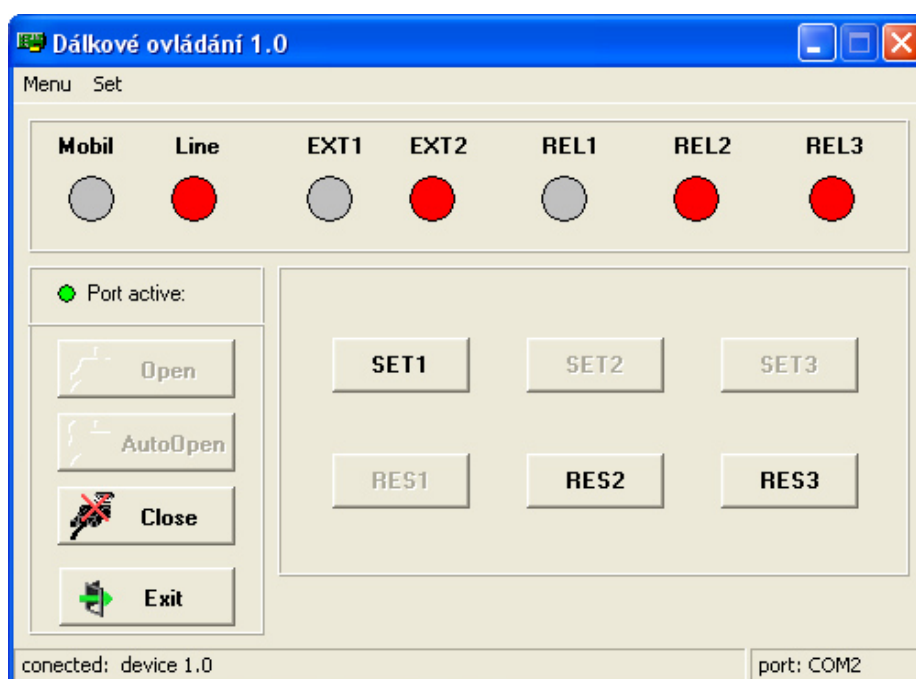
Obslužná procedura časovače T1 (*Obr. 2.39*) v cyklu 250 ms kontroluje napětí na MIC, a tím rozhoduje o tom, zda přerušení od čítače T0 bylo generováno impulsem detekce příslušenstvím nebo přicházejícím hovorem. Na základě toho pokud mobil vyzvání dostatečně dlouho a pokud není zvednuta telefonní linka, tak zařídí přijmutí hovoru a zabraní generování přerušení vyvolaným zkratováním mikrofonního vstupu sepnutím relé. Pokud je linka náhodou zvednuta, příchozí hovor na mobil se ignoruje a načítání času zvonění probíhá od 0. V okamžiku, kdy dojde k ukončení hovoru, tak procedura zjistí neshodu mezi tím, že na MIC není napájení a přitom je ještě nastaven příznak mobact a provede kroky vyplývající z ukončení hovoru. To znamená zakázání příjmu DTMF kódu, zhasnutí diody a znovu aktivování přerušení od čítače T0.



Obr 2.39: Vývojový diagram algoritmu obsluhy přerušení od časovače T1 AT-S

### 2.3.2. Návrh aplikace pro PC

Původním záměrem bylo vyvinout aplikaci v programovacím prostředí LabWindows/CVI od firmy National Instrument, které je vhodné pro návrh měřících systémů a využívá programovací jazyk C. Z důvodu problematického přímého přístupu k portům v operačních systémech WinNT/2000/XP je nakonec aplikace napsána v programovacím prostředí Delphi v jazyce Pascal. Umožnilo mi to využít komponentu AsyncFree, která usnadňuje programování sériového asynchronního přenosu a řeší problematický přístup k portům v systémech WinNT/2000/XP. Komponenta je k dispozici na CD-ROM ve složce *AsyncFree* včetně dokumentace s popisy jejích událostí. Stejně tak je na CD-ROM ve složce *Aplikace* uložena navržená aplikace ovládání (*Ovladani.exe*) včetně zdrojových textů.

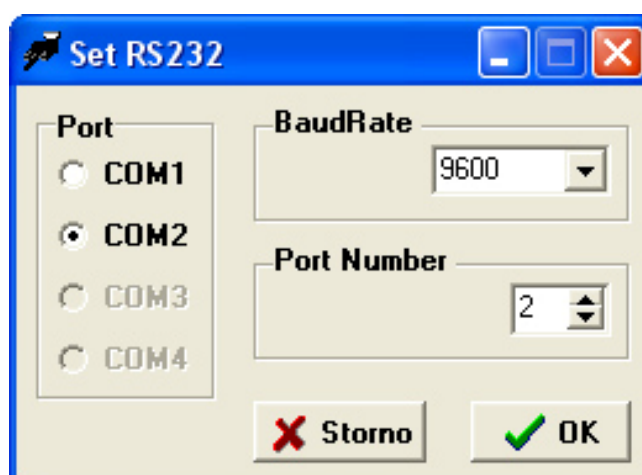


Obr. 2.40: Běžící aplikace

Aplikace (Obr. 2.40) umožňuje zapínání a vypínání přístrojů připojených k zařízení. Umožňuje nastavit parametry přenosu a sériový port COM (Obr. 2.41), ke kterému je zařízení připojeno. Před tím zjistí a zobrazí, které porty jsou k dispozici. Maximální počet ručně nastavitelných portů je 64. Aplikace nabízí pohodlnou možnost automatického vyhledání zařízení připojeného k některému z prohledávaných portů a započne komunikaci s ním. Prohledává maximálně 4 první porty, aby bylo vyhledání rychlé. Zobrazuje název zařízení, se kterým probíhá komunikace a zároveň port ke kterému je připojeno. Dále zobrazuje stavy

zařízení jako stavy přístrojů, externích vstupů, stav telefonní linky a mobilního telefonu. Kromě toho indikuje aktivitu portu který má právě otevřený.

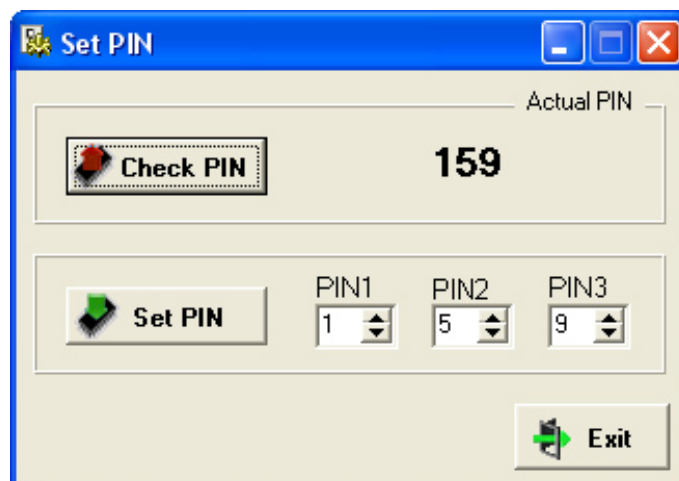
Pomocí této aplikace je vyřešena změna vstupního přístupového hesla a umožňuje jej zároveň i přechíst (Obr. 2.42). Heslo slouží k ochraně přístupu z telefonní linky a mobilní sítě, nikoli z počítače. Proto změna a čtení hesla není nijak chráněna. Princip komunikace se zařízením spočívá v periodickém vysílání příkazů. Příkaz je vždy složen ze dvou Bytů, přičemž první byte je vždy znak 'q' a druhý znak teprve identifikuje konkrétní příkaz. První znak slouží k ověření přijímajícím zařízením, že se jedná a příjem jeho příkazu. Odpovědí může být buď příjem názvu zařízení společně s Bytem stavů zařízení v podobě 11 Bytů nebo 4 Bytů hesla obsahující 1. znak 'p', informující o tom, že se jedná o přijímání odpovědi hesla. Pokud je vysíláno nové heslo je příkaz vyslán v podobě 5 Bytů, přičemž první znak je opět 'q' stejně a ze stejného důvodu jako u dvou bytových příkazů. Druhý znak je 's' informující přijímací zařízení, že se jedná o příjem nového hesla. Zbylé tři znaky pak odpovídají konkrétnímu heslu. Přenos je řízen hardwarovým handsakem pomocí RTS/CTS. Není to však nutné, neboť jsou přenášeny jen velmi malé objemy dat. Používám však CTS signál k indikování stavu portu.



Obr. 2.41: Formulář nastavení sériového přenosu

Před otevřením portu je třeba nastavit vlastnosti sériového přenosu a pokud nepoužijeme automatické vyhledání a připojení, tak i číslo portu, ke kterému je zařízení připojeno. Nastavení provedeme pomocí formuláře Set RS232 (Obr. 2.41). Tento formulář je přístupný pouze pokud neprobíhá komunikace, tedy není port otevřen. Pokud komunikace se zařízením probíhá úspěšně, je přístupný formulář Set PIN (Obr. 2.42), kde lze nastavit nové heslo a

případně zkontrolovat heslo uložené v paměti. Podrobnější popis ovládání aplikace je uveden v příloze (*Manuál aplikace*).

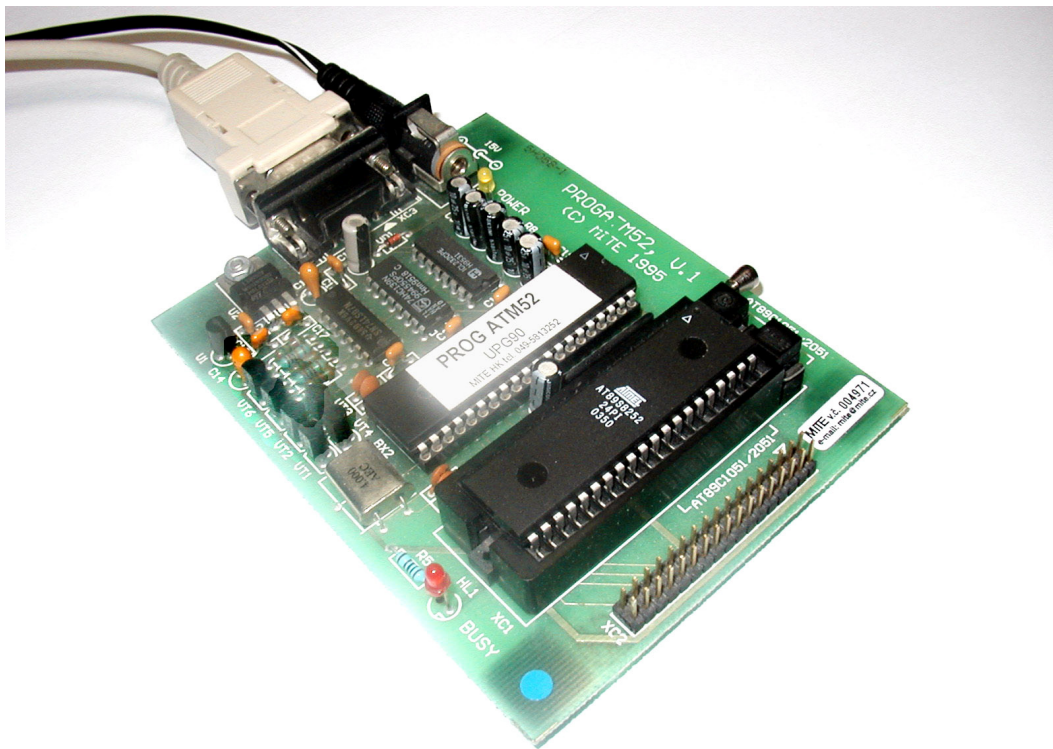


Obr. 2.42: Formulář nastavení a kontroly vstupního přístupového hesla

## 2.4. Realizace prototypu

### 2.4.1. Návrh plošného spoje

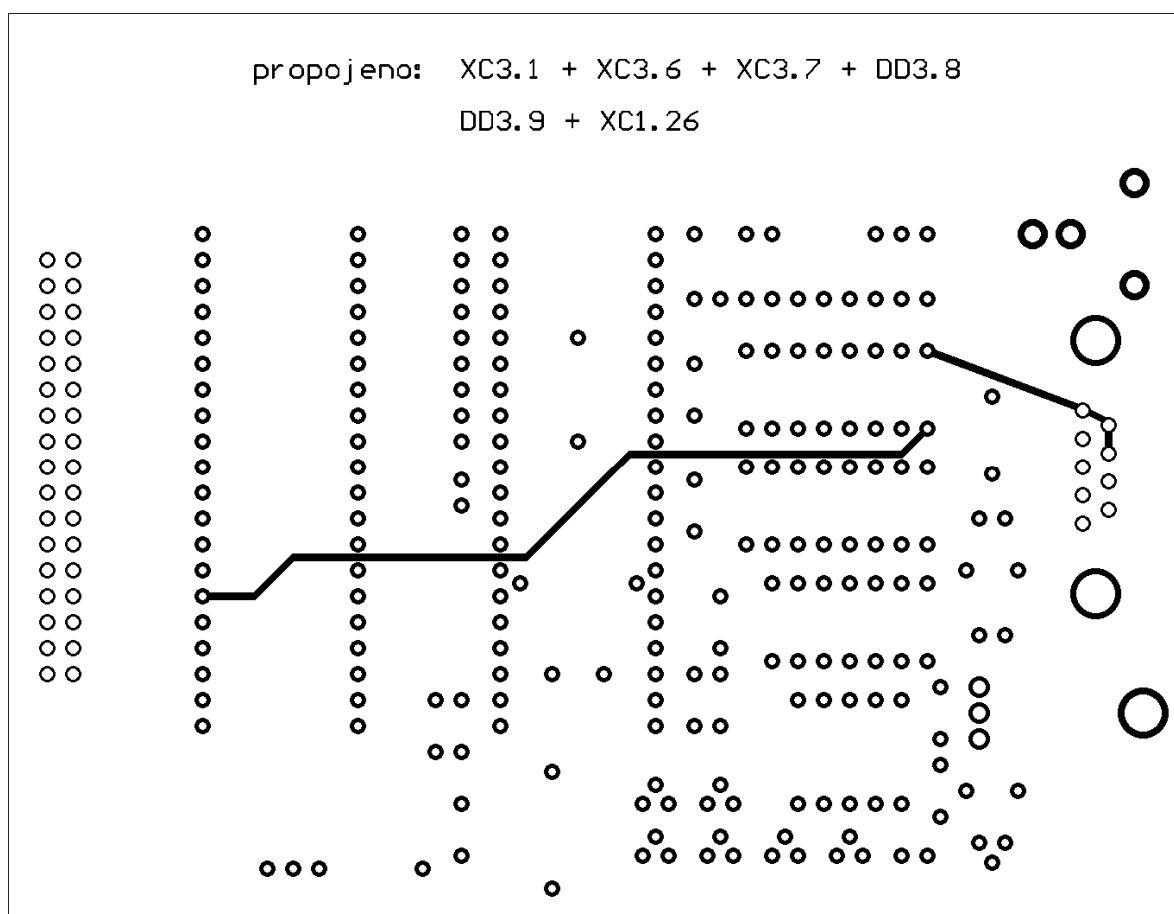
Desku plošných spojů jsem navrhl v programu EAGLE 4.11 a vycházel jsem z již navrženého schématu. Desku plošných spojů a plánek osazení součástek jsem uvedl v příloze (*Deska plošných spojů, Osazení součástek*). Rozhodl jsem se pro výrobu jednovrstvého plošného spoje z ekonomického důvodu. Při návrhu jsem používal pouze součástky s klasickými drátovými vývody z důvodu snadného osazení. Mnohé knihovny součástek bylo nutné upravit nebo zcela vytvořit. Bohužel program při daných rozměrech desky nebyl schopen provést autorout s rozumným výsledkem. Program totiž nedokáže optimalizovat rozmístění součástek a také routuje na nejbližší potenciál nikoli součástku. Nezbývalo nic jiného, než se pustit do návrhu ručně, v souladu s principy návrhu plošných spojů. Při návrhu jsem dbal na minimální vzdálenost mezi vodiči s přihlédnutím k provoznímu napětí a minimální šířce vodiče vzhledem k proudové zatížitelnosti. Dále jsem oddělil výkonovou část spínání přístrojů relé a především obvodů obsluhy telefonní linky izolačním příkopem. Minimální vzdálenost vodičů obsluhy telefonní linky a logických obvodů by měla být 2 mm [8].





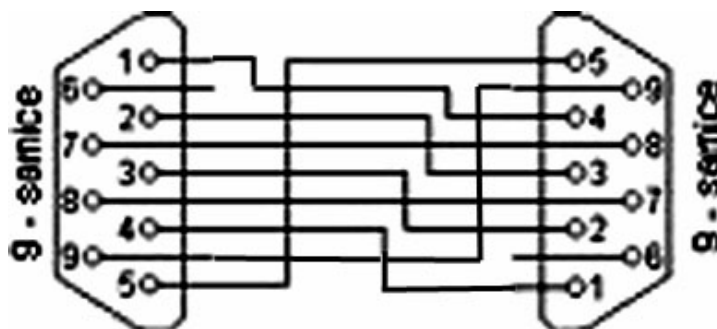
Kompletní upgrade je proveden na třech úrovních. Nejprve je potřeba vložit do řídicího mikrokontroléru (AT89C51) programátoru nový řídicí program, buď pomocí druhého programátoru nebo pomocného čipu. Poté je třeba provést jisté změny na hardwaru a ještě upgradovat obslužnou aplikaci v PC. Po těchto krocích je upgrade kompletní a funkční za předpokladu propojení pomocí upraveného propojovacího kabelu.

Nový řídicí program pro mikrokontrolér, který mi zaslala přímo firma MITE je v příloze na CD-ROM (*Složka Programator*). Dále jsou na CD-ROM uloženy soubory pro upgradování aplikace *ATM52.EXE* a *ATM52.HLP*. Proces upgradování aplikace je následující. Zmíněné dva soubory nakopírujeme do složky aplikace a zároveň musíme smazat soubor *ATM52.CFG*, který si upgradovaná aplikace znovu vytvoří. Zbývá provést upgrade hardwaru. K tomu je potřeba spojit izolovanou propojkou vývody XC3.1, XC3.6, XC3.7 a DD3.8. Další propojkou ještě vývody XC1.26 a DD3.9. Pro přehlednost je toto propojení zobrazeno na obrázku 2.44.



Obr. 2.44: Upgrade hardwaru programátoru PROGATM90

Pokud použijeme propojovací kabel z obrázku 2.45 a upgrade byl proveden správně, tak se po spuštění aplikace objeví krátké hlášení "Zjisten programator PROGATM52/UPG90". Druhým krokem jak zkontrolovat správně provedený upgrade je kontrola možnosti programování plného paměťového prostoru všech čipů a ověření samotného programování.



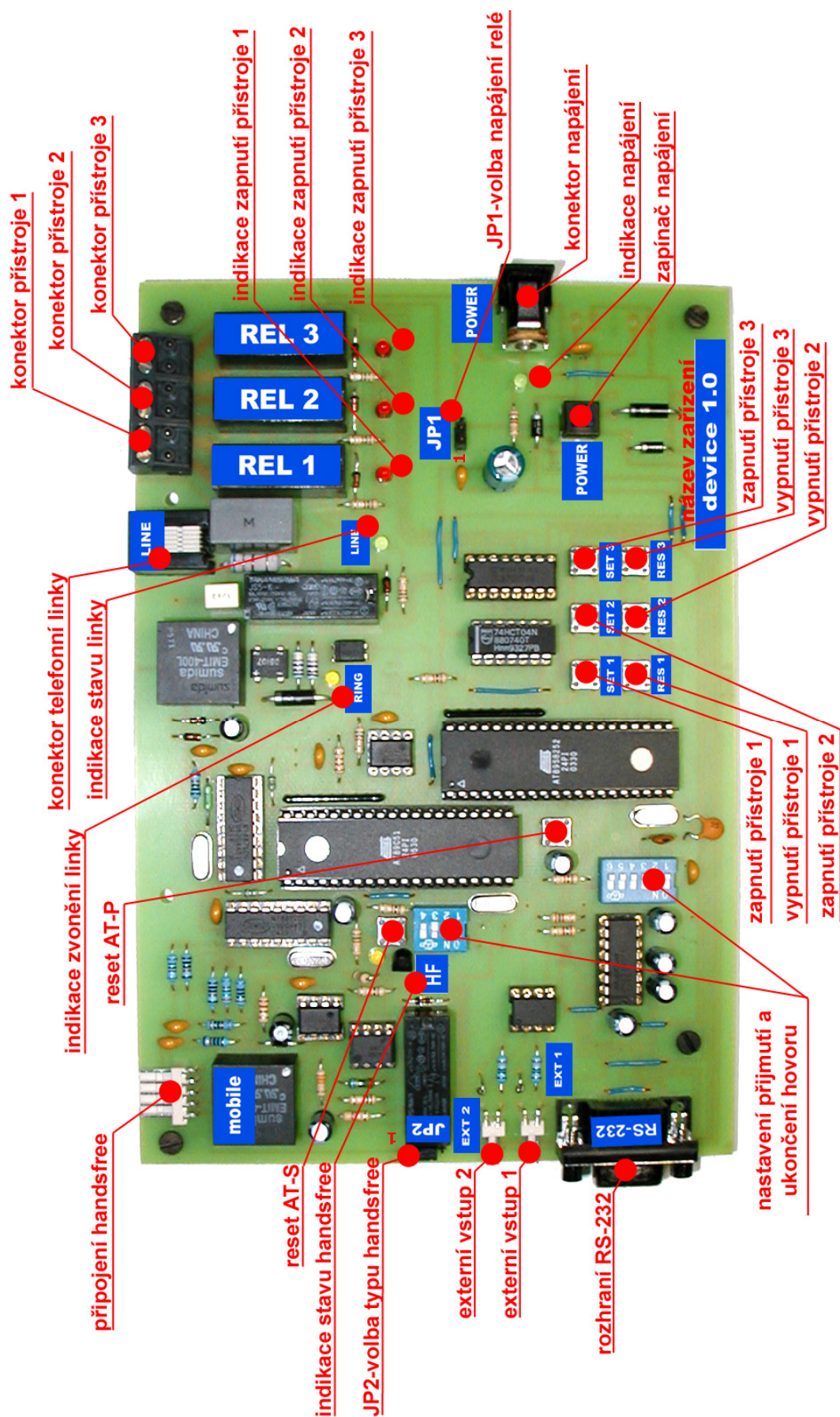
Obr. 2.45: Propojovací kabel programátoru PROGATM90 a PC

### 2.4.3. Výsledný prototyp – osazení, oživení

Osazení desky součástkami proběhlo bez větších komplikací. Při návrhu jsem pouze použil samičí konektor CANNON9 jiných rozměrů nežli konektor použitý při realizaci, tak je mírně zapuštěný. Také jsem si neuvědomil, že i když knihovna EAGLU nabízí 6 pinový DIP-3 není běžně dostupný. Místo něj však lze bez větších problémů použít 8 pinový DIP-4 a 2 piny odštípnout. Ideální řešení by bylo změnit návrh na 8 pinový nebo 4 pinový DIP-2. Pro přenos signálu z telefonní linky je nejvhodnější rezistor R5 600  $\Omega$ , ale není většinou dostupný. Lze použít nejbližší nižší nebo vyšší např. 680  $\Omega$ .

Při ožívování nastaly problémy s inicializací mikrokontroléru AT89C51. I když je návrh podle mého názoru správný, oscilátor mikrokontroléru nepracoval správně. Po vyjmutí kondenzátorů C2 a C17 z obvodu oscilátoru pracovalo již vše v pořádku. Lepším řešením by bylo asi použít krystal o nižší frekvenci např. 12 MHz.

Výsledný prototyp je vidět na obrázku 2.46. Podrobnější popis ovládání zařízení je uveden v příloze (*Ovládání zařízení*).



Obr. 2.46: Realizovaný prototyp

### 3. Parametry prototypu

Napájecí napětí:	4 ÷ 6 V
Odběrový proud:	min. 40 mA, max. 170 mA
Parametry ovládaných přístrojů:	
Jmenovité zatížení:	8 A, 250 VAC 8 A, 24 VDC
Max. spínaný proud:	10 A
Max. spínané napětí:	400 VAC, 250 VDC
Max. spínaný výkon:	2000 VA, 192 W
Napětí externích vstupů:	max. 35 V
Rychlost přenosu:	9600 Bd
Propojení RS – 232:	prodlužovací kabel
Rozměry zařízení:	200 x 135 mm

## 4. Závěr

Navrhl a realizoval jsem v podobě prototypu zařízení pro ovládání měřících přístrojů a počítačů. Ovládání je realizováno po telefonní lince a GSM síti pomocí tónové volby. U telefonní linky žádná jiná alternativa způsobu ovládání v podstatě nebyla a u GSM sítě jsem si vybral tento způsob ovládání z důvodu jednodušší realizovatelnosti a také z důvodu navržení systému, který by byl alternativou dostupných zařízení na trhu realizovaných s ovládáním pomocí SMS. Přepokládám že celorepublikový trend oblíbenosti posílání SMS byl již překonán a tendence zlevňování tarifů pro volání jen podpoří moje rozhodnutí. Navíc jsem zařízení navrhl tak, aby bylo kompatibilní s velkým počtem různých typů mobilních telefonů. K prototypu je možné připojit téměř libovolný mobilní telefon, který je využit pro zprostředkování spojení s uživatelem. Dále jsem umožnil ovládat přístroje přímo z navrženého zařízení pomocí tlačítek a také z počítače. Pro ovládání přístrojů z počítače jsem navrhnul aplikaci s uživatelsky příjemným grafickým prostředím komunikujícím se zařízením pomocí sériového rozhraní.

Návrh zařízení jsem dále doplnil o možnost nastavení příjmu a ukončení spojení jak po telefonní lince tak mobilním telefonem. Dále jsem implementoval vstupní ochranu číselným heslem vyžadovanou při přístupu z telefonní linky a mobilní sítě. Navíc toto číselné heslo je flexibilní a lze jej změnit přes sériové rozhraní pomocí navržené aplikace. Dále jsem návrh rozšířil o možnost kontroly dalších externích vstupů. Návrh jsem také připravil pro možnost použití samostatného napájení výkonové části zařízení a také možnost napájení zařízení z počítače přes sériové rozhraní. Navržená aplikace obsluhující ovládání přístrojů po sériové lince dále umožňuje funkci automatického vyhledání portu ke kterému je zařízení připojeno a automaticky se zařízením naváže komunikaci. Kromě toho indikuje stav všech ovládaných přístrojů, kontrolovaných externích vstupů a zvednutí telefonní linky popřípadě probíhajícího hovoru mobilního telefonu.

Při návrhu jsem se potýkal s několika problémy. Největším z nich byl nedostatek informací v analogové oblasti mobilního telefonu. Po neúspěšné komunikaci s výrobcí mobilních telefonů jsem problém vyřešil experimentováním a měřením, a tak jsem dospěl k vlastním informacím. Dalším problémem bylo zvolení vhodné součástky pro galvanické oddělení a přenos signálu DTMF z telekomunikačních sítí do zařízení. Nejvhodnějším se zdál být faxmodemový transformátor, bohužel na našem trhu v kusovém množství nedostupný. Tento problém mi pomohla vyřešit japonská firma SUMIDA CORPORATION, která mi vyrobila několik kusů za symbolickou cenu. V případě reprodukovatelnosti ve větším

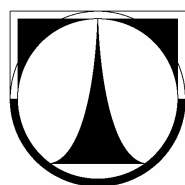
množství by neměli být žádné potíže. Posledním problémem byl nedostatečný výběr možných řídicích mikrokontroléru z důvodů omezení dostupným programátorem. Tento problém jsem vyřešil upgradem programátoru ve spolupráci s výrobcem, firmou MITE s.r.o.. Tímto jsem rozšířil možnosti programátoru a pro řízení zařízení jsem použil dva mikrokontroléry. Vedlo mě k tomu především ekonomické hledisko.

Zařízení by se dalo rozšířit kromě změny přenosové rychlosti komunikace o možnost rozšířit ovládání zařízení o ovládání po počítačové síti a to rozšířením navržené počítačové aplikace. Aplikaci by bylo nutné rozšířit o schopnost komunikace přes síťové rozhraní a bylo by zapotřebí navrhnout vhodný komunikační protokol.

Navržené zařízení je možné použít i pro ovládání přístrojů v domácnosti nebo i v průmyslu. Navržené zařízení lze vyrábět po udělení prohlášení o shodě (nařízení vlády č.169/1997 Sb. podle zákona č. 22/1997 Sb.).

## Použitá literatura

- [1] Svoboda J. *Telekomunikační technika Díl1*. Sdělovací technika, Praha 2000.
- [2] Svoboda J. *Telekomunikační technika Díl3*. Sdělovací technika, Praha 1999.
- [3] Novák O., Nouza J., Doležal I., Kolář M., Plíva Z. *Elektronika*. Skriptum TUL, Liberec 2001.
- [4] Vacek V., Vacková V. *Učebnice programování ATMEL s jádrem 8051*. BEN, Praha 2002.
- [5] Klůčik J., Fronc V. *Mikrokontroléry ATMEL s jádrem 8051*. BEN, Praha 2001.
- [6] Matoušek D. *Práce s mikrokontroléry ATMEL AT89S8252 2. díl*. BEN, Praha 2002
- [7] Kainka B. *Využití rozhraní PC*. HEL, Ostrava 1997.
- [8] Záhlava V. *Metodika návrhu plošných spojů*. ČVUT, Praha 2002
- [9] Pravda I. *Telekomunikační technika* [online]. Přednášky ČVUT [cit. 7.11.2005].  
Dostupné z: <<http://www.comtel.cz/vyuka/predmety/predinfo/prednaska>>.
- [10] Richter T. *Technologie pro mobilní komunikaci* [online]. [cit. 2.12. 2005].  
Dostupné z: <<http://tomas.richtr.cz/mobil/bunk-gsm.htm>>.
- [11] Doležal I. *Analogová elektronika* [online]. Přednášky TUL [cit. 18.10.2005].  
Dostupné z: <[http://www.fm.vslib.cz/~kes/pages/ae/ramce\\_main.html](http://www.fm.vslib.cz/~kes/pages/ae/ramce_main.html)>.
- [12] Novák O. *Číslicová elektronika* [online]. Přednášky TUL [cit. 21.10.2005].  
Dostupné z: <[http://www.fm.vslib.cz/~kes/pages/cie/ramce\\_main.html](http://www.fm.vslib.cz/~kes/pages/cie/ramce_main.html)>.
- [13] Jaksch I. *Číslicové měřicí systémy* [online]. Učební texty TUL [cit. 21.6.2005]  
Dostupné z: <<http://www.fm.vslib.cz/~kam/course/cmsm.htm>>.
- [14] *HW server představuje - RS-232* [online]. [cit. 18.10.2005].  
Dostupné z: <<http://www.hw.cz/projects/rs232>>.
- [15] *Telefonni-linky-v-CR-a-SR* [online]. [cit. 7.11. 2005].  
Dostupné z: <<http://www.hw.cz/Rozhrani/ART1104-Telefonni-linky-v-CR-a-SR.html>>.
- [16] Řehák J. *DTMF - fámy a skutečnost* [online]. [cit. 18.10.2005].  
Dostupné z: <[http://www.hw.cz/docs/dtmf/dtmf\\_doc.html](http://www.hw.cz/docs/dtmf/dtmf_doc.html)>.
- [17] *Konektory mobilních telefonů* [online]. [cit. 18.12. 2005].  
Dostupné z: <<http://bramo.pcsvet.net/mtkon.htm>>.
- [18] *Konektory, kabely, redukce* [online]. [cit. 18.12. 2005].  
Dostupné z: <<http://konektory.zde.cz>>.



# Přílohy



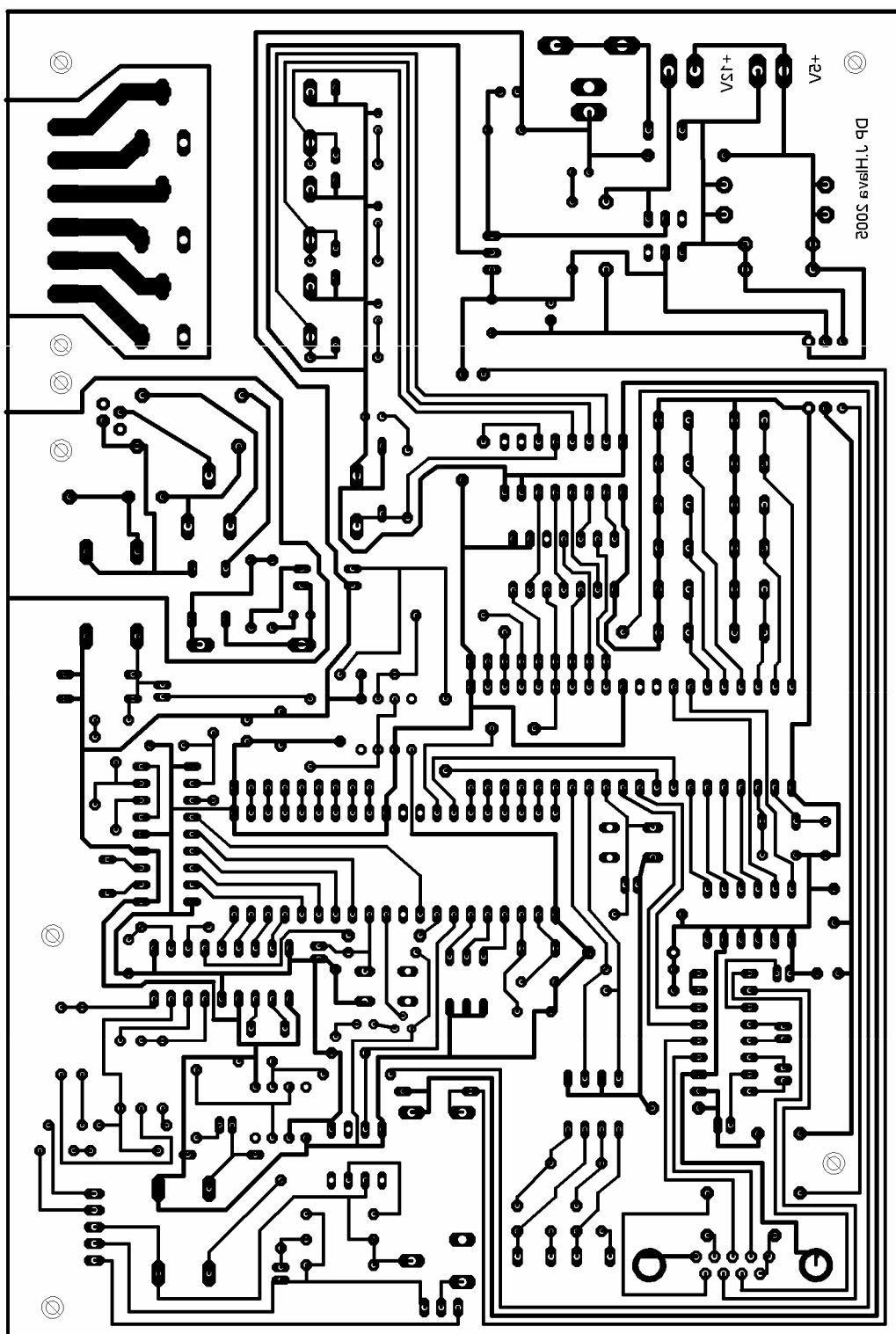
Schéma zapojení



## Rozpiska součástek

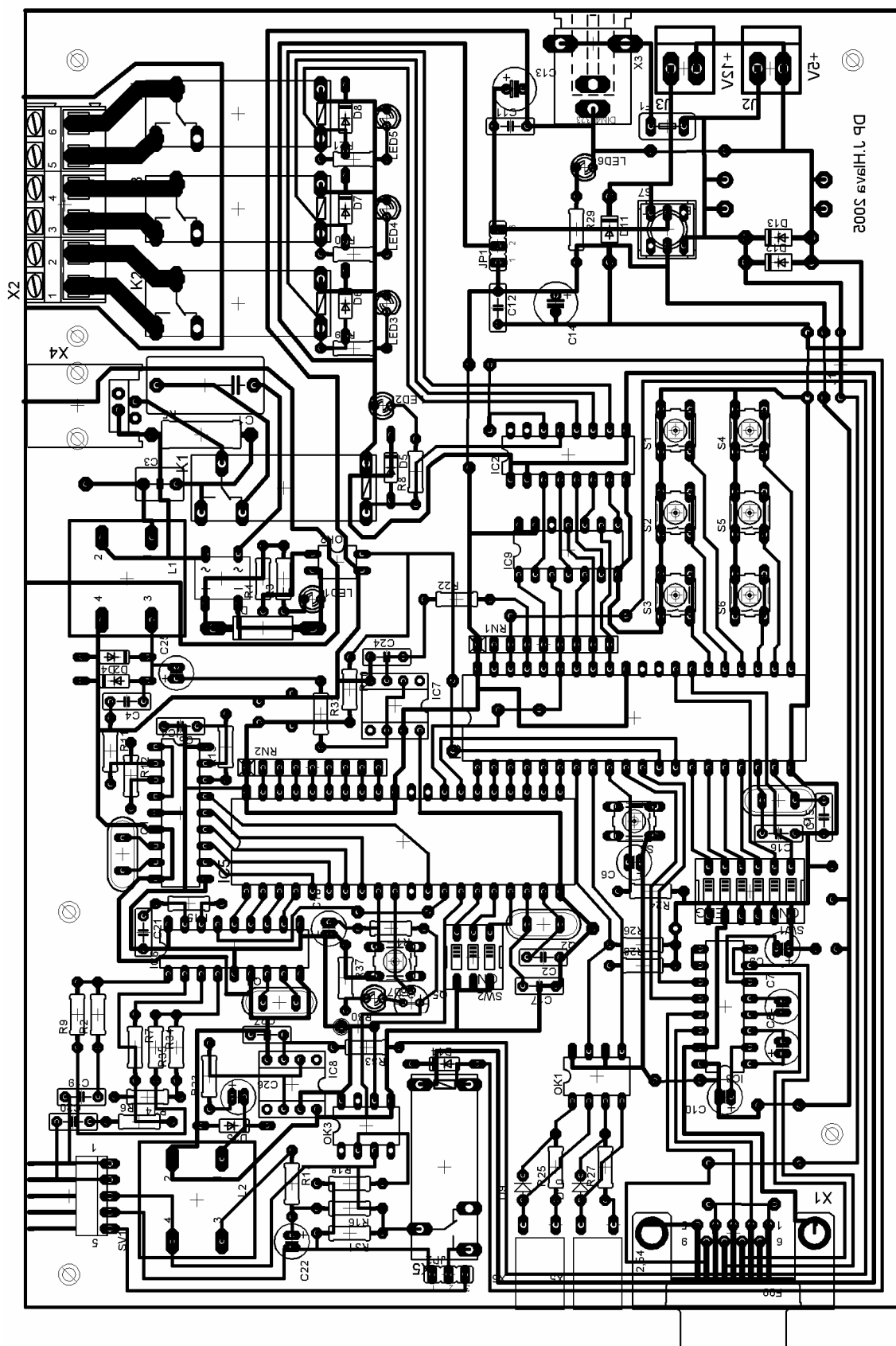
C1	330n/160V	J1	J10MM	R25	3k9/0,5W
C2	33p	J2	vstup pro napájení zařízení	R26	3k9
C3	1u/63V	J3	vstup pro napájení relé	R27	3k9/0,5W
C4	100n	JP1	3-piny 2,5mm	R28	3k9
C5	100n	JP2	3-piny 2,5mm	R29	1k5
C6	10u	K1	JS5-K	R30	100k
C7	10u/16V	K2	JS5-K	R31	47k
C8	10u/16V	K3	JS5-K	R32	220
C9	10u/16V	K4	JS5-K	R33	10k
C10	10u/16V	K5	JS5-K	R34	36k±0,5%
C11	100n	L1	EMIT 400I	R35	30k±0,5%
C12	100n	L2	EMIT 400I	R37	1.5k±0,5%
C13	100u/25V	LED1	LED3MM	RN1	8x10k
C14	100u/16V	LED2	LED3MM	RN2	8x10k
C15	33p	LED3	LED3MM	S1	mikrotlačítko 5mm
C16	33p	LED4	LED3MM	S2	mikrotlačítko 5mm
C17	33p	LED5	LED3MM	S3	mikrotlačítko 5mm
C18	10u	LED6	LED3MM	S4	mikrotlačítko 5mm
C19	100n	LED7	LED3MM	S5	mikrotlačítko 5mm
C20	100n	OK1	KB827	S6	mikrotlačítko 5mm
C21	100n	OK2	KB817	S7	mikrotlačítko s aretací
C22	1u	OK3	6N138	S8	mikrotlačítko 5mm
C24	100n	Q	24MHz	S9	mikrotlačítko 5mm
C25	4u7	Q1	3.579545 MHz	SV1	LD5P
C26	4u7	Q2	24MHz	SW1	DIP-6
C27	100n	Q4	3.579545 MHz	SW2	DIP-3
D1	B250	Q5	BS108	X1	CANNON 9 F
D2	1N4148	R1	10k	X2	AK300/6
D3	150V/5W	R2	100k±1%	X3	NEB1R
D4	1N4148	R3	47k/0,5W	X4	telefon. Konektor např. TZJ5344
D5	1N4148	R4	47k/0,5W	X5	WAF2600
D6	1N4148	R5	600/2W	X6	WAF2600
D7	1N4148	R6	100k±1%		
D8	1N4148	R7	100k±1%		
D9	1N4148	R8	1.5k		
D10	1N4148	R9	1.5k±0,5%		
D11	1N4001	R10	5k6		
D12	1N4001	R11	100k±1%		
D13	BZX85/6,3V	R12	180k±1%		
D14	1N4148	R13	300k±1%		
D15	1N4148	R14	30k±0,5%		
F1	PFRA.030	R15	300k±1%		
IC1	AT89S8252	R16	1k		
IC2	ULN2003A	R17	33k		
IC3	MAX232	R18	680		
IC4	MT8870	R19	1k5		
IC5	AT89C51	R20	1k5		
IC6	MT8870	R21	1k5		
IC7	TLC271	R22	10k		
IC8	TLC271	R23	220		
IC9	74HCT04N	R24	10k		

## Deska plošných spojů (pohled shora)



Měřítko 1:1

# Osazení součástek

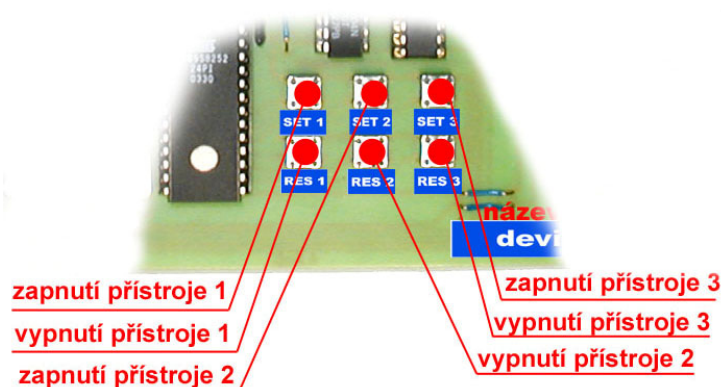


# Ovládání zařízení

## Ovládání tlačítka ze zařízení

Zařízení obsahuje 6 tlačítek pro ovládání přístrojů. Pro každý přístroj jedno na zapnutí a druhé na vypnutí.

### Ovládání ze zařízení



## Ovládání přístrojů po telefonní lince a mobilní síti

Přístroje jsou ovládány pomocí tlačítek telefonního přístroje nebo mobilního telefonu. V obou případech mají tlačítka stejné funkce. Funkce jednotlivých tlačítek telefonu jsou popsány v následující tabulce:

„ 1 “	zapíná první přístroj	„ 7 “	zapíná třetí přístroj
„ 2 “	testuje stav prvního přístroje	„ 8 “	testuje stav třetího přístroje
„ 3 “	vypíná první přístroj	„ 9 “	vypíná třetí přístroj
„ 4 “	zapíná druhý přístroj	„ * “	testuje externí vstup 1
„ 5 “	testuje stav druhého přístroje	„ 0 “	testuje externí vstup 2
„ 6 “	vypíná druhý přístroj	„ # “	zavěšuje telefonní linku nebo ukončuje hovor mobilního přístroje

Při uskutečnění spojení vyžaduje zařízení nejprve vložit třímístné číselné heslo. Uživatel má celkem dva pokusy správného vložení.

Pomocí DIP SW2 se nastavuje požadovaný čas trvalého vyzvánění mobilního telefonu k přijmutí příchozího hovoru.

## Nastavení přijmutí hovoru mobilního telefonu



DIP 1	DIP 2	DIP 3	Čas zvonění [s]
Off	Off	Off	3
Off	Off	On	5
Off	On	Off	7
Off	On	On	10
On	Off	Off	15
On	Off	On	20
On	On	Off	30
On	On	On	40

Pomocí DIP SW1 se nastavuje po kolikátém zazvonění telefonní linky se má linka zvednout a po jak dlouhém čase zavěsit, pokud bylo spojení přerušeno nebo účastník zapomněl zavěsit. Tento čas je použit i pro ukončení hovoru mobilního telefonu a to ze stejných důvodů jako u telefonní linky. Nastavení času ukončení hovoru mobilního telefonu je shodné s časem nastaveným pro zavěšení linky. DIP 1 a DIP 2 jsou zatím nevyužity.

## Nastavení zvednutí telefonní linky



DIP 3	DIP 4	DIP 5	Počet zazvonění
Off	Off	Off	2
Off	Off	On	3
Off	On	Off	4
Off	On	On	5
On	Off	Off	7
On	Off	On	10
On	On	Off	15
On	On	On	20

## Nastavení zavěšení linky a ukončení hovoru mobilu

DIP 6	Čas odpojení [s]
Off	15
On	30

Propojkou JP2 se nastavuje jaký typ propojení s mobilním telefonem je použit. Kolika vodiči je spojeno zařízení s mobilním telefonem. Buď čtyřmi vodiči nebo pěti vodiči.

## Nastavení propojení s mobilním telefonem

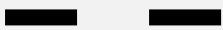



PIN	Počet vodičů
1-2	4
2-3	5

## Indikace stavů

Přímo na zařízení je pomocí LED indikováno celkem 7 stavů (*Obr. 2.46*). Napájení je indikováno LED 6 zelené barvy. LED 3 až 5 červené barvy indikují zapnutí přístrojů. Pokud LED nesvítí, přístroj je vypnut. Další dvě LED přísluší indikaci stavu telefonní linky. Pokud se na lince objeví signál vyzvánění, začne svítit žlutá LED 2 s periodou vyzvánění. V okamžiku kdy dojde ke zvednutí telefonní linky, tak se rozsvítí zelená LED 1. Stav mobilního telefonu koresponduje s napájením mikrofonního vstupu. Pokud žlutá LED 7 svítí přichází hovor nebo právě probíhá. Pokud je zařízení správně propojeno s mobilním telefonem čtyřmi vodiči a není uskutečňován žádný hovor, tak LEDka problikává s periodou asi 1s. Tím je signalizováno rozpoznávání zařízení. Pokud je použito pro spojení s mobilním telefonem pět vodičů, tak se LEDka rozsvítí jen při příchozím hovoru a dále svítí při probíhajícím hovoru.

Při ovládání pomocí telefonního přístroje nebo mobilního telefonu jsou uživatelé oznamováni stavy nebo signalizováni potvrzení kontrolními tóny. Zařízení odpovídá podle níže uvedené tabulky.

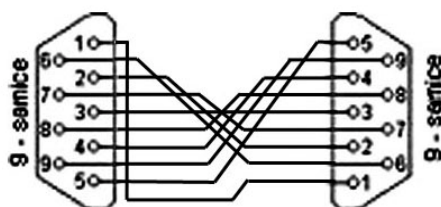
Kontrolní tón	Význam tónu
 (tón 250 ms, mezera 250 ms, tón 250 ms), tón cca 587 Hz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zvednutí telefonní linky</li> <li>• Přijmutí hovoru mobil. tel.</li> <li>• Správné vložení hesla</li> <li>• Zapnutí přístroje</li> <li>• Přístroj je zapnut</li> <li>• Externí vstup v log. 1</li> </ul>
 (tón 750 ms), tón cca 587Hz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nesprávné vložení hesla</li> <li>• Vypnutí přístroje</li> <li>• Přístroj je vypnut</li> <li>• Externí vstup v log. 0</li> </ul>



## Ovládání přístrojů z počítače

Popis ovládání přístroje z počítače je uveden v příloze *Manuál aplikace*.

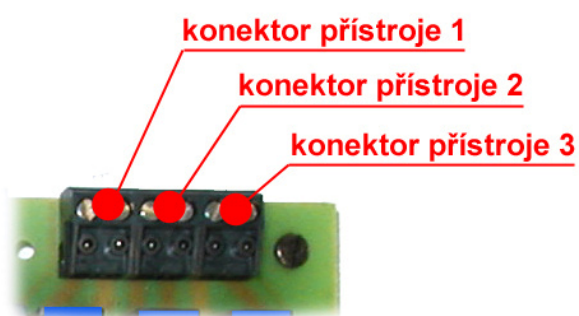
### Propojovací kabel s PC



## Vstupy a výstupy

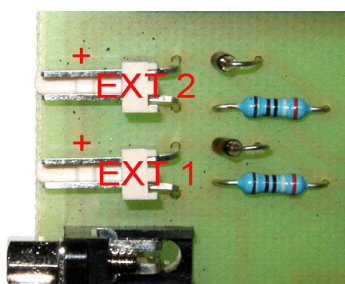
Přístroje se připojují k zařízení pomocí tří dvoudílných rozebíratelných svorkovnic X2 dimenzovaných na proud 10 A. Není tedy nutné neustále šroubovat kontakty na vodiče přístroje.

### Připojení přístrojů ke konektoru X2



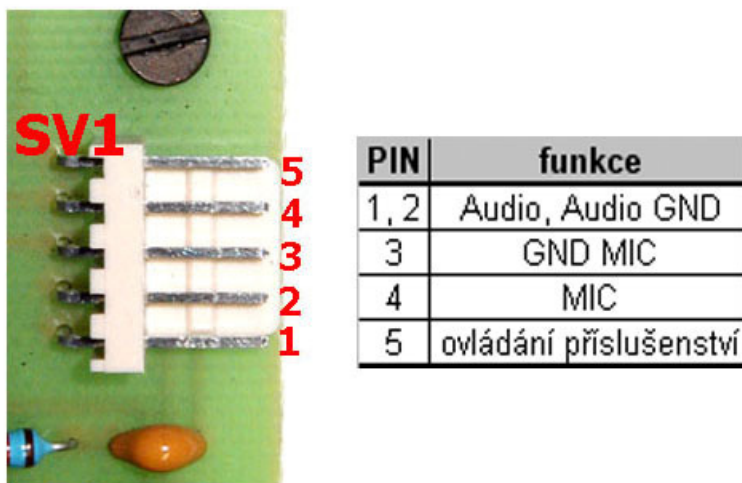
Externí vstupy se připojují konektory X5 a X6 nad konektorem sériového rozhraní RS-232 X1.

### Konektory externích vstupů



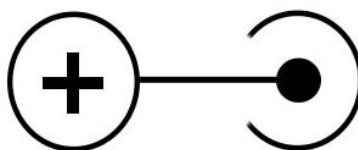
Telefonní linka je připojena přes standardní telefonní konektor X4 a mobilní telefon přes konektor SV1. Přičemž 1. a 2. pin konektoru SV1 jsou bez rozlišení polarity.

### Zapojení konektoru připojení mobilního telefonu



Napájení se připojuje standardním napájecím konektorem 5.5 mm X3 s kladným potenciálem ve středu. Pro možnost připojení zvláštního napájení relé je na plošném spoji připraven kontakt J3 včetně neosazeného obvodu tohoto napájení. Potom je pro tuto volbu nutné nastavit propojku JP1. V případě že budeme chtít napájet zařízení ze sériového rozhraní je potřeba zapojit propojku J1, ale v opačném případě ji nezapojujeme!!! Viz. příloha *Osazení součástek*.

### Zapojení konektoru napájení

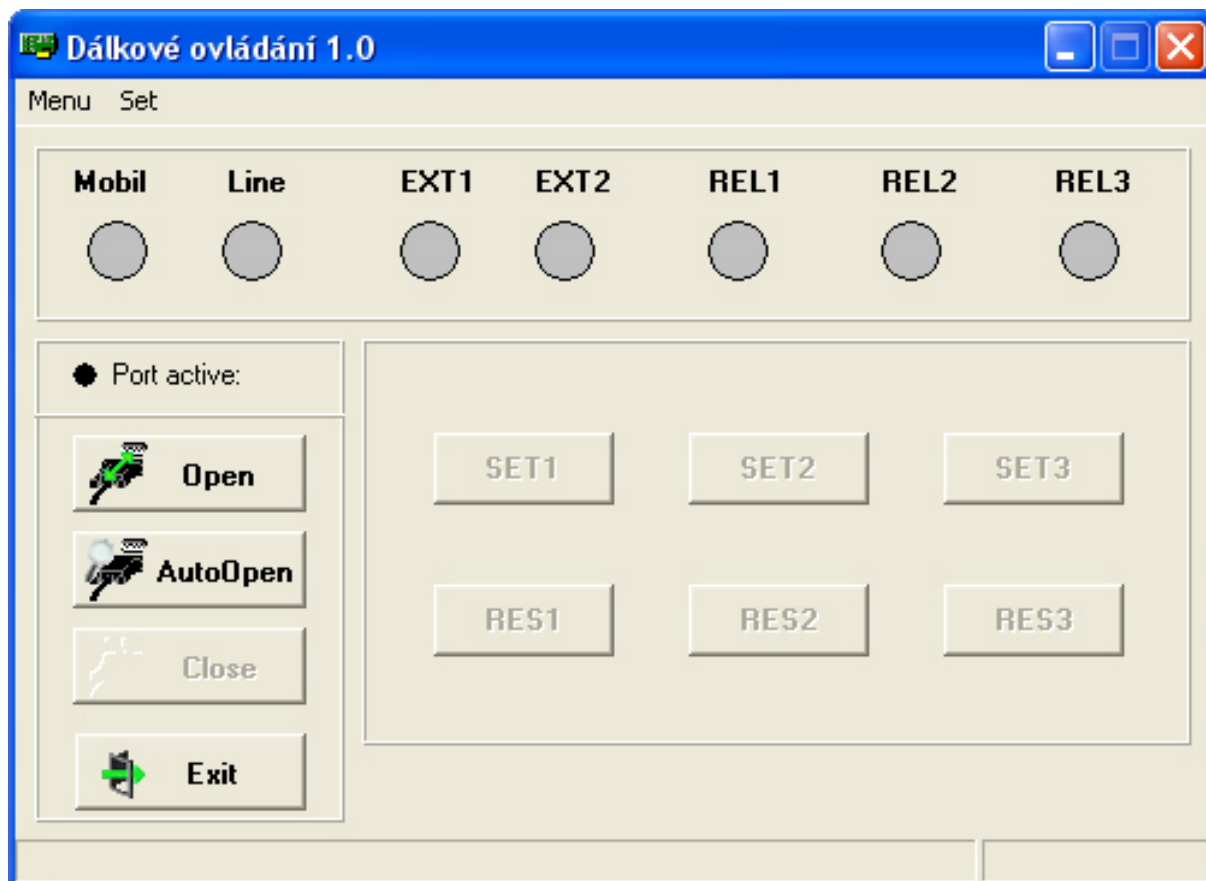


### Nastavení napájení relé – JP1

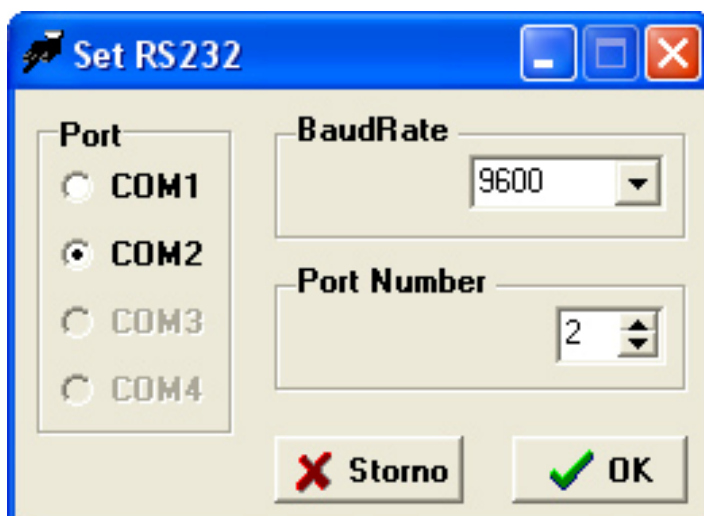
PIN	Napájení relé
1-2	Společné
2-3	Oddělené

# Manuál aplikace

Aplikaci spustíme souborem *Ovladani.exe*, který je uložen na CD-ROM ve složce *Aplikace*.

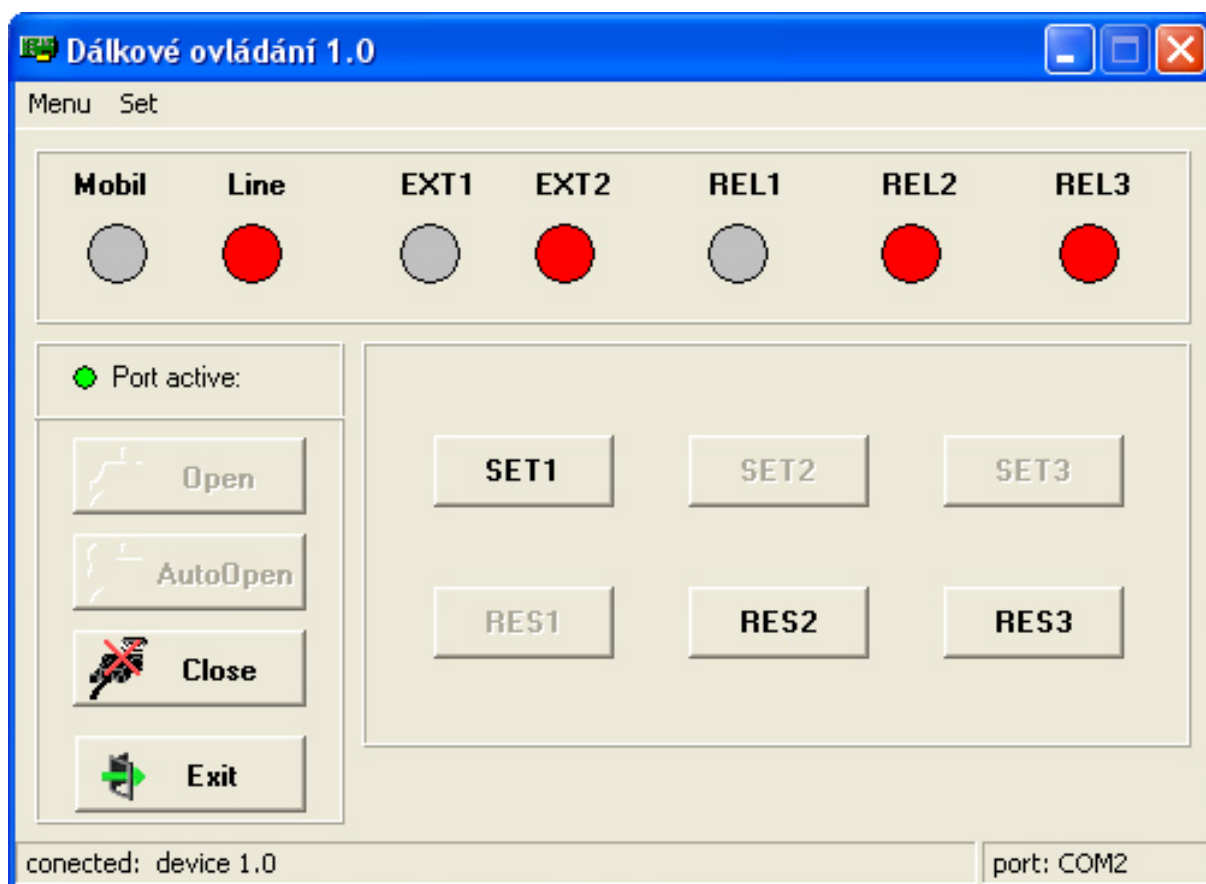


Před otevřením portu a spuštěním komunikace musíme nastavit vlastnosti přenosu. Formulář *Set RS232* pro nastavení komunikace spustíme v záložce *Set* nebo pomocí klávesové zkratky *Alt + S + R*.



Ve formuláři nastavení komunikace vybereme port, ke kterému je zařízení připojeno a zvolíme přenosovou rychlost v poli *BaudRate*. Zařízení v současné době umožňuje komunikaci jen na jedné přenosové rychlosti 9600 Bd. Jinak formulář před spuštěním zjistí počet portů v počítači. Port můžeme přitom nastavit kliknutím v poli *Port* nebo v poli *Port Number* zadáním čísla portu. Toto pole umožní zvolit port až do čísla 64. Pro ukončení formuláře beze změn klikneme na tlačítko *Storno* nebo zmáčkne klávesu *Esc*. Naopak pro uložení nastavení použijeme tlačítko *OK* nebo klávesu *Enter*.

Komunikaci započneme kliknutím na tlačítko *Open*, popřípadě v *Menu* nebo použitím zkratky *Alt+M+O*.

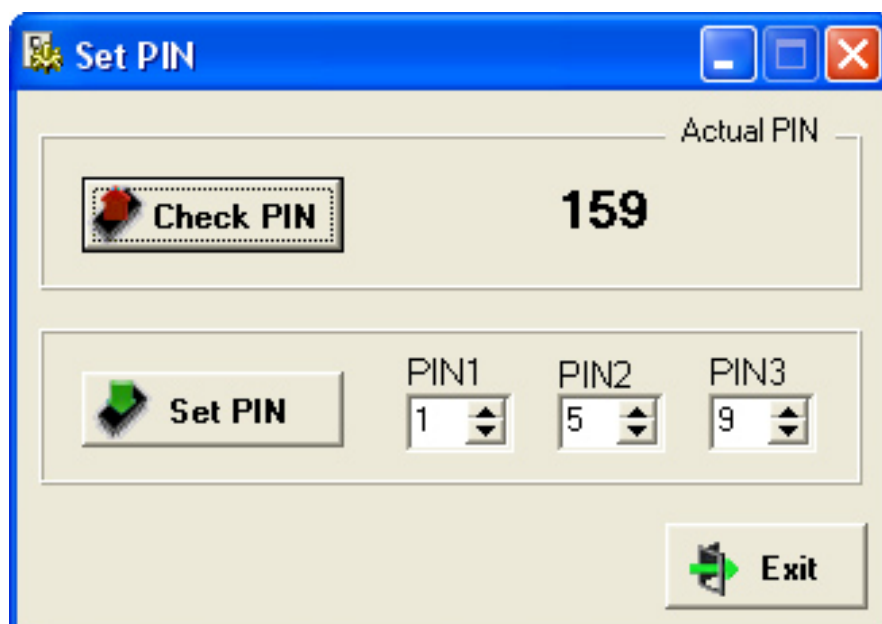


Pokud komunikace se zařízením probíhá správně zobrazí se ve spodním řádku název zařízení a číslo portu ke kterému je zařízení připojeno. V opačném případě se ve spodním řádku vypíše port, který se pokouší aplikace otevřít a v případě neúspěchu vypíše hlášení *No connect*. Komunikaci potom ukončíme tlačítkem *Close* nebo pomocí *Menu* popřípadě zkratkou *Alt+M+C*. Aplikaci můžeme zavřít čtyřmi způsoby. Tlačítkem *Exit*, pomocí *Menu* nebo zkratky *Alt + M + E* a nebo křížkem okna aplikace.

Pokud nevíme, ke kterému portu je zařízení připojeno můžeme využít funkce *AutoOpen*, která prohledá existující porty. Maximálně však čtyři. Pokud je zařízení k některému z nich připojeno, započne s ním komunikaci. V opačném případě vypíše hlášku *No detected*. Funkci *AutoOpen* spustíme stejnojmenným tlačítkem popřípadě pomocí *Menu* nebo zkratky *Alt + M + A*.

Při probíhající komunikaci vidíme stavy přístrojů pomocí světel *REL1*, *REL2*, *REL3*. Přičemž čísla odpovídají číslům ovládaných přístrojů. Dále jsou indikovány stavy externích vstupů světly *EXT1*, *EXT2* a stav telefonní linky světlem *Line* a mobilního telefonu světlem *Mobile*. Pokud je aktivní mobilní telefon, svítí *Mobile* a pokud je zvednutá telefonní linka, tak svítí *Line*. Přístroje zapínáme tlačítky *SET* a vypínáme tlačítky *RES*. Čísla odpovídají číslům přístrojů.

Pokud běží komunikace, můžeme spustit formulář *Set PIN*, ve kterém lze nastavovat přístupové heslo a nebo jej kontrolovat. Formulář spustíme v záložce *SET* nebo zkratkou *Alt + S + P*. Heslo zkontrolujeme tlačítkem *Check PIN* - potom se zobrazí v poli *Actual PIN*. Nastavujeme-li heslo nastavíme jednotlivá čísla hesla *PIN1* až 3 a odešleme do paměti zařízení pomocí tlačítka *Set PIN*. Je dobré potom provést kontrolu uloženého hesla pomocí funkce *Check PIN*. Formulář zavřeme tlačítkem *Exit* nebo křížkem okna.



# Příklady zapojení konektorů vybraných typů mobilních telefonů

**Ericsson 628, 688, 768, 788, 888, T10, T18, A1018**

PIN	Popis
1	vstupní napájení z nabíječky (+7,2V DC/0,6A)
2	Rx (TTL)
3	digitální GND
4	Tx (TTL)
5	výstup +5V
6	test - přepnutí do servisního režimu
7	MUTE
8	přepínání interní/externí mic a repro
9	analogová GND
10	
11	vstup pro externí mikrofon
12	výstup na externí reproduktor

**Ericsson T28, T20, R310, 520**

PIN	Popis
1	Audio to mobile station
2	Audio from mobile station & Ready to send
3	Clear to send & Mobile station on request
4	Data to mobile station (Rx)
5	Data from mobile station (Tx)
6	Accessory control to mobile station
7	Accessory control from mobile station & Portable handsfree sense
8	Audio signal GND & 0V reference
9	Flash memory voltage & Service
10	Digital GND
11	DC + pole for phone battery charging & External accessory powering

**Nokia 3210**

PIN	Zkratka	Popis
1	VIN	vstup pro nabíjení baterie 3,7V/355mA
2		
3	GND	zem nabíjení

PIN	Popis
1	3,7V/355mA
2	GND

PIN	Zkratka	Popis
1	MIC IN	mikrofonní vstup
2	Audio OUT	audio výstup
3	MIC GND	zem mikrofonu
4	Audio GND	zem audio výstupu

**Nokia 3310, 3410, 3510, 3510i**

PIN	Zkratka	Popis
1	VIN	3,7V/355mA
2	GND	GND

PIN	Popis
1	3,7V/355mA
2	GND

PIN	Zkratka	Popis
1	MIC IN	mikrofonní vstup
2	Audio OUT	audio výstup
3	MIC GND	zem mikrofonu
4	Audio GND	zem audio výstupu

**Nokia 5110, 6110, 6150, 6210, 7110**

PIN	Zkratka	Popis
1	VIN	Napájení nabíjení 8,4V DC/600mA
2	CHRG CTRL	PWM kontrola nabíjení
3	XMIC	Mikrofonní vstup
4	SGND	GND signálu sluchátek a mikrofonu
5	XEAR	Výstup na sluchátka
6	MBUS	Sběrnice MBus
7	FBUS RX	Sběrnice FBUS
8	FBUS TX	Sběrnice FBUS
9	LGND	GND digitální

**Nokia N9110 Communicator**

PIN	Popis
1	GND
2	vstup nabíjení
3	výstup pro řízení nabíjení
4	Rx
5	Tx
6	DTR
7	GND
8	GND příslušenství
9	externí sluchátko
10	externí mikrofon
11	MBUS
A	DC jack nabíjení
B	vstup pro externí anténu

**Nokia N9000 Communicator**

PIN	Popis
1	VCC
2	VCC
3	MBUS
4	Test
5	GND digitální
6	vstup externího mikrofonu
7	výstup externího sluchátka
8	Tx
9	Rx
10	GND příslušenství
11	GND nabíjení
12	GND nabíjení

**Siemens C25, C26, S25, S26, C35, S35, M35, M50**

PIN	Zkratka	Popis
1	GND	GND
2	SELF_SERVICE	Kontrola nabíjení
3	LOAD	Napájení nabíjení
4	BATTERY	Baterie
5	DATA OUT	Tx
6	DATA IN	Rx
7	Z_CLK	Kontrola příslušenství
8	Z_DATA	Kontrola příslušenství
9	MICG	GND mikrofonu
10	MICG	Vstup externího mikrofonu
11	AUD	GND sluchátka
12	AUDG	Výstup externího sluchátka

**Siemens A55, C55, S55, M55, SL55, x60**

PIN	Popis
1	Nabíjení baterie
2	GND digitální
3	Tx
4	Rx
5	Pull down
6	Pull down
7	Pull down
8	Pull up
9	Výstup externího sluchátka
10	GND mikrofonu
11	GND sluchátka
12	Vstup externího mikrofonu

**Siemens S6, S8, C10**

PIN	Popis
1	GND příslušenství
3	vstup externího mikrofonu
4	výstup externího sluchátka
7	Rx
9	GND digitální
15	Tx
16	napájení nabíjení



# Kompletní výpis řídicího programu hlavního mikrokontroléru (AT8928252)

```
; -----
; zdrojovy program hlavniho ridiciho procesoru AT89S8252 (AT-P)
; -----
; ver.1.0 (8.12.2005)
; program je navrzen pro krystal 24 MHz
; rychlost seriového přenosu je nastavena na 9600 Bd
; program předpokládá použití dekodéru s tabulkou kodu kompatibilní s tabulkou dekodéru firmy MITEL

$NOMOD51 ; vypnutí definice CPU
$INCLUDE (AT89S8252.H) ; vložení definice CPU AT89S8252

; -----
; blok definic adresových prostorů
; -----

NAME          OVLADANI ; nazev modulu

; -----EEPROM-----
EEPROM_SEG SEGMENT XDATA ; segment promenných v eeprom
    RSEG EEPROM_SEG
pin1:        DS      1 ; 1. číslo vstupního hesla v EEPROM
pin2:        DS      1 ; 2. číslo vstupního hesla v EEPROM
pin3:        DS      1 ; 3. číslo vstupního hesla v EEPROM

; -----ZASOBNÍK-----
STACK_SEG SEGMENT IDATA ; segment zásobníku
    RSEG STACK_SEG
STACK:       DS      40 ; vyhrazení 40byte pro zásobník

; -----DATA-----
VAR_SEG      SEGMENT DATA
    RSEG      VAR_SEG
DTMFdata:    DS      1 ; kod DTMF
pom:         DS      1 ; pomocná proměnná
pom1:        DS      1 ; pomocná proměnná
pom2:        DS      1 ; pomocná proměnná
pomINT0:     DS      1 ; pomocná proměnná
pomodp:      DS      1 ; pomocná proměnná pro výpočet času odpojení
pomodp1:     DS      1 ; pomocná proměnná pro výpočet času odpojení
pomHF:       DS      1 ; pomocná proměnná pro obsluhu handsfree
pomton:      DS      1 ; pomocná proměnná pro generování tónu
pomton1:     DS      1 ; pomocná proměnná pro generování tónu
pinpom:      DS      1 ; pomocná proměnná pro vkládání vstupního hesla
zvcislo:     DS      1 ; aktuálního čísla zazvonění
poczv:       DS      1 ; nastavení po kolikátém zvonění zvednout linku
caszav:      DS      1 ; čas odpojení při nečinnosti
pin1RAM:     DS      1 ; 1. číslo vstupního hesla v RAM
pin2RAM:     DS      1 ; 2. číslo vstupního hesla v RAM
pin3RAM:     DS      1 ; 3. číslo vstupního hesla v RAM
pin1Tx:      DS      1 ; 1. číslo vstupního hesla k odeslání po UART
pin2Tx:      DS      1 ; 2. číslo vstupního hesla k odeslání po UART
pin3Tx:      DS      1 ; 3. číslo vstupního hesla k odeslání po UART
pin1Rx:      DS      1 ; 1. číslo vstupního hesla z příjmu od UART
pin2Rx:      DS      1 ; 2. číslo vstupního hesla z příjmu od UART
pin3Rx:      DS      1 ; 3. číslo vstupního hesla z příjmu od UART
pokus:       DS      1 ; počet pokusu vložení vstupního hesla
ppin:        DS      1 ; počet vložených čísel vstupního hesla
TxFIFO:      DS      11 ; vysílací fronta znaku
PtrTxFIFO:   DS      1 ; ukazatel vysílací fronty znaku
Rx FIFO:     DS      5 ; přijímací fronta znaku
PtrRx FIFO:  DS      1 ; ukazatel přijímací fronty znaku
UARTdata:    DS      1 ; vysílaná data
tl01:        DS      1 ; kod tlac. 1 telefonního přístroje
tl02:        DS      1 ; kod tlac. 2 telefonního přístroje
tl03:        DS      1 ; kod tlac. 3 telefonního přístroje
tl04:        DS      1 ; kod tlac. 4 telefonního přístroje
tl05:        DS      1 ; kod tlac. 5 telefonního přístroje
tl06:        DS      1 ; kod tlac. 6 telefonního přístroje
tl07:        DS      1 ; kod tlac. 7 telefonního přístroje
tl08:        DS      1 ; kod tlac. 8 telefonního přístroje
tl09:        DS      1 ; kod tlac. 9 telefonního přístroje
tl0H:        DS      1 ; kod tlac. * telefonního přístroje
tl00:        DS      1 ; kod tlac. 0 telefonního přístroje
tl0K:        DS      1 ; kod tlac. # telefonního přístroje

BIT_SEG      SEGMENT BIT
    RSEG      BIT_SEG
noveDTMF:    DBIT     1 ; příznak nového DTMF
novyPIN:     DBIT     1 ; příznak přijetí nového vstupního hesla
delkaton:    DBIT     1 ; příznak délky tónu
jeton:       DBIT     1 ; příznak přítomnosti tónu
pinin:       DBIT     1 ; příznak vložení vstupního hesla
pinin1:      DBIT     1 ; příznak vložení 1. čísla vstupního hesla
pinin2:      DBIT     1 ; příznak vložení 2. čísla vstupního hesla
```

```

pinix1:      DBIT    1      ; pomocny priznak 1. vlozeni vstupniho hesla
pinix2:      DBIT    1      ; pomocny priznak 2. vlozeni vstupniho hesla
mobact:      DBIT    1      ; priznak aktivity mobilniho telefonu
odpojHF:     DBIT    1      ; priznak ukonceni hovoru mobilniho telefonu
filtrovani:  DBIT    1      ; priznak filtrovani zvoneni na telefonni linky
pripojeni:   DBIT    1      ; priznak ze se ma nejdrive pockat na zvednuti linky nebo
rijmuti hovoru,

nulovani:    DBIT    1      ; nez-li se zacne vysilat kontrolni ton
zvoneni      ; priznak nulovani poctu nacistanych zazvoneni pri prerusen

; ----- ZAPOJENI HARDWARE -----
kod          EQU     P1      ; prijem dekodovane DTMF z AT-S na P1
mob          BIT     P1.5    ; vstup zadosti zvednuti mobilu od AT-S
DTMF         BIT     P1.4    ; informacni bit prichazejiciho kodu DTMF z AT-S
exin1        BIT     P1.7    ; vstup externiho vstupu 1
exin2        BIT     P1.6    ; vstup externiho vstupu 2
zvedni       BIT     P0.4    ; vystup na rele zvednuti tel. linky
HF           BIT     P0.3    ; vystup na rele handsfree
signalHF     BIT     P0.1    ; vystup kontrolniho tonu pro mobil
signal       BIT     P0.2    ; vystup kontrolniho tonu pro tel. linku
rele1        BIT     P0.7    ; vystup na rele pristroje 1
rele2        BIT     P0.6    ; vystup na rele pristroje 2
rele3        BIT     P0.5    ; vystup na rele pristroje 3
clr1         BIT     P2.2    ; vstup tlac. vypnuti rele 1
clr2         BIT     P2.1    ; vstup tlac. vypnuti rele 2
clr3         BIT     P2.0    ; vstup tlac. vypnuti rele 3
set1         BIT     P2.5    ; vstup tlac. zapnuti rele 1
set2         BIT     P2.4    ; vstup tlac. zapnuti rele 2
set3         BIT     P2.3    ; vstup tlac. zapnuti rele 3
zvb2         BIT     P3.7    ; vstup 3.bitu nastaveni poczv
zvb1         BIT     P3.6    ; vstup 2.bitu nastaveni poczv
zvb0         BIT     P3.5    ; vstup 1.bitu nastaveni poczv
casb         BIT     P3.4    ; vstup bitu nastaveni caszav

; -----
; hlavni program
; -----

CSEG AT 0000h      ; absolutni segment programu
USING 0            ; registrova sada 0
JMP InitProg       ; skok na inicializaci programu

ORG 0003H          ; vektor preruseni IE0
JMP intzvoneni     ; skok na obsluhu preruseni od zvoneni tel. linky

ORG 000BH          ; vektor preruseni TF0
JMP intT0          ; skok na obsluhu preruseni casovace T0

ORG 0013H          ; vektor preruseni IE1
JMP intATS         ; skok na obsluhu preruseni od AT - S

ORG 001EH          ; vektor preruseni TF1
JMP intT1          ; skok na obsluhu preruseni od casovace T1

ORG 0023H          ; vektor preruseni od UARTu
JMP intUART        ; skok na obsluhu preruseni od serioveho kanalu

; inicializace mikrokontroleru
InitProg:
MOV SP,#STACK-1    ; nastaveni vrcholu zasobniku
MOV TMOD,#00010001B ; nastaveni modu casovace T0,T1
MOV TH1,#0F9H      ; naplneni casovace T1
MOV TL1,#1FH       ; definuje frekvenci signalu cca 587Hz
MOV PtrTxFIFO,#0    ; vyprazdneni vysilaci fronty
MOV PtrRxFIFO,#0    ; vyprazdneni vysilaci fronty
MOV caszav,#255     ; prvotni nastaveni
MOV poczv,#20       ; prvotni nastaveni
MOV ppin,#0         ; vynulovani poctu zadanych cisel pinu
MOV pokus,#0        ; vynulovani poctu pokusu o vlozeni pinu
CLR pinin           ; vymazani priznaku vlozeni vstupniho hesla
CLR mobact          ; vymazani priznaku aktivity mobilu
MOV zvcislo,#0      ; vymazani poctu nacistanych zazvoneni
SETB IT0            ; INT0 preruseni na sestupnou hranu
SETB EX0            ; povoleni preruseni od zvoneni linky
SETB ET0            ; povoleni preruseni od casovace T0
SETB ET1            ; povoleni preruseni od casovace T1
SETB IT1            ; INT1 preruseni na sestupnou hranu
SETB EX1            ; povoleni externiho preruseni INT1
SETB TCLK           ; nastaveni casovace T2 jako generatoru prenosove rychlost
SETB RCLK           ; rychlost prenosu 9600 Bd pro 24 MHz
MOV RCAP2H,#0FFH    ; prvotni naplneni casovace T2
MOV RCAP2L,#0B1H
MOV TH2,RCAP2H
MOV TL2,RCAP2L
SETB SM1            ; mod 1 serioveho prenosu
SETB REN            ; povoleni prijimace serioveho prenosu

```



```

        SETB     ES                                ; povoleni preruseni od serioveho prenosu
        SETB     TR2                              ; spusteni casovace T2

; kody tlacitek dekodery MITEL - prototyp
        MOV      t101,#0001b
        MOV      t102,#0010b
        MOV      t103,#0011b
        MOV      t104,#0100b
        MOV      t105,#0101b
        MOV      t106,#0110b
        MOV      t107,#0111b
        MOV      t108,#1000b
        MOV      t109,#1001b
        MOV      t10H,#1011b
        MOV      t100,#1010b
        MOV      t10K,#1100b

/*      MOV      t101,#0000b                ; kody tlacitek pro dekodery TOSHIBA
        MOV      t102,#0001b
        MOV      t103,#0010b
        MOV      t104,#0100b
        MOV      t105,#0101b
        MOV      t106,#0110b
        MOV      t107,#1000b
        MOV      t108,#1001b
        MOV      t109,#1010b
        MOV      t10H,#1100b
        MOV      t100,#1101b
        MOV      t10K,#1110b
*/

; zjisteni zda-li je jiz v pameti EEPROM ulozeno nejake vstupni heslo
; pokud ne, probehne prvotni naplneni pameti na vstupni heslo s cisly: 159
        MOV      WMCON,#00001000B                ; nastaveni EEMEN = vnitřni EEPROM, DPS = 0
        MOV      DPTR,#pin1
        MOVX     A,@DPTR
        MOV      WMCON,#00000000B                ; obsah EEPROM na adrese pin1 do stradace A
        CPL      A                                ; deaktivace vnitřni EEPROM
        ANL      A,#00001111B                     ; negace stradace (prazdna pamet EEPROM obsahuje FF)
        JNZ      initEEPROMend                     ; vymaskovani stradace
        ; pokud je nejaky pin v EEPROM skok na nacteni ulozeného v
tupniho hesla
        MOV      A,t101
        MOV      WMCON,#00011000B                ; povoleni zapisu EEMWE
        MOVX     @DPTR,A                          ; vlozeni kodu tlacitka 1 do EEPROM jako prvnioho cisla hes
a
        CALL     EEPROM_Delay                     ; pockat nez se provede zapis
        MOV      WMCON,#00000000B                ; deaktivace vnitřni EEPROM
        MOV      DPTR,#pin2
        MOV      A,t105
        MOV      WMCON,#00011000B
        MOVX     @DPTR,A                          ; vlozeni kodu tlacitka 5 do EEPROM jako druheho cisla hes
a
        CALL     EEPROM_Delay
        MOV      WMCON,#00000000B
        MOV      DPTR,#pin3
        MOV      A,t109
        MOV      WMCON,#00011000B
        MOVX     @DPTR,A                          ; vlozeni kodu tlacitka 9 do EEPROM jako trethioho cisla hes
a
        CALL     EEPROM_Delay
        MOV      WMCON,#00000000B

; nacteni vstupniho hesla z EEPROM do RAM
initEEPROMend: MOV      WMCON,#00001000B                ; nastaveni EEMEN = vnitřni EEPROM, DPS = 0
        MOV      DPTR,#pin1                      ; adresa 1. cisla vstupniho hesla
        MOVX     A,@DPTR
        MOV      pin1RAM,A                       ; presun 1. cisla hesla z EEPROM do RAM
        MOV      DPTR,#pin2
        MOVX     A,@DPTR
        MOV      pin2RAM,A                       ; presun 2. cisla hesla z EEPROM do RAM
        MOV      DPTR,#pin3
        MOVX     A,@DPTR
        MOV      pin3RAM,A                       ; presun 3. cisla hesla z EEPROM do RAM
        MOV      WMCON,#00000000B                ; deaktivace vnitřni EEPROM

        CLR      IE0                             ; vymazani preruseni od zvoneni
        CLR      IE1                             ; vymazani zadosti od preruseni do AT-S
        SETB     EA                             ; povoleni preruseni

Main:                                           ; hlavni smyčka programu

; pokud bylo prijato nove vstupni heslo, tak preved do RAM a uloz do EEPROM
        JNB      novyPIN,endNewPIN                ; pokud je nastaven priznak noveho hesla, proved kod cisel
hesla a ulozeni do EEPROM
        CLR      novyPIN                          ; vymazani priznaku noveho hesla
Page: 3    MOV      pinpom,pin1Rx                 ; nacteni 1. cisla hesla prijateho od UART

```

```

MOV    pinpom,pin2Rx
CALL   Find_pinRx
MOV    pin2RAM,pinpom                ; ulozeni prevedeneho 2.cisla hesla do RAM
MOV    pinpom,pin3Rx
CALL   Find_pinRx
MOV    pin3RAM,pinpom                ; ulozeni prevedeneho 3.cisla hesla do RAM
CLR     EA                           ; neprerusovat!!!
MOV    WMCON,#00001000B              ; nastaveni EEMEN = vnitrni EEPROM, DPS = 0
MOV    DPTR,#pin1                    ; adresa 1. cisla hesla
MOV    A,pin1RAM
MOV    WMCON,#00011000B              ; povoleni zapisu EEMWE
MOVX   @DPTR,A                      ; zapis 1. cisla hesla do EEPROM
CALL   EEPROM_Delay                  ; pockat nez se provede zapis
MOV    WMCON,#00000000B              ; deaktivace vnitrni EEPROM
MOV    DPTR,#pin2
MOV    A,pin2RAM
MOV    WMCON,#00011000B              ; zapis 2. cisla hesla do EEPROM
MOVX   @DPTR,A
CALL   EEPROM_Delay
MOV    WMCON,#00000000B
MOV    WMCON,#00001000B
MOV    DPTR,#pin3
MOV    A,pin3RAM
MOV    WMCON,#00011000B              ; zapis 3. cisla hesla do EEPROM
MOVX   @DPTR,A
CALL   EEPROM_Delay
MOV    WMCON,#00000000B
SETB   EA                           ; znovu povoleni preruseni

endNewPIN:

; nastaveni casu automatickeho odpojeni a poctu potrebnych zazvoneni k zvednuti podle DIPu
JNB    casb,jcas1                    ; nastaveni doby automatickeho odpojeni podle bitu casb
MOV    caszav,#58                    ; casb = 1, cas cca 15s
JMP    jcas2
jcas1: MOV    caszav,#116              ; casb = 0, cas cca 30s
jcas2: JB     zvb2,jzv4                ; nastaveni promenne poczv (po kolikatem zazvoneni zvednc
t)
JB     zvb1,jzv2
JB     zvb0,jzv1
MOV    poczv,#20                      ; kdyz zvb2 az zvb0 je 000, tak poczv 20
JMP    zvend
jzv1:  MOV    poczv,#15                ; kdyz zvb02 az zvb0 je 001, tak poczv 15
JMP    zvend
jzv2:  JB     zvb0,jzv3
MOV    poczv,#10                      ; kdyz zvb2 az zvb0 je 010, tak poczv 10
JMP    zvend
jzv3:  MOV    poczv,#7                 ; kdyz zvb2 az zvb0 je 011, tak poczv 7
JMP    zvend
jzv4:  JB     zvb1,jzv6
JB     zvb0,jzv5
MOV    poczv,#5                       ; kdyz zvb2 az zvb0 je 100, tak poczv 5
JMP    zvend
jzv5:  MOV    poczv,#4                 ; kdyz zvb2 az zvb0 je 101, tak poczv 4
JMP    zvend
jzv6:  JB     zvb0,jzv7
MOV    poczv,#3                       ; kdyz zvb2 az zvb0 je 110, tak poczv 3
JMP    zvend
jzv7:  MOV    poczv,#2                 ; kdyz zvb2 az zvb0 je 111, tak poczv 2
zvend:

; test ovladacich tlacitek
JB     set1,testset2                  ; test zmacknuti tlac. SET1
CLR    rele1                          ; zapnuti rele 1
testset2: JB     set2,testset3          ; test zmacknuti tlac. SET2
CLR    rele2                          ; zapnuti rele 2
testset3: JB     set3,testclr1          ; test zmacknuti tlac. SET3
CLR    rele3                          ; zapnuti rele 3
testclr1: JB     clr1,testclr2          ; test zmacknuti tlac. RES1
SETB   rele1                          ; vypnuti rele 1
testclr2: JB     clr2,testclr3          ; test zmacknuti tlac. RES2
SETB   rele2                          ; vypnuti rele 2
testclr3: JB     clr3,relend            ; test zmacknuti tlac. RES3
SETB   rele3                          ; vypnuti rele 3
relend:

; algoritmus obsluhy prijateho noveho kodu DTMF od AT-S
JMP    LineAlg                        ; pomocny skok
endLineAlg: JMP    Main                ; navrat do hlavni smycky programu
LineAlg: JNB    mobact,jmp1            ; je-li aktivni mobil nebo linka, otestuj priznak noveho k
du
JMP    vypend
jmpl1: JB     zvedni,endLineAlg        ; pokud neni aktivni ani jedno ukonci algoritmus obsluhy
vypend: JNB    noveDTMF,endLineAlg     ; test priznaku noveho kodu
CLR     noveDTMF                      ; vymazani priznaku noveho kodu

```

---

```

Page: 4      MOV    A,DTMFdata        ; vlozeni kodi di stradace k dalsimu zpracovani

```

```

; test zda-li se jedna o vkladani pristupoveho hesla a pripadne jeho verifikace
testpin:    JB    pinin,testtl01    ; bylo-li heslo vloženo, tak se jedna o kod ovladani
            INC    ppin            ; inkrementace poctu vlozenych cisel hesla
            JB    pinin2,testpin3    ; pokud bylo vloženo 2. cislo hesla, tak skok na test 3. c

sla hesla    JB    pinin1,testpin2    ; pokud bylo vloženo 1. cislo hesla, tak skok na test 2. c

sla hesla    JB    pinix1,tlend        ; skok pokud 1.cislo pinu jiz bylo vkladano
            SETB   pinix1            ; nastaveni priznaku pokusu o vloženi 1. cisla hesla
            CJNE   A,pin1RAM,pinend    ; skok pokud neodpovida DTMF kodu 1. cisla pinu
            SETB   pinin1            ; nastaveni priznaku uspesneho vloženi 1. cisla pinu
            JMP    tlend            ; ukonceni testu kodu
testpin2:    JB    pinix2,tlend        ; pokud 2.cislo hesla jiz bylo vkladano, tak konec verifik
ce hesla    SETB   pinix2            ; nastaveni priznaku pokusu o vloženi 2. cisla hesla
            CJNE   A,pin2RAM,pinend    ; pokud neodpovida kod DTMF kodu 2. cisla hesla, tak ukonc

verifikaci    SETB   pinin2            ; nastaveni priznaku uspesneho vloženi 2. cisla hesla
            JMP    tlend            ; ukonceni verifikace hesla
testpin3:    CJNE   A,pin3RAM,pinend    ; pokud neodpovida kod DTMF kodu 3. cisla hesla, tak konec
verifikace    SETB   pinin            ; nastaveni priznaku uspesneho vloženi celeho pinu
            SETB   delkaton            ; nastaveni kontrolniho tonu
            CALL   spusttton            ; generovani kontrolniho tonu
            JMP    tlend            ; ukonceni verifikace hesla
pinend:      INC    pokus            ; inkrementace poctu pokusu vloženi pristupoveho hesla
            JMP    tlend            ; ukonceni testu kodu

; test ktere tlacitko telefonu bylo zmacknuto
testtl01:    CJNE   A,tl01,testtl02    ; test zmacknuti tlac. 1
            CALL   nastav01            ; zapnuti rele 1
testtl02:    CJNE   A,tl02,testtl03    ; test zmacknuti tlac. 2

            CALL   test01            ; zjisti stavu rele 1
testtl03:    CJNE   A,tl03,testtl04    ; test zmacknuti tlac. 3

            CALL   vynuluj01            ; vypnuti rele 1
testtl04:    CJNE   A,tl04,testtl05    ; test zmacknuti tlac. 4
            CALL   nastav02            ; zapnuti rele 2
testtl05:    CJNE   A,tl05,testtl06    ; test zmacknuti tlac. 5
            CALL   test02            ; zjisti stavu rele 2
testtl06:    CJNE   A,tl06,testtl07    ; test zmacknuti tlac. 6
            CALL   vynuluj02            ; vypnuti rele 2
testtl07:    CJNE   A,tl07,testtl08    ; test zmacknuti tlac. 7
            CALL   nastav03            ; zapnuti rele 3
testtl08:    CJNE   A,tl08,testtl09    ; test zmacknuti tlac. 8
            CALL   test03            ; zjisti stavu rele 3
testtl09:    CJNE   A,tl09,testtl10H    ; test zmacknuti tlac. 9
            CALL   vynuluj03            ; vypnuti rele 3
testtl10H:   CJNE   A,tl10H,testtl100    ; test zmacknuti tlac. *
            CALL   test04            ; zjisti stavu externiho vstupu 1
testtl100:   CJNE   A,tl100,testtl10K    ; test zmacknuti tlac. 0
            CALL   test05            ; zjisti stavu externiho vstupu 2
testtl10K:   CJNE   A,tl10K,testend    ; test zmacknuti tlac. #
            CALL   odpoj

; ukonceni testu kodu
; otestovani zda byly vloženy vsechny cisla hesla nebo test neuspesneho pokusu vloženi hesla
tlend:      MOV    A,ppin
            CJNE   A,#3,testend        ; pokud nebyly vloženy 3 cisla hesla, tak navrat do hlavni
smycky a    MOV    ppin,#0            ; jinak vynulovani poctu vlozenych cisel hesla
            CLR    pinix1            ; vymazani priznaku pokusu vloženi 1.cisla hesla
            CLR    pinix2            ; vymazani priznaku pokusu vloženi 2.cisla hesla
            CLR    pinin1            ; vymazani priznaku spravneho vloženi 1. cisla hesla
            CLR    pinin2            ; vymazani priznaku spravneho vloženi 2. cisla hesla
            JB    pinin,testend        ; pokud bylo cele heslo vloženo spravne, tak navrat do hla
ni smycky, jinak    CLR    delkaton            ; nastaveni kontrolniho tonu nespravneho pokusu o vlazeni
esla        CALL   spusttton            ; generovani kontrolniho tonu
            MOV    A,pokus
            CJNE   A,#2,testend        ; pokud pocet neuspesnych pokusu vloženi hesla je roven 2,
tak        MOV    pokus,#0            ; vynulovani poctu pokusu vloženi hesla
            CLR    pinin            ; vymazani priznaku vloženi hesla
            CALL   odpoj            ; odpojeni a ukonceni hovoru
testend:    JMP    Main            ; navrat do hlavni smycky programu

;-----OBSLUZNE PROCEDURY-----

; obsluzna procedura preruseni od zvoneni telefonni linky
intzvoneni:  PUSH   ACC            ; ulozeni obsahu stradace
Page: 5      PUSH   PSW            ; a statusu CPU

```



```

        CJNE    A,poczv,jmpINT0      ; pokud je pocet nacistanych zazvoneni roven pozadovanemu,
ak zvednout tel. linku, jinak spustit filtrovani zvoneni
        MOV     zvcislo,#0           ; vynulovani poctu nacistanych zvoneni
        CLR     zvedni               ; zvednuti telefonni linky
        SETB    TR1                 ; aktivovani automatickeho odpojeni pri necinnosti nebo pr
ruseni spojeni
        SETB    delkaton             ; nastaveni kontrolniho tonu
        SETB    pripojeni           ; nastaveni priznaku, aby se kontrolni ton generoval az po
procesu zveduti tel. linky
        CALL    spustton             ; generovani kontrolniho tonu
        CLR     IE0                 ; vymazani preruseni od zvoneni tel. linky
        SETB    EX0                 ; povoleni preruseni od zvoneni tel. linky
        JMP     intzvend             ; ukonceni obsluhy preruseni
jmpINT0: SETB    filtrovani          ; nastaveni priznaku filtrovani
        MOV     TH0,#0
        MOV     TLO,#0
        SETB    TR0                 ; spusteni filtrovani
intzvend: POP     PSW                ; obnova statusu CPU
        POP     ACC                 ; a stradace
        RETI

; obsluhna procedura preruseni od casovace T0
; filtrovani pro odstraneni zakmitu zvoneni tel. linky
; vymazani poctu zazvoneni pri vestim intervalu mezi dvema zazvoneni nez cca 8s
; prijmuti prichoziho hovoru na mobilni telefon
intT0:   PUSH    ACC                ; ulozeni obsahu stradace
        PUSH    PSW                ; a statusu CPU
        CLR     TR0
        MOV     TH0,#0
        MOV     TLO,#0
        JB      mobact, jmpT02      ; pokud je mobil aktivni, tak skok na jeho obsluhu

; filtrovani zvoneni
        JNB     filtrovani,jmpT01   ; pokud neni aktivni filtrovani, testovat da-li aktivni nu
ovani nacistanych zvoneni
        INC     pom
        MOV     A,pom
        CJNE    A,#60,jmpT0        ; po dobu cca 2s od pocatku zvoneni blokovat preruseni od
voneni tel. linky
        CLR     filtrovani          ; vymazani priznaku, bylo odfiltrovano
        SETB    nulovani           ; zapnutinulovani poctu nacistanych zvoneni pri preruseni z
oneni
        MOV     pom,#0
        CLR     IE0                 ; vymazani preruseni od zvoneni tel. linky
        SETB    EX0                 ; znovu povoleni preruseni od zvoneni tel. linky
        JMP     jmpT01             ; skok na obsluhu nulovani
jmpT0:   SETB    TR0                ; pokracovat ve filtrovani zvoneni
        JMP     intT0end

; nulovani poctu nacistanych zvoneni pri preruseni zvoneni
jmpT01:  JNB     nulovani,intT0end   ; pokud neprobiha nulovani, tak ukoncit obsluhu preruseni
        SETB    TR0                ; zapnuti casovace pro proceduru nulovani
        INC     pom
        MOV     A,pom
        CJNE    A,#240,intT0end     ; pokud od posledniho zazvoneni uplynulo cca 8s, tak
        MOV     zvcislo,#0          ; vynulovani poctu nacistanych zazvoneni
        MOV     pom,#0
        CLR     nulovani           ; ukonceni procedury nulovani
        CLR     TR0
        MOV     TH0,#0
        MOV     TLO,#0
        JMP     intT0end            ; ukonceni procedury obsluhy preruseni

; prijmuti prichoziho hovoru mobilu
jmpT02:  JB      odpojHF,jmpT03      ; rozhodnuti zda-li se ma hovor prijmut nebo ukoncit
        INC     pomHF
        MOV     A,pomHF
        CJNE    A,#15,jmpT0        ; zapnuti rele handsfree na cca 0.5s
        MOV     pomHF,#0
        SETB    HF                  ; uvolneni MIC handsfree
        SETB    TR1                 ; spusteni automatickeho odpojeni
        SETB    delkaton           ; nastaveni kontrolniho tonu
        SETB    pripojeni          ; priznak povoleni generovani tonu az po prijmuti hovoru
        CALL    spustton           ; generovani kontrolniho tonu
        JMP     intT0end

; ukonceni hovoru mobilu - uvolneni handsfree
jmpT03:  INC     pomHF
        MOV     A,pomHF
        CJNE    A,#15,jmpT0        ; zapnuti rele HF na cca 0.5s
        CLR     odpojHF
        SETB    HF                  ; uvolneni MIC handsfree
        MOV     pomHF,#0
        CLR     IE0                 ; vymazani preruseni od zvoneni tel. linky
        SETB    EX0                 ; znovupovoleni preruseni od zvoneni tel. linky

```

```

        RETI

; obslužna procedura preruseni od AT - S (kod nove DTMF nebo zadost prijmuti hovoru mobilu)
intATS:    PUSH    ACC                ; ulozeni obsahu stradace
           PUSH    PSW                ; a statusu CPU
           JB      mob,jmpATS2        ; obsluha linky nebo mobilu? mob = '1' mobilu, mob = '0' l
nky
           JNB     DTMF,endATS        ; pokud neni novy kod DTMF, tak ukonceni obslužne procedur
           preruseni

; obsluha prijmuti kodu DTMF z linky
           CLR     TR1                ; zastaveni casovani automatickeho odpojeni
           MOV     TH1,#0F9H
           MOV     TL1,#1FH
           MOV     pomodp,#0
           MOV     pomodp1,#0
           MOV     A,P1
           ANL     A,#0FH              ; vymaskovani kodu DTMF z portu P1
           MOV     DTMFdata,A         ; ulozeni nove DTMF do DTMFdata
           SETB    TR1                ; nastaveni priznaku noveho DTMF
           SETB    TR1                ; znovu aktivovani automat. odpojeni
           JMP     endATS

jmpATS2:   JNB     DTMF,jmpATS1        ; zvednuti mobilu nebo DTMF z mobilu DTMF '0' zvednuti, l
MF '1' DTMF

; obsluha prijmuti kodu DTMF z mobilu
           CLR     TR1                ; zastaveni casovani odpojeni
           MOV     TH1,#0F9H          ; naplneni casovace T1
           MOV     TL1,#1FH          ; definuje frekvenci signalu cca 568Hz
           MOV     pomodp,#0
           MOV     pomodp1,#0
           MOV     A,kod
           ANL     A,#0FH              ; vymaskuje kod DTMF z portu
           MOV     DTMFdata,A         ; ulozeni kodu nove DTMF do DTMFdata
           SETB    TR1                ; nastaveni priznaku prijeti noveho kodu DTMF
           SETB    TR1                ; znovu aktivovani automat. odpojeni
           JMP     endATS              ; konec obslužne procedury preruseni

; obsluha prijmuti prichozihohovoru mobilu
jmpATS1:   CLR     EX0                ; zakazani preruseni od zvoneni linky
           MOV     zvcislo,#0         ; vynulovani nacistanych zvoneni tel. linky
           SETB    mobact             ; nastaveni priznaku aktivity mobilu
           CLR     HF                  ; zkratuje MIC
           MOV     TH0,#0
           MOV     TL0,#0
           MOV     pomHF,#0
           SETB    TR0                ; spusteni uvolneni rele handsfree - prijmuti hovoru
endATS:    POP     PSW                ; obnova statusu CPU
           POP     ACC                ; a stradace
           RETI

; obslužna procedura preruseni od casovace T1
; automaticke odpojeni po urcite dobe nepritomnosti nove DTMF (necinnosti nebo preruseni spojeni) jak link
; tak mobilu
; generovani kontrolniho signalu
intT1:     PUSH    ACC                ; ulozeni obsahu stradace
           PUSH    PSW                ; a statusu CPU
           CLR     TR1                ; zastaveni casovace T1
           MOV     TH1,#0F9H          ; naplneni casovace T1
           MOV     TL1,#1FH          ; definujici frekvenci signalu cca 587Hz (D2)
           JB      jton,jton          ; skok na obsluhu generovani tonu ma-li byt generovan, jin
           k vypocet casu odpojeni

; vypocet casu odpojeni
           INC     pomodp
           MOV     A,pomodp
           CJNE    A,#255,jvyp
           MOV     pomodp,#0
           INC     pomodp1
           MOV     A,pomodp1
           CJNE    A,caszav,jvyp      ; pokud je cas od posledniho prijateho DTMF kodu roven nas
           avenemu, tak
           MOV     pomodp1,#0
           CLR     TR1                ; zastaveni odpoctu automatickeho odpojeni
           MOV     TH1,#0F9H
           MOV     TL1,#1FH
           CALL    odpoj              ; zaveseni linky nebo ukonceni hovoru mobilu
           JMP     tonend              ; konec obsluhy preruseni
jvyp:      SETB    TR1                ; pokracuj v nacistani casu od posledniho prijateho kodu
           JMP     tonend              ; konec obsluhy preruseni

; generovani kontrolniho tonu zaroven do mobilu i linky ... nerusi se to
jton:      SETB    TR1                ; spusteni generovani

```

```

MOV      A,pom2
CJNE     A,#255,tonend
CLR      pom2,#0

; generovani kontrolniho tonu
jton9:   INC      pomton
MOV      A,pomton
CJNE     A,#5,jton0
MOV      pomton,#0
INC      pomton1
jton0:   MOV      A,pomton1
CJNE     A,#200,jton1
jton1:   JNC      jtone
CJNE     A,#50,jton2
jton2:   JNC      jton3
JMP      tonend
jton3:   CJNE     A,#100,jton4
jton4:   JNC      jton5
CPL      signal
CPL      signalHF
JMP      tonend
jton5:   CJNE     A,#150,jton6
jton6:   JNC      jton8
JB       delkaton,jton7
CPL      signal
CPL      signalHF
JMP      tonend
jton7:   CLR      signal
CLR      signalHF
JMP      tonend
jton8:   CPL      signal
CPL      signalHF
JMP      tonend

; ukonceni generovani tonu
jtone:   MOV      pomton1,#0
CLR      signal
CLR      signalHF
CLR      jeton
CLR      TRI
MOV      TH1,#0F9H
MOV      TL1,#1FH
MOV      pomodp,#0
MOV      pomodp1,#0
SETB     TRI

tonend:   POP      PSW
POP      ACC
RETI

; obsluhova procedura preruseni od UART - seriového přenosu
intUART: PUSH     ACC
PUSH     PSW
JB        RI,jmpPRI
JMP       TestTI
jmpPRI:   CLR      RI
MOV      A,PtrRxFIFO
CJNE     A,#0,jmpRI2
JMP       jmpRI3
jmpRI2:   JMP       TestTI

; příjem
jmpRI3:   INC      PtrRxFIFO
MOV      A,#RxFIFO-1
ADD      A,PtrRxFIFO
MOV      R0,A
MOV      A,SBUF
MOV      @R0,A
MOV      A,PtrRxFIFO
CJNE     A,#1,jmpPtrRx5
MOV      A,RxFIFO
CJNE     A,'#q',jmpDelRx
JMP       EndUART
jmpPtrRx5: CJNE     A,#5,jmpPtrRx2
JMP       jmpRxPIN
jmpPtrRx2: CJNE     A,#2,jmpPtrRx2pom
JMP       TestRx2B
jmpDelRx: MOV      PtrRxFIFO,#0
MOV      RxFIFO,#0

jmpPtrRx2pom: JMP     EndUART

; vyhodnocení příjmu 2. bytu
TestRx2B: MOV      A,RxFIFO+1

```



```

        CJNE    A,#13,TestSetR1      ; pokud je 2. byte enter, tak
        JMP     setUART              ; vyslani odpovedi
TestSetR1: CJNE    A,'#1',TestSetR2   ; pokud je to znak '1', tak
        CLR     rele1                ; zapnuti rele1
        JMP     setUART              ; vyslani odpovedi
TestSetR2: CJNE    A,'#2',TestSetR3   ; pokud je to znak '2', tak
        CLR     rele2                ; zapnuti rele2
        JMP     setUART              ; vyslani odpovedi
TestSetR3: CJNE    A,'#3',TestResR1   ; pokud je to znak '3', tak
        CLR     rele3                ; zapnuti rele3
        JMP     setUART              ; vyslani odpovedi
TestResR1: CJNE    A,'#4',TestResR2   ; pokud je to znak '4', tak
        SETB    rele1                ; vypnuti rele1
        JMP     setUART              ; vyslani odpovedi
TestResR2: CJNE    A,'#5',TestResR3   ; pokud je to znak '5', tak
        SETB    rele2                ; vypnuti rele2
        JMP     setUART              ; vyslani odpovedi
TestResR3: CJNE    A,'#6',TestPinQ    ; pokud je to znak '6', tak
        SETB    rele3                ; vypnuti rele3
        JMP     setUART              ; vyslani odpovedi
TestPinQ:  CJNE    A,'#p',TestRxs     ; pokud je to znak 'p', tak
        JMP     setUARTpin           ; vyslani odpovedi
TestRxs:   CJNE    A,'#s',jmpDelRx    ; pokud je 2. byte znak 's' konec testu 2. byte, jinak vym
z frontu i s ukazatelem
        JMP     EndUART              ; konec obsluhy UART

; vyhodnoceni prijmu 5 bytu
jmpRxPIN:  MOV     A,RxFIFO+1
        CJNE    A,'#s',jmpDelRx      ; pokud 2. byte neni znak 's', tak smaz frontu znaku i s u
azatelem
        MOV     pin1Rx,RxFIFO+2      ; ulozeni 1. cislo hesla do pameti
        MOV     pin2Rx,RxFIFO+3      ; ulozeni 2. cislo hesla do pameti
        MOV     pin3Rx,RxFIFO+4      ; ulozeni 3. cislo hesla do pameti
        SETB    novyPIN              ; nastaveni priznaku prijati noveho vstupniho hesla
        JMP     jmpDelRx             ; vymazani fronty a ukazatele

; priprava 4 byte k odeslani - pin
setUARTpin: MOV     PTrRxFIFO,#0      ; vynulovani ukazatele fronty prijimanych znaku
        MOV     RxFIFO,#0            ; vymazani 1. bytu

        MOV     RxFIFO+1,#0          ; vymazani 2. bytu
        MOV     pinpom,pin1RAM       ; nacteni kodu 1. cisla hesla
        CALL    Find_pinTx           ; nalezeni dek. cisla hesla
        MOV     pin1Tx,pinpom        ; ulozeni dek. cisla hesla k odeslani
        MOV     pinpom,pin2RAM       ; nacteni kodu 2. cisla hesla
        CALL    Find_pinTx           ; nalezeni dek. cisla hesla
        MOV     pin2Tx,pinpom        ; ulozeni dek. cisla hesla k odeslani
        MOV     pinpom,pin3RAM       ; nacteni kodu 3. cisla hesla
        CALL    Find_pinTx           ; nalezeni dek. cisla hesla
        MOV     pin3Tx,pinpom        ; ulozeni dek. cisla hesla k odeslani
        MOV     PTrTxFIFO,#4         ; nastaviti ukazatel fronty vysilani na 4 byte
        MOV     TxFIFO,pin3Tx        ; znak 3. cisla hesla do fronty k odeslani
        MOV     TxFIFO+1,pin2Tx      ; znak 2. cisla hesla do fronty k odeslani
        MOV     TxFIFO+2,pin1Tx      ; znak 1. cisla hesla do fronty k odeslani
        MOV     TxFIFO+3,'#p'        ; znak p do fronty k odeslani
        SETB    TI                   ; spusteni vysilace
        JMP     TestTI

; priprava 11 byte k odeslani, nazev + stav
setUART:   MOV     PTrTxFIFO,#0      ; vynulovani ukazatele fronty prijimanych znaku
        MOV     RxFIFO,#0            ; vymazani 1. bytu

        MOV     RxFIFO+1,#0          ; vymazani 2. bytu
        MOV     PTrTxFIFO,#11        ; nastaveni ukazatele fronty vysilani na 11 byte
        MOV     TxFIFO,'#0'          ; znaky nazvu do fronty vysilanych znaku
        MOV     TxFIFO+1,'#.'
        MOV     TxFIFO+2,'#1'
        MOV     TxFIFO+3,'# '
        MOV     TxFIFO+4,'#e'
        MOV     TxFIFO+5,'#c'
        MOV     TxFIFO+6,'#i'
        MOV     TxFIFO+7,'#v'
        MOV     TxFIFO+8,'#e'
        MOV     TxFIFO+9,'#d'
        MOV     UARTdata,#0          ; vymazani dat stavu k odeslani
        JNB     mobact,testline      ; test aktivity mobilu
        ORL     UARTdata,#1000000b   ; nastaveni bitu stavu mobilu
testline:  JB     zvedni,testexin2    ; test pripojeni k tel.lince
        ORL     UARTdata,#1000000b   ; nastaveni bitu stavu zvednuti telefonni linky
testexin2: JNB     exin2,testexin1    ; test stavu externiho vstupu 2
        ORL     UARTdata,#10000b     ; nastaveni bitu stavu ext 2
testexin1: JNB     exin1,testrele3    ; test stavu externiho vstupu 1
        ORL     UARTdata,#1000b      ; nastaveni bitu stavu ext 1
testrele3: JB     rele3,testrele2     ; test zapnuti rele 3
        ORL     UARTdata,#100b       ; nastaveni bitu stavu rele 3
testrele2: JB     rele2,testrele1     ; test zapnuti rele 2

```

```

testrele1:    JB      rele1,jmprele1          ; test zapnuti rele 1
              ORL      UARTdata,#1b          ; nastaveni bitu satvu rele 1
jmprele1:    MOV      A,UARTdata              ;
              ADD      A,#30H                 ; prevod dat na ASCII znaky
              MOV      TxFIFO+10,A            ; stavovy byte do fronty vysilanych znaku
              SETB     TI                     ; spusteni vysilace

; odeslani
TestTI:      JNB      TI,EndUART              ; test preruseni od vysilani
              CLR      TI                     ; vymazani priznaku preruseni od vysilace
              MOV      A,PtrTxFIFO
              CJNE     A,#0,posli              ; test konce vysilani
              JMP      EndUART                 ; ukonceni obsluhy peruseni
posli:      ADD      A,#TxTxFIFO-1            ; vypocet aktualniho znaku
              MOV      R0,A                     ; prenos adresy
              MOV      SBUF,@R0                ; odvysilani znaku
              DEC      PtrTxTxFIFO             ; dekrementace ukazatele fronty vysilani

EndUART:     POP      PSW                     ; obnova statusu CPU
              POP      ACC                     ; a stradace
              RETI

; obsluzna procedura prevadejici kod tlacitka na dek. cislo vstupniho hesla odpovidajici tlacitku
Find_pinTx:  MOV      A,pinpom
              ANL      A,#0FH
              CJNE     A,t101,jmpTx02
              MOV      pinpom,#'1'
              JMP      EndFind_pinTx
jmpTx02:     CJNE     A,t102,jmpTx03
              MOV      pinpom,#'2'
              JMP      EndFind_pinTx
jmpTx03:     CJNE     A,t103,jmpTx04
              MOV      pinpom,#'3'
              JMP      EndFind_pinTx
jmpTx04:     CJNE     A,t104,jmpTx05
              MOV      pinpom,#'4'
              JMP      EndFind_pinTx
jmpTx05:     CJNE     A,t105,jmpTx06
              MOV      pinpom,#'5'
              JMP      EndFind_pinTx
jmpTx06:     CJNE     A,t106,jmpTx07
              MOV      pinpom,#'6'
              JMP      EndFind_pinTx
jmpTx07:     CJNE     A,t107,jmpTx08
              MOV      pinpom,#'7'
              JMP      EndFind_pinTx
jmpTx08:     CJNE     A,t108,jmpTx09
              MOV      pinpom,#'8'
              JMP      EndFind_pinTx
jmpTx09:     CJNE     A,t109,jmpTx00
              MOV      pinpom,#'9'
              JMP      EndFind_pinTx
jmpTx00:     CJNE     A,t100,EndFind_pinTx
              MOV      pinpom,#'0'
EndFind_pinTx: RET

; obsluzna procedura pro prevod dek. cisla vstupniho hesla na kod tlacitka odpovidajici tomuto cislu
Find_pinRx:  MOV      A,pinpom
              CJNE     A,#'1',jmpRx02
              MOV      pinpom,t101
              JMP      EndFind_pinRx
jmpRx02:     CJNE     A,#'2',jmpRx03
              MOV      pinpom,t102
              JMP      EndFind_pinRx
jmpRx03:     CJNE     A,#'3',jmpRx04
              MOV      pinpom,t103
              JMP      EndFind_pinRx
jmpRx04:     CJNE     A,#'4',jmpRx05
              MOV      pinpom,t104
              JMP      EndFind_pinRx
jmpRx05:     CJNE     A,#'5',jmpRx06
              MOV      pinpom,t105
              JMP      EndFind_pinRx
jmpRx06:     CJNE     A,#'6',jmpRx07
              MOV      pinpom,t106
              JMP      EndFind_pinRx
jmpRx07:     CJNE     A,#'7',jmpRx08
              MOV      pinpom,t107
              JMP      EndFind_pinRx
jmpRx08:     CJNE     A,#'8',jmpRx09
              MOV      pinpom,t108
              JMP      EndFind_pinRx
jmpRx09:     CJNE     A,#'9',jmpRx00
              MOV      pinpom,t109
              JMP      EndFind_pinRx

```



```

jmpRx00:      CJNE    A,#'0',EndFind_pinRx
              MOV     A,pinpom,t100
EndFind_pinRx: RET

; procedura cekani na ukonceni zapisu do EEPROM
EEPROM_Delay: MOV     A,WMC0N
              ANL     A,#00000010B      ; vymaskovani bitu RDY/BSY indikace zapisu do EEPROM
              JZ      EEPROM_Delay      ; cekej dokud probiha zapis do EEPROM
              RET

; procedura zapnuti rele 1
nastav01:     CLR     rele1              ; zapnuti rele 1
              SETB    delkaton          ; nastaveni tonu zapnuti
              CALL    spustton          ; generovani tonu
              RET

; procedura vypnuti rele 1
vynuluj01:    SETB    rele1              ; vypnuti rele 1
              CLR     delkaton          ; nastaveni tonu vypnuti
              CALL    spustton          ; generovani tonu
              RET

; procedura zapnuti rele 2
nastav02:     CLR     rele2              ; zapnuti rele 2
              SETB    delkaton          ; nastaveni tonu zapnuti
              CALL    spustton          ; generovani tonu
              RET

; procedura vypnuti rele 2
vynuluj02:    SETB    rele2              ; vypnuti rele 2
              CLR     delkaton          ; nastaveni tonu vypnuti
              CALL    spustton          ; generovani tonu
              RET

; procedura zapnuti rele 3
nastav03:     CLR     rele3              ; zapnuti rele 3
              SETB    delkaton          ; nastaveni tonu zapnuti
              CALL    spustton          ; generovani tonu
              RET

; procedura vypnuti rele 3
vynuluj03:    SETB    rele3              ; vypnuti rele 3
              CLR     delkaton          ; nastaveni tonu vypnuti
              CALL    spustton          ; generovani tonu
              RET

; procedura testu stavu rele 1
test01:       JB      rele1,jtest01      ; test stavu rele 1
              SETB    delkaton          ; nastaveni tonu zapnutého přístroje
              JMP     test01end
jtest01:      CLR     delkaton            ; nastaveni tonu vypnutého přístroje
test01end:    CALL    spustton            ; generovani tonu
              RET

; procedura testu stavu rele 2
test02:       JB      rele2,test02end    ; test stavu rele 2
              SETB    delkaton          ; nastaveni tonu zapnutého přístroje
              JMP     etest02
test02end:    CLR     delkaton            ; nastaveni tonu vypnutého přístroje
etest02:     CALL    spustton            ; generovani tonu
              RET

; procedura testu stavu rele 3
test03:       JB      rele3,jtest03      ; test stavu rele 3
              SETB    delkaton          ; nastaveni tonu zapnutého přístroje
              JMP     test03end
jtest03:      CLR     delkaton            ; nastaveni tonu vypnutého přístroje
test03end:    CALL    spustton            ; generovani tonu
              RET

; procedura testu externiho vstupu 1
test04:       JNB     exin1,jtest04      ; test stavu ext 1
              SETB    delkaton          ; nastaveni tonu log. 1
              JMP     test04end
jtest04:      CLR     delkaton            ; nastaveni tonu log. 0
test04end:    CALL    spustton            ; generovani tonu
              RET

; procedura testu externiho vstupu 2
test05:       JNB     exin2,jtest05      ; test stavu ext 2
              SETB    delkaton          ; nastaveni tonu log. 1
              JMP     test05end
jtest05:      CLR     delkaton            ; nastaveni tonu log. 0

```

```

test05end:      CALL    spustton          ; generovani tonu
                RET

; procedura spusteni generovani kontrolniho tonu
spustton:      MOV     TH1,#0F9H          ; nastaveni frekvence tonu cca 587Hz = naplneni casovace T
                MOV     TL1,#1FH
                MOV     pom,#0
                MOV     poml,#0
                SETB    jeton              ; nastaveni priznaku generovani tonu
                SETB    TR1               ; spusteni casovace T1 = generovani tonu
                RET

; procedura zaveseni tel . linky nebo ukonceni hovoru mobilniho telefonu
odpoj:         JNB     zvedni,jmpodp      ; pokud je zvednuta tel. linka, tak ji odpoj
                JNB     mobact,odpend     ; pokud je aktovni mobil, tak ukonci hovor

; ukonceni hovoru mobilu
                CLR     HF                 ; ukonceni hovoru = zkrat MIC
                CLR     mobact            ; priznak deaktivace mobilu
                CLR     TR1               ; zastaveni automatickeho odpojeni
                MOV     TH1,#0F9H
                MOV     TL1,#1FH
                MOV     pomodp,#0
                MOV     pomodp1,#0
                MOV     ppin,#0           ; vynulovani poctu zadanych cisel hesla, pro pripad automa
. odpojeni pri vkladani hesla
                MOV     pokus,#0          ; vynulovnai poctu pokusu o vlozeni hesla
                CLR     pinin             ; vymyzani priznaku vlozeni hesla
                MOV     TH0,#0
                MOV     TL0,#0
                SETB    odpojHF           ; nastaveni priznaku uvolneni handsfree
                SETB    TR0               ; spusteni uvolneni handsfree
                JMP     odpend

; zaveseni telefonni linky
jmpodp:        CLR     EX0                ; zakazani preruseni od zvoneni linky, kvuli generovani pr
ruseni pri zavesovani linky
                SETB    zvedni            ; zaveseni telefonni linky
                CLR     TR1               ; zastaveni automatickeho odpojeni
                MOV     TH1,#0F9H
                MOV     TL1,#1FH
                MOV     pomodp,#0
                MOV     pomodp1,#0
                MOV     ppin,#0           ; vynulovani poctu zadanych cisel hesla, pro pripad automa
. odpojeni pri vkladani hesla
                MOV     pokus,#0          ; vynulovnai poctu pokusu o vlozeni hesla
                CLR     pinin             ; vymyzani priznaku hesla
                SETB    filtrovani        ; vyuziti algoritmu fitrovani pro znovupovoleni preruseni c
zvoneni linky
                CLR     TR0
                MOV     TH0,#0
                MOV     TL0,#0
                SETB    TR0               ; spusteni filtrovani
                CLR     IE0               ; pokud je zadost o preruseni od zvoneni linky, tak ji vym
z
odpend:        RET

END

```

# Kompletní výpis řídicího programu pomocného mikrokontroléru (AT89C51)

```
; -----
; vyvojovy program pomocneho procesoru AT-S (AT89C51)
; -----
; ver.1.0 (8.12.05)
; program je navrzen pro krystal Q = 24MHz

$NOMOD51
$INCLUDE (REG51.H) ; vypnuti definice CPU
; vlozeni definice CPU AT89C51

; -----
; blok definic adresovych prostoru
; -----

NAME            ATS ; nazev modulu

;-----ZASOBNIK-----
STACK_SEG SEGMENT IDATA ; segment zasobniku
        RSEG STACK_SEG
STACK: DS 20 ; vyhrazeni 20 byte pro zasobnik

;-----DATA-----
VAR_SEG      SEGMENT DATA
        RSEG  VAR_SEG
pom:         DS 1 ; pomocna promenna
pom1:        DS 1 ; pomocna promenna
pom2:        DS 1 ; pomocna promenna
pom3:        DS 1 ; pomocna promenna
pom4:        DS 1 ; pomocna promenna
casDIP:      DS 1 ; pozadovana doba zvoneni pro prijmuti hovoru

BIT_SEG      SEGMENT BIT
        RSEG  BIT_SEG
zkrat:       DBIT 1 ; priznak prepnuti rele handsfree
mobact:      DBIT 1 ; priznak aktivity mobilu

;----- ZAPOJENI HARDWARE -----
dioda        BIT    P3.0 ; vystup na diodu indikujici hovor mobilu
HF           BIT    P3.4 ; vystup na rele handsfree
DTMFline1    BIT    P1.4 ; vstup kodu DTMF Q1 z dekoderu linky
DTMFline2    BIT    P1.5 ; vstup kodu DTMF Q2 z dekoderu linky
DTMFline3    BIT    P1.6 ; vstup kodu DTMF Q3 z dekoderu linky
DTMFline4    BIT    P1.7 ; vstup kodu DTMF Q4 z dekoderu linky
DTMFmob1     BIT    P1.3 ; vstup kodu DTMF Q1 z dekoderu mobilu
DTMFmob2     BIT    P1.2 ; vstup kodu DTMF Q2 z dekoderu mobilu
DTMFmob3     BIT    P1.1 ; vstup kodu DTMF Q3 z dekoderu mobilu
DTMFmob4     BIT    P1.0 ; vstup kodu DTMF Q4 z dekoderu mobilu
DIP1         BIT    P3.5 ; 1. bit nastaveni casu zvoneni k prijmuti hovoru
DIP2         BIT    P3.6 ; 2. bit nastaveni casu zvoneni k prijmuti hovoru
DIP3         BIT    P3.7 ; 3. bit nastaveni casu zvoneni k prijmuti hovoru
DTMFout1     BIT    P2.5 ; vystup kodu DTMF Q1 do AT-P
DTMFout2     BIT    P2.4 ; vystup kodu DTMF Q2 do AT-P
DTMFout3     BIT    P2.3 ; vystup kodu DTMF Q3 do AT-P
DTMFout4     BIT    P2.2 ; vystup kodu DTMF Q4 do AT-P
DTMF         BIT    P2.1 ; informacni bit pro AT-P, ze prichazi novy kod DTMF
zvednuti     BIT    P2.0 ; informacni bit pro AT-P, zadost prijmuti hovoru
preruseni    BIT    P2.6 ; vystup generovani obsluzenho preruseni na AT-P
linka        BIT    P2.7 ; vstup stavu tel. linky

; -----
; hlavni program
; -----

                CSEG AT 0000h ; absolutni segment programu
                USING 0 ; registrova sada 0
                JMP InitProg ; skok na inicializaci programu

                ORG 0003H ; vektor preruseni IE0
                JMP intDTMFline ; skok na obsluhu preruseni od dekoderu tel. linky

                ORG 000BH ; vektor preruseni TF0
                JMP intT0 ; skok na obsluhu preruseni citace T0 - od handsfree

                ORG 0013H ; vektor preruseni IE1
                JMP intDTMFmob ; skok na obsluhu preruseni od dekoderu mobilu

                ORG 001EH ; vektor preruseni TF1
                JMP intT1 ; skok na obsluhu preruseni casovace T1

; zacatek inicializace
InitProg:       MOV SP,#STACK-1 ; nastaveni vrcholu zasobniku
                MOV P2,#11000000B ; nastaveni portu P2
                CLR dioda ; zhasnuti kontrolni diody HF
                MOV TMOD,#00010101B ; nastaveni modu citace T0 a casovace T1
                MOV TH0,#0FFH ; nastaveni citace T0 k detekci zvoneni
```

```

MOV     TLO,#0FFH
MOV     TH1,#0
MOV     TL1,#0
MOV     pom,#0
MOV     pom1,#0
MOV     pom3,#0
MOV     pom4,#0
SETB    ET0                ; povoleni preruseni pretececi citace T0
SETB    ET1                ; povoleni preruseni pretececi casovace T1
SETB    IT0                ; INT0 preruseni na sestupnou hranu
SETB    IT1                ; INT1 preruseni na sestupnou hranu
SETB    EX0                ; povoleni preruseni od dekodery tel. linky
CLR      IE0               ; zruseni prvnioho preruseni z dekodery linky
SETB    EA                ; povoleni preruseni
SETB    TR0               ; spusteni detekce zvoneni (prichoziho hovoru)

Main:                                ; hlavni smycka programu

; nastaveni potrebného casu zvoneni k prijmuti hovoru podle DIPu
JB      DIP3,jmpDIP4
JB      DIP2,jmpDIP2
JB      DIP1,jmpDIP
MOV     casDIP,#167          ; když DIP 000, tak casDIP = cca 40s
JMP     DIPend
jmpDIP: MOV     casDIP,#136    ; když DIP 001, tak casDIP = cca 30s
JMP     DIPend
jmpDIP2: JB      DIP1,jmpDIP3
MOV     casDIP,#102          ; když DIP 010, tak casDIP = cca 20s
JMP     DIPend
jmpDIP3: MOV     casDIP,#68    ; když DIP 011, tak casDIP = cca 15s
JMP     DIPend
jmpDIP4: JB      DIP2,jmpDIP6
JB      DIP1,jmpDIP5
MOV     casDIP,#34           ; když DIP 100, tak casDIP = cca 10s
JMP     DIPend
jmpDIP5: MOV     casDIP,#24    ; když DIP 101, tak casDIP = cca 7s
JMP     DIPend
jmpDIP6: JB      DIP1,jmpDIP7
MOV     casDIP,#14           ; když DIP 110, tak casDIP = cca 5s
JMP     DIPend
jmpDIP7: MOV     casDIP,#7     ; když DIP 111, tak casDIP = cca 3s
DIPend: JMP     main

;-----OBSLUZNE PROCEDURY-----

; obsluha preruseni od dekodery DTMF telefoni linky
intDTMFline: PUSH    ACC      ; ulozeni obsahu stradace
              PUSH    PSW      ; a statusu CPU
              CLR      EX0      ; zakazani preruseni od dekodery tel. linky
              MOV     C,DTMFline1 ; presmerovani kodu DTMF prijateho z dekodery tel. linky n
AT - P
              MOV     DTMFout1,C
              MOV     C,DTMFline2
              MOV     DTMFout2,C
              MOV     C,DTMFline3
              MOV     DTMFout3,C
              MOV     C,DTMFline4
              MOV     DTMFout4,C
              SETB    preruseni ; nastaveni bitu preruseni AT-P na log. 1
              SETB    DTMF      ; nastaveni informace pro AT-P ze se jedna o DTMF kod z li
ky
              CLR      zvednuti
              CALL    informuj   ; volani obsluzneho preruseni na AT-P
              SETB    EX0        ; znovupovoleni preruseni od dekodery tel. linky
jmpEndINT0: POP     PSW          ; obnova statusu CPU
              POP     ACC          ; a stradace
              RETI

; obsluha preruseni od dekodery DTMF mobilu
intDTMFmob:  PUSH    ACC      ; ulozeni obsahu stradace
              PUSH    PSW      ; a statusu CPU
              CLR      EX1      ; zakazani preruseni od dekodery mobilu
              MOV     C,DTMFmob1 ; presmerovani kodu DTMF prijate z dekodery mobilu na AT -
              MOV     DTMFout1,C
              MOV     C,DTMFmob2
              MOV     DTMFout2,C
              MOV     C,DTMFmob3
              MOV     DTMFout3,C
              MOV     C,DTMFmob4
              MOV     DTMFout4,C
              SETB    preruseni ; nastaveni bitu preruseni AT-P na log. 1
              SETB    DTMF      ; nastaveni informace pro AT-P ze se jedna o DTMF kod z mc
ilu

```



```

; znovupovoleni preruseni od dekodera mobilu
jmpEndINT1:  SETB  EX1
; obnova statusu CPU
POP  PSW
; a stradace
POP  ACC
RETI

; obsluzna procedura preruseni od casovace T0
; detekce signalu z handsfree
intT0:      PUSH  ACC
; ulozeni obsahu stradace
PUSH  PSW
; a statusu CPU
CLR  TR0
; zastaveni citani
MOV  TH0,#0FFH
; nastaveni citace pro dalsi detekci
MOV  TL0,#0FFH
SETB  TR0
; spusteni citace signalu z handsfree
CLR  TR1
MOV  TH1,#0
MOV  TL1,#0
MOV  pom,#0
MOV  pom1,#0
SETB  TR1
; spusteni rozpoznani zvoneni (prichoziho hovoru)
SETB  dioda
; rozsviceni diody
jmpIntT0:   POP  PSW
; obnova statusu CPU
POP  ACC
; a stradace
RETI

; obsluzna procedura preruseni od casovace T1
; rozeznani prichoziho hovoru a rozeznani ukonceni hovoru
intT1:      PUSH  ACC
; ulozeni obsahu stradace
PUSH  PSW
; a statusu CP
CLR  TR1
MOV  TH1,#0
MOV  TL1,#0
SETB  TR1

; obsluha osetreni preruseni zpusobeného prepnuti rele
JNB  zkrat,jmpT13
; pokud doslo k prepnuti rele, tak
INC  pom
MOV  A,pom
CJNE  A,#33,intTlend
; pockat cca 1s
MOV  pom,#0
CLR  zkrat
; vymazat priznak prepnuti rele handsfree
JMP  intTlend
; navrat z procedury obsluhy preruseni

; rozpoznani prichoziho hovoru nebo ukonceni hovoru
jmpT13:     INC  pom
MOV  A,pom
CJNE  A,#8,intTlend
; nastaveni kroku cca 250ms po kterem se kontroluje napaje

i MIC
MOV  pom,#0
JB  HF,jmpT1
; pokud neni MIC handsfree napajen , ukonci rozpoznavani h

voru
JB  mobact,intTlend
; pokud je mobil aktivni, navrat z obsluhy preruseni
INC  pom1
MOV  A,pom1
CJNE  A,casDIP,intTlend
; pokud mobil zvoni tak dloho jak je pozadovano, tak prijmr

ut hovor za predpokladu,
MOV  pom1,#0
JNB  linka,jmpT12
; ze neni zvednuta telefonni linka
CLR  TR0
; zastaveni citace, kvuli preruseni vyvolanym prepnuti rel

handsfree
SETB  zkrat
; nastaveni priznaku prepnuti rele
SETB  mobact
; nastaveni priznaku aktivity mobilu
SETB  preruseni
; nastaveni bitu preruseni AT-P na log. 1
SETB  zvednuti
; nastaveni informace pro AT-P, ze se jedna o prikaz prijmr

ti hovoru
CLR  DTMF
CALL  informuj
; volani obsluzneho preruseni na AT-P
CLR  IE1
; zruseni prvnio preruseni z dekodera mobilu
SETB  EX1
; povoleni preruseni od dekodera mobilu
JMP  intTlend
; navrat z procedury obsluhy preruseni

; prave je zvednuta linka = nechat mobil zvonit
jmpT12:     CLR  TR1
MOV  TH1,#0
MOV  TL1,#0
MOV  pom,#0
MOV  pom1,#0
SETB  TR1
; pokracovani v rozpoznavani prichoziho hovoru
JMP  intTlend
; navrat z procedury obsluhy preruseni

; ukonceni rozpoznavani prichoziho hovoru
; obsluha ukonceni hovoru
jmpT1:      CLR  TR1
; zastaveni rozpoznavani prichoziho hovoru
MOV  TH1,#0
MOV  TL1,#0
MOV  pom1,#0
; vynulovani acitaneho casu zvoneni, pokud doslo k jeho pr

```

```

        SETB    TR0                ; znovu aktivovani preruseni od signalu z handsfree
intTlend: POP    PSW                ; obnova statusu CPU
        POP     ACC                ; a stradace
        RETI

; obsluzna procedura generovani preruseni AT-P, ktere zajisti zpracovani odeslane informace
informuj: CALL    delay100
        CLR     preruseni          ; preruseni AT-P
        CALL    delay100
        SETB    preruseni          ; nastaveni bitu preruseni AT-P na log. 1
        RET

; spozdeni 100ms
delay100: INC     pom3
        MOV     A,pom3
        CJNE    A,#255,delay100
        MOV     pom3,#0
        INC     pom4
        MOV     A,pom4
        CJNE    A,#255,delay100
        MOV     pom4,#0
        MOV     pom3,#0
        RET

END

```