

# **GSM kontrolér a jeho využití při ochraně objektu**

GSM controller and its using for protecting objects

Bc. Lukáš Jarmar

---

Diplomová práce  
2007



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

\*\*\* nescannované zadání str. 1 \*\*\*

\*\*\* nescannované zadání str. 2 \*\*\*

## **ABSTRAKT**

Tato práce se zabývá problematikou využití bezdrátové datové komunikace a GSM kontroléru při ochraně objektu.

V teoretické části jsou shrnuty GSM moduly různých výrobců, standardní bezdrátové datové přenosy a popis GSM modulu G24, který je použit v praktické části.

Praktická část obsahuje návrh na zabezpečovací systém s využitím modulu G24. Konkrétní GSM modul je použit jako kontrolér se vzdálenou správou řízený pomocí SMS zpráv. Následuje popis použitých příslušenství. V poslední části je popis realizace a ověření zabezpečovacího systému.

**Klíčová slova:** bezdrátová datová komunikace, GSM kontrolér, GSM modul, bezdrátové datové přenosy, zabezpečovací systém, vzdálená správa, SMS zprávy

## **ABSTRACT**

This diploma work is concerned with using wireless data communication and GSM controller for secure objects.

There are summed up GSM controllers from various manufacturers or producers, standard wireless data transfer and a concrete GSM module G24 in the theoretical section.

In the practical section there is proposal to security system. A concrete GSM module G24 is used as a data controller and remote control system operated by SMS messages. Thereafter the used accessories are described. In the last part there is a description of realization and verifying of composite security system.

**Keywords:** wireless data communication, GSM controller, GSM module, wireless data transfer, security system, remote control, SMS message

## PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych tímto velmi poděkovat vedoucímu diplomové práce panu Mgr. Milanu Adámkovi Ph. D., za odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi poskytl během řešení mé diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Rudolfovi Drgovi za velmi cenné rady, připomínky a ochotu podělit se o své zkušenosti. A v neposlední řadě bych chtěl také poděkovat své dlouholeté přítelkyni Dagmar Pěničkové, která mi byla po celou dobu studia největší oporou.

Prohlašuji, že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků, je-li to uvolněno na základě licenční smlouvy, budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně

.....  
Podpis diplomanta

**OBSAH**

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 GSM ZAŘÍZENÍ</b> .....	<b>11</b>
1.1 GSM MODUL.....	11
1.2 GSM MODEM .....	11
1.3 GSM BRÁNA .....	11
1.4 GSM KONTROLÉR .....	12
1.5 GSM ZAŘÍZENÍ RŮZNÝCH VÝROBCŮ .....	13
1.5.1 Insys Microelectronics .....	13
1.5.2 Jablotron.....	15
1.5.3 Level.....	16
1.5.4 Macro Weil.....	18
1.5.5 Sectron.....	19
1.5.6 Telit .....	21
1.5.7 Teltonika .....	23
1.5.8 WM Ocean .....	24
<b>2 GSM TECHNOLOGIE</b> .....	<b>26</b>
2.1 DATOVÉ PŘENOSY V SÍTÍCH GSM .....	26
2.1.1 Transparentní a netransparentní datové přenosy.....	29
2.1.2 Shrnutí .....	31
2.2 GSM – SMS .....	31
2.3 GSM – CSD .....	34
2.3.1 Zvýšení rychlosti z 9,6 kb/s na 14,4 kb/s .....	35
2.3.2 Shrnutí .....	36
2.4 GSM – HSCSD .....	36
2.4.1 Třídy HSCSD .....	36
2.4.2 HSCSD třídy 6 .....	37
2.4.3 Shrnutí .....	38
2.5 GSM – GPRS .....	39
2.5.1 Změny v síti GSM nutné pro funkci GPRS .....	39
2.5.2 Uzly SGSN.....	40
2.5.3 Uzly GGSN .....	40
2.5.4 Služby GPRS založené na paketovém přenosu.....	41
2.5.5 Přenosová rychlost GPRS .....	43
2.5.6 Shrnutí .....	45
2.6 EDGE .....	46
2.6.1 Přenosové rychlosti .....	48
2.6.2 Dostupnost.....	48
2.6.3 EDGE a moduly .....	49
2.7 MOBILNÍ SÍŤ 3. GENERACE .....	49
2.7.1 UMTS.....	50

2.7.2	HSDPA.....	51
<b>3</b>	<b>GSM MODUL G24 A VÝVOJOVÝ KIT.....</b>	<b>53</b>
3.1	ZPĚTNÁ KOMPATIBILITA S GSM MODULEM G20.....	54
3.2	VLASTNOSTI.....	54
3.2.1	AT příkazy .....	59
3.2.2	DTMF technologie .....	59
3.2.3	Java.....	59
3.2.4	M2M.....	60
3.2.5	QS900.....	60
3.2.6	RoHS .....	61
3.2.7	USSD.....	61
3.2.8	UTF – 8 .....	61
3.3	ARCHITEKTURA.....	62
3.4	NAPÁJENÍ .....	63
3.4.1	Zapnutí a vypnutí modulu .....	63
3.5	PRACOVNÍ STAVY .....	67
3.5.1	Real Time Clock .....	68
3.5.2	Úsporný nízkonapěťový mód.....	69
3.6	ROZHRAŇÍ.....	72
3.6.1	Sériové rozhraní .....	72
3.6.2	SIM rozhraní .....	75
3.6.3	Audio rozhraní .....	76
3.6.4	Programovatelné audio rozhraní .....	81
3.6.5	A/D rozhraní.....	81
3.6.6	Rozhraní pro řízení a indikátory .....	83
3.6.7	Rozhraní antény .....	88
3.7	VÝVOJOVÝ KIT (DEVELOPER KIT).....	88
3.7.1	Přehled.....	88
3.7.2	Nastavení.....	89
3.7.3	Komponenty a specifikace .....	92
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>93</b>
<b>4</b>	<b>NÁVRH ZABEZPEČENÍ OBJEKTU.....</b>	<b>94</b>
4.1	ZADÁNÍ .....	94
4.2	BLIŽŠÍ POPIS ZABEZPEČOVANÉ MÍSTNOSTI .....	94
4.3	VYPRACOVÁNÍ .....	94
4.3.1	Umístění zabezpečovacího systému.....	94
4.3.2	Popis použitého příslušenství.....	95
4.3.3	Umístění komponent zabezpečovacího systému.....	99
4.4	NÁVRH ZABEZPEČOVACÍHO SYSTÉMU .....	100
<b>5</b>	<b>REALIZACE A OVĚŘENÍ NÁVRHU .....</b>	<b>102</b>
5.1	NASTAVENÍ KONTROLÉRU G24 (VÝVOJOVÉHO KITU A MODULU G24) .....	102
5.1.1	Před připojením napájení .....	102
5.1.2	Zapínání vývojového kitu a modulu G24.....	103

5.1.3	Počáteční nastavení a zkontrolování funkčnosti .....	103
5.2	PŘIPOJOVÁNÍ A NASTAVOVÁNÍ PERIFERÍÍ.....	104
5.2.1	Nastavování vstupů .....	105
5.2.2	Nastavování aktivních čidel .....	105
5.2.3	Připojení periferií .....	107
5.2.4	SMS příkazy .....	107
5.2.5	Nastavení požadované akce .....	108
5.3	AKTIVACE A DEAKTIVACE ZABEZPEČOVACÍHO SYSTÉMU .....	110
5.3.1	Aktivace zařízení.....	111
5.3.2	Deaktivace zařízení .....	111
5.3.3	Aktivace a deaktivace určitých vstupů.....	111
5.4	OVĚŘENÍ FUNKČNOSTI.....	111
5.5	SHRNUTÍ.....	111
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>112</b>
	<b>ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....</b>	<b>113</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>114</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>116</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>122</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>124</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>125</b>



## ÚVOD

Cílem práce je seznámení s problematikou GSM kontrolérů a jejich využití při ochraně objektů, předložit přehled, porovnat a zhodnotit technologie GSM s ohledem na jejich možné využití pro komunikaci s GSM kontroléry, podrobně zmapovat funkce a možnosti nového GSM modulu G24 firmy Motorola a vývojového kitu určeného pro tento modul.

První kapitola se zabývá problematikou GSM zařízení. Vysvětluje základní rozdíly mezi GSM modulem, modemem, bránou a kontrolérem. Představuje tuzemské i zahraniční firmy, které se zabývají návrhem, vývojem a výrobou GSM zařízení. Dále jsou zde zmíněny konkrétní GSM zařízení od tuzemských i zahraničních výrobců, které jsou momentálně dostupné na trhu a které mají podobné vlastnosti jako modul G24 firmy Motorola.

Druhá kapitola si klade za cíl ve stručnosti představit nejvýznamnější a v současné době nastupující bezdrátové datové komunikace s ohledem na jejich možné využití v oblasti zabezpečení objektů. Nejprve je zde popsán princip fungování sítě GSM a způsoby přenosu dat v této síti. Následuje představení bezdrátových datových komunikačních standardů: GSM – SMS, GSM – CSD, GSM – HSCSD, GSM – GPRS, EDGE, UMTS a HSDPA.

Třetí kapitola se podrobněji věnuje možnostem modulu G24 a vývojovému kitu firmy Motorola. Spojení výkonného GSM modulu G24 a vývojového kitu, který zpřístupňuje všechna rozhraní a konektory modulu G24, vzniká výkonný GSM kontrolér, který byl použit v praktické části diplomové práce. Modul podporuje komunikační standard EDGE a je možné naprogramovat jeho funkce pomocí programovacího jazyku Java. Je zástupcem nové, velmi rychle se rozvíjející technologie M2M (Machine to Machine), která umožňuje, aby zařízení komunikovalo s dalším zařízením různého typu bez nutnosti lidského zásahu.

Praktická část této práce obsahuje popis zabezpečované místnosti, návrh na zabezpečovací systém místnosti, popis jeho realizace, aktivace a ověření. Využívá poznatky uvedené ve třetí kapitole teoretické části. Návrh zabezpečovacího systému se skládá ze seznamu všech využitých periférií, nákresu umístění kontroléru G24 i jeho periférií a jejich kompletní nastavení pomocí AT příkazů a SMS zpráv.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 GSM ZAŘÍZENÍ

První kapitola se zabývá problematikou GSM zařízení (GSM moduly, modemy, brány a kontroléry). Rozmanitost druhů a názvosloví těchto GSM zařízení je velmi matoucí, proto následující podkapitoly stručně vysvětlují významy GSM modul, modem, brána a kontrolér. Poslední podkapitola představuje tuzemské i zahraniční firmy, které se zabývají návrhem, vývojem a výrobou GSM zařízení.

### 1.1 GSM modul

GSM modul není plnohodnotné zařízení. Obecně je to pouze komunikační jádro malého rozměru, které většinou nemá vstupy, výstupy, komunikační rozhraní ani slot na SIM kartu. Obsahuje pouze konektor pro připojení antény a propojovací konektor. Propojovacím konektorem se modul propojí se zařízením libovolného typu, které obsahuje vstupy, výstupy, komunikační rozhraní a slot na SIM kartu. Modul má pevně stanovené vlastnosti. Záleží pouze na výrobcu, který daný modul použije do svého zařízení, zda-li všechny vlastnosti využije a zpřístupní.

### 1.2 GSM modem

GSM modem pracuje podobně jako obyčejný externí analogový modem. Nepřipojuje se do analogové telefonní sítě, ale využívá síť GSM. Nutností je SIM karta některého operátora a dostatečný signál. Obvykle obsahuje malý počet vstupů či výstupů, ale není to podmínka. Slouží především pro umožnění bezdrátové datové komunikace. Přenosová rychlost závisí na tom, jaký standard bezdrátové datové technologie GSM modem umí použít, jaké umožňuje nastavení tříd a kódovacích schémat a jaké jsou podmínky pro uskutečnění komunikace (signál).

### 1.3 GSM brána

GSM brána je zařízení sloužící jako telefonní ústředna pro mobilní telefony. Umožňuje plně využít tři základní funkce: hlasový přenos, odesílání a přijímání SMS zpráv a přenos dat. Obvykle GSM brány zvládají spoustu nadstandardních funkcí. GSM brána slouží k úspoře výdajů za telefonní hovory uskutečňované mezi telefonní ústřednou a mobilními telefony. Hovory vedené přes GSM bránu jsou tarifovány jako hovory mezi mobilními

telefony, čímž se ušetří až 40 % telefonních poplatků. GSM brána se připojuje na volný vstupní analogový přenašeč libovolné telefonní pobočkové ústředny nebo pomocí ISDN. Přídavnou anténou lze zajistit kvalitní hovor i v místech se slabým nebo kolísavým signálem sítě.

Aplikační možnosti některých GSM brán:

- úspory nákladů
- směrování příchozích hovorů
- SMS server
- GPRS / EDGE datové přenosy
- ovládání / sledování obvodů
- pobočková ústředna
- dálkový dohled

#### 1.4 GSM kontrolér

GSM kontroléry jsou kompletní jednotky, které mají integrován i komunikační modul. Obvykle obsahují množství analogových i digitálních vstupů a výstupů, umožňují řídit energeticky náročnější zařízení pomocí relé a obsahují různá čidla (teplotní). Většina kontrolérů jsou již plnohodnotná zařízení, které se nemusí (ale mohou) řídit připojením k PC. Ovládání a nastavování těchto zařízení lze uskutečnit:

- na dálku
  - pomocí SMS zpráv
- po připojení k PC
  - pomocí AT příkazů
  - naprogramováním posloupností v určitém programovacím jazyce (nejčastěji v Javě nebo Pythonu)
  - vlastním nastavovacím programem

## 1.5 GSM zařízení různých výrobců

Tato podkapitola představuje tuzemské i zahraniční firmy, které se zabývají návrhem, vývojem a výrobou GSM zařízení. Dále jsou zde zmíněny konkrétní GSM zařízení od těchto výrobců.

### 1.5.1 Insys Microelectronics

Firma Insys Microelectronics nabízí několik komplexních hotových řešení pro datovou komunikaci, dálkovou správu vzdálených automatizovaných celků či pro kompletní zabezpečení objektů. Veškeré přístroje jsou dodávány v průmyslovém provedení a přizpůsobeny montáži na lištu DIN v rozvaděčích. Jejich místu určení plně odpovídají i jejich mechanické a elektrické vlastnosti.

Modemy Insys lze připojit k PLC téměř libovolného typu přes rozhraní USB, RS - 232 nebo Ethernet. Dálkovou správu lze tedy vykonávat těmito způsoby:

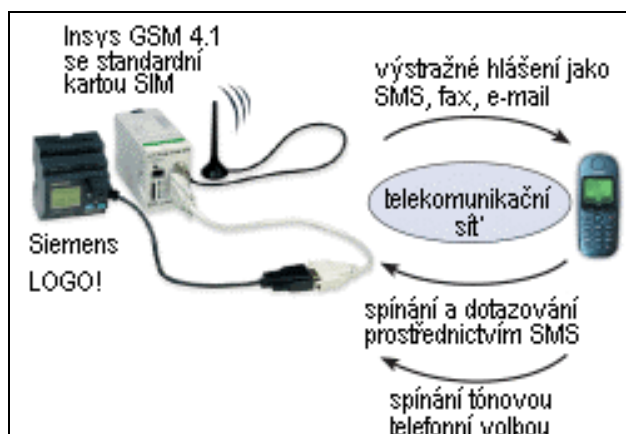
- přes analogovou pevnou linku klasickým modemem
- prostřednictvím linky ISDN za použití terminálového adaptéru
- přes síť GSM a spojení pomocí CSD
- přes síť GSM a spojení pomocí GPRS
- pomocí sítě WLAN nebo Ethernet

Kromě zmíněných rozhraní disponují modemy řady Insys binárními vstupy a reléovými výstupy, které je možné ovládat a sledovat např. prostřednictvím zpráv SMS z mobilního telefonu. K modemům je zdarma dodáván konfigurační software HSComm, pomocí něhož se modem snadno nakonfiguruje (jednodušší než přes AT příkazy) [1].

#### ***Modul Insys GSM 4.1 a modul Siemens LOGO!***

Příkladem řešení PLC monitorovatelného na dálku, malého a finančně velmi zajímavého, je kombinace komunikačního modulu Insys GSM 4.1 s miniaturním PLC – logickým modulem Siemens LOGO! firmy Insys Microelectronics. Modul Insys GSM 4.1 s verzí firmwaru pro LOGO! dokáže ve spojení s modulem LOGO! vytvářet chybová hlášení

a zasílat je na mobil, fax nebo elektronickou poštou viz. (Obr. 1). Lze aktivovat periodické dotazování na stav modulu LOGO! a mít tak neustále přehled o sledovaném systému. Data lze posílat i ve formě zpráv elektronické pošty, takže není žádný problém ani s jejich případnou následnou vizualizací prostřednictvím PC. Kromě periodických hlášení je také možné dotázat se na stav systému pomocí zprávy SMS (formou dotaz – odpověď). Modul Insys GSM 4.1 umožňuje rovněž přepínat stavy výstupních relé modulu LOGO!, a to prostřednictvím zpráv SMS nebo tónové telefonní volby. Toto vše je bez jakéhokoliv zásahu do softwaru modulu LOGO!.



Obr. 1. Modul Insys a LOGO!

Krátce shrnuto, systém funguje tak, že modul Insys GSM 4.1 přenáší výřezy stavu modulu LOGO! definované uživatelem (buffer PA), aktuální hodnoty proměnných z funkčních bloků modulu LOGO! a textová hlášení definovaná uživatelem. Aktivuje se prostřednictvím změny stavu I/O systému, požadavku zaslanému jako zpráva SMS, časového řízení či aktivací výstražného vstupu. Požadované odezvy na každou jednotlivou akci se nastavují a posléze ukládají přímo do modulu Insys GSM 4.1 pomocí komfortního parametrizačního softwaru HS Comm LOGO!, pracujícího pod operačním systémem Windows.

Komunikační moduly Insys spolupracují i se složitějšími PLC, než je LOGO!. Obvykle se používají ve spojení s PLC Siemens řad Simatic S7 - 200, -300, -400 a s automaty od firem Bosch, Mitsubishi, Omron, Amit, Schiele, Systron i dalších. Jde o metodu umožňující minimalizovat náklady na výrobu a údržbu již existující techniky. Z obyčejných rozváděčů se jednoduše stávají inteligentní rozváděče s hlídáním teploty, proudů, napětí i frekvence, malé vodní elektrárny mohou automaticky informovat obsluhu

o svých potřebách, zaměstnavatelé mohou mít přehled o práci odvedené jednotlivými zaměstnanci.

Díky jeho kompaktní a robustní konstrukci s průmyslovým pouzdem pro montáž na lištu DIN a širokému rozsahu napájecího napětí (10 až 80 V DC) lze modul Insys GSM 4.1 instalovat do téměř libovolného prostředí. Na přání zákazníka je ovšem také možné dodat modul jako standardizovanou osazenou desku plošného spoje připravenou k integraci do jiného zařízení, tzv. i-modul [1, 2].

### 1.5.2 Jablotron

Jablotron s. r. o. je kapitálová společnost založená v roce 1990. Již od začátku existence se zabývá elektronickým zabezpečením objektů. V roce 2005 byly založeny další dceřiné společnosti: JabloPCB s. r. o., která je pro svou matku především dodavatelem technologických výrobních operací (osazování, pájení a kontrola desek plošných spojů elektroniky) a JabloCom s. r. o., která se specializuje na výzkum a vývoj v oblasti komunikačních prostředků a GSM technologií včetně výroby „obřích“ mobilů GDP – 02 (mobilní telefony, které se ovládají a vypadají stejně jako stolní telefony pro pevnou linku).

Firma Jablotron nabízí také různé GSM komunikátory včetně kvalitních periferních aktivních či pasivních čidel [3].

#### ***GSM komunikátor GD - 06 ALLEGRO***

GD - 06 je maximálně univerzální zařízení pro odesílání informací, sběr dat a ovládání spotřebičů nebo procesů v objektu. Komunikuje pomocí SMS, GPRS a pomocí přímého ovládání z libovolného telefonu DTMF (Dual Tone MultiFrequency) příkazy. Monitorovat stav GD - 06, nastavovat parametry a ovládat výstupy je možné velmi pohodlně z chráněné internetové stránky <http://www.gsmlink.cz/>. GD - 06 má 6 plně programovatelných portů (vstup / výstup) a výstupní relé. Integrované je i teplotní čidlo. Při aktivaci vstupů odesílá informace formou SMS, hlasového volání, datové SMS nebo posláním dat přes GPRS. Čtení vstupů je volitelné jako digitální nebo analogové. Výstupy je možné naproti tomu ovládat prozvoněním z definovaných telefonních čísel, SMS, DTMF příkazy nebo z internetové stránky GSMLink. Výstupy lze ovládat jako přepínací, na libovolně definovaný časový impuls nebo v závislosti na interním teplotním čidle [3].

Vlastnosti:

- napájení 12 V stejnosměrných
- GSM pásma 900 / 1800 MHz
- 6 programovatelných portů
- výstupní relé – 1x přepínací kontakt 24 V / 2 A
- rozměry – 76 x 110 x 33 mm
- integrovaná polohovací anténa

### 1.5.3 Level

Náchodská firma Level s. r. o. se zabývá výrobou produktů využívající bezdrátové technologie (GSM, GPS). Výrobky jsou kvalitní, odolné, jednoduché na ovládání a používání. Aktuálně firma Level nabízí tyto produkty [4]:

- autoalarmy, lokátory a navigátory (využívají určení polohy pomocí GPS a posílání informací přes GSM)
- GSM kontroléry – kompletní jednotky pro zabezpečení objektů a pro dálkové řízení, sběr a přenos dat
- GSM brány – analogové, GSM i ISDN

#### ***Komunikátor GB 060***

GSM automat firmy Level (Obr. 2) umožňuje samočinně řídit nejrůznější aplikace a současně je na dálku pomocí sítě GSM ovládat, sbírat naměřená data a modifikovat program obsluhy řízeného zařízení. To vše jednoduše mobilním telefonem nebo přes modem ze vzdáleného PC. Zároveň umožňuje přes RS - 232 přímo z PC odesílat a přijímat zprávy SMS, volit čísla odchozích hovorů, přijímat hovory a navazovat datové spojení např. přes internet.





Obr. 2. GSM automat GB 060 211

Celkem disponuje osmi binárními vstupy a výstupy, kontaktem relé (50 V / 5 A), rozhraním RS - 232 pro komunikaci (PC, modul GPS, telefonní klávesnice) a RS 232 / 485 pro připojení externích čidel, rozhraním pro sběrnici Dallas (pro připojení přímých čidel teploty, identifikace a čtyřkanálového A / D převodníku), rozhraním sběrnice CAN a přípojkou pro externí mikrofon.

GSM automat používá duální GSM modul Siemens TC35 pracující v pásmech 900 / 1800 MHz. Disponuje relativně pomalými datovými přenosy - 9,6 kb/s nebo 14,4 kb/s, což je v současnosti spíše podprůměrné. Ovšem datové přenosy jsou používány zejména pro vzdálenou konfiguraci a předávání servisního bufferu (cca stovky kB) a proto je tato rychlost dostačující [4]. Technické parametry modemu:

- Rozměry Š × V × H 144 × 44 × 88 mm
- Jmenovité napájecí napětí 12 V DC
- Spotřeba v klidu < 20 mA
- Maximální příkon 0,5 A při 12 V
- GSM 900 / 1800 MHz
- Spínače 1 – 8 proud max. 0,5 A
- Relé proud max. 5 A
- Paměť REPORTU asi 3000 záznamů GPS rozšiřitelná až na 12000
- Rozsah teplot pro funkce GSM -25 °C až +65 °C
- Rozsah teplot pro vše ostatní -40 °C až +85 °C

### *Auto komunikátory GC 072*

Auto komunikátory GC 072 jsou vozidlové komunikační jednotky určené pro snadnou instalaci do vozidla Plug & Play. Jednotky zajišťují příjem GPS pozic, obsluhu vstupů a výstupů, záznam změřených údajů do paměti a on-line spojení jednotky s řídicím serverem a aplikací. Hlavní využití těchto funkcí je pro lokalizaci vozidel, fleet management, elektronickou knihu jízd, off-line a on-line a zabezpečení vozidel. Jednotka plně podporuje SMS komunikaci pro nastavení parametrů, nastavení výstupů, zjišťování změřených hodnot a předání poplachů. K dispozici je program GC 070 Control Panel, který umožňuje v širokém rozsahu měnit konfigurační parametry jednotky a to přes USB, GSM i internet (pomocí GPRS třídy 10 se zabezpečením přenosu 128 bitovým šifrováním). S pomocí Control Panelu je možné provádět i aktualizaci firmwaru. Auto komunikátory jsou dodávány včetně GSM, GPS antén a konektorů s kabely pro připojení napájení [4].

### *Video komunikátory GC 080*

Komunikátory řady GC 080 jsou programovatelné video alarmy, které slouží pro zabezpečení statických objektů a přenos obrázku z IP kamer v případě alarmu. Obrázky či video je možné uložit na vnitřní sdílenou paměť přístroje (maximálně 4 MB), na MicroSD karty (maximálně 2GB), poslat po síti Ethernet nebo přes GPRS. IP kamery se připojují podobně jako do fungující sítě Ethernet. K dispozici je program GC 080 Control Panel, který umožňuje v širokém rozsahu měnit konfigurační parametry jednotky a to přes LAN, GSM i internet. S pomocí Control Panelu je možné provádět i aktualizaci firmwaru. Tento modul má podobné vlastnosti modulu GB 060 – tudíž je určen pro zabezpečení objektu. Navíc umožňuje použití IP kamer pro vizuální záznamy [4].

#### **1.5.4 Macro Weil**

Společnost Macro Weil spol. s r. o. je distributorem elektronických součástek, modulů a produktů pro elektroniku. Zaměřuje se převážně na produkty pro bezdrátovou komunikaci a bezdrátový přenos na malé (jednotky metrů) i velké (jednotky kilometrů) vzdálenosti. Společnost nabízí součástky a moduly komunikující ve volných pásmech ISM, pomocí technologie Bluetooth, ZigBee a Wavenis. Pro přenosy na větší vzdálenosti společnost nabízí moduly, modemy, terminály s přenosem na GSM sítích podporující

služby GPRS, EDGE, CDMA i UMTS. V současné době zastupuje firmy Bluegiga, Coronis, Mipot, Motorola, Radiocrafts a Teltonika na českém trhu. Samozřejmostí je distribuce a prodej výrobků těchto firem [5].

### ***GSM kontrolér SG20***

GSM kontrolér SG20 je postaven na modulu Motorola G20 viz. (Obr. 3). GSM kontrolér může spolehlivě fungovat v zabezpečovacím, požárním, přístupovém, docházkovém systému, k ovládání vytápění, klimatizace, spínání osvětlení, k ovládání žaluzií, dveří a vrat. Disponuje 7 vstupy / 5 výstupy (max 30 V a 3 A), USB konektorem pro komunikaci s počítačem, FME konektorem pro připojení antény, konektorem pro vložení SIM karty a jedním Alarm výstupem. Vstupy a výstupy se připojují přes 20 pinovou svorkovnici. Kontrolér lze nastavit pomocí SMS zpráv a pomocí AT příkazů [5, 6].



*Obr. 3. GSM kontrolér SG20*

### **1.5.5 Sectron**

Společnost Sectron s. r. o. je moderní technologickou, obchodní a výrobní společností s desetiletou tradicí v oblasti mobilní komunikace. Od roku 2000 je autorizovaným distributorem společnosti Siemens, divize Wireless Modules. V posledních letech se Sectron stal společností se silným technickým a personálním zázemím a aktivitami nejen na poli mobilní datové komunikace, ale obecně bezdrátových technologií. Tradičně poskytuje široké služby v oblasti telekomunikací, servisu mobilních GSM zařízení,

satelitní navigace, satelitního sledování vozidel a výroby anténních kabelů. V roce 2004 společnost získala certifikaci podle ISO 9001 pro výrobní a obchodní činnost [7].

### ***GSM modul AC75***

Modul AC75 je předurčen do aplikací umístěných v drsném prostředí se speciálními požadavky. Modul splňuje veškeré kvalitativní nároky automobilového sektoru jako je standard ISO TS 16949 pro vývoj, výrobu a současně standard VDA pro hlasové přenosy. Modul je funguje při extrémních teplotách, nabízí anténní diagnostiku a je vybaven SAP (SIM Access Profile) a anténním konektorem Rosenberger. Je ideálním základem pro zařízení typu e-call, Toll Collect, fleetware management, bezpečnostní sledování nebo také multimediální systémy a zařízení pro M2M (Machine to Machine) komunikace, u kterých je vyžadována vysoká mechanická odolnost.

AC75 splňuje všechny potřebné legislativní požadavky a potřebné certifikace, je bezolovnatý a plně v souladu se směrnicí RoHS. Získal schválení provozu všech mobilních sítí FTA (Full Type Approval) včetně souhlasu mobilních operátorů v USA. Mezi další výhody modulu AC75 patří malé rozměry (33,9 x 55 x 3,15 mm) a také velmi nízká hmotnost (méně než 8,5 g) [2, 7].

### ***GSM modul MC75***

Modul MC75 je schopen pracovat ve všech 4 pásmech sítě GSM. Umožňuje rychlé datové přenosy pomocí EDGE technologie.

Díky integrovanému ovladači RIL/NDIS je modul MC75 vhodný pro využití v nejrůznějších Smartphone nebo PDA zařízeních postavených na bázi operačního systému Microsoft Windows Mobile. Tato konstrukční filozofie zajišťuje optimální komunikaci mezi modulem MC75 a samotným operačním systémem mobilního zařízení. V modulu MC75 je integrováno rovněž USB rozhraní se schopností „Plug and Play“ připojení, což je obzvláště výhodné např. v případě GSM / GPRS modemů. Mezi další výhody modulu MC75 patří velmi malé rozměry (34 x 45 x 3,5 mm), jednostranné osazení komponent na PCB modulu a také velmi nízká hmotnost (méně než 10 g).

Modul MC75 má samozřejmě všechny potřebné certifikáty a schválení pro provoz kdekoliv na světě. Konkrétně splňuje požadavky R&TTE, FCC, IC, UL, GCF, PTCRB

stejně jako všechny specifické požadavky operátorů na provoz v dané zeměpisné oblasti [2, 7].

### ***GSM modul TC65***

Modul je představitelem nové moderní generace bezolovnatých modulů určených pro použití v prodejních automatech, pro vzdálené odečty a pro použití v bezpečnostních zařízeních. JavaTM technologie umožňuje vyvinout zcela nové M2M aplikace bez starosti o poplatky za licence a závislosti na jiných technologiích. Kromě časových úspor v podobě kratší doby vývoje, přináší podpora JavaTM technologie i úsporu v nákladech na nutné vybavení jako jsou řídicí jednotka, paměť nebo TCP/IP stack. IMP 2.0 dovoluje provádět softwarové update jednoduše, bezpečně a především vzdáleně vzduchem přes GSM síť (OTAP). Modul umožňuje šifrování dat v bezpečném prostředí (např. HTTPS a PKI) a s využitím GPRS třídy 12 umožňuje i rychlé datové přenosy. Rychlost zpracování dat zajišťuje procesor ARM7 a 1,7 MB Flash paměť.

Modul je schválen podle FTA (Full Type Approval) a má mezinárodní schválení od všech velkých mobilních operátorů podle standardů R&E, FCC, UL, IC, GCF, a PTCRB. Použitím bezdrátového modulu TC65 v M2M aplikaci se ušetří „celkové náklady na vlastnictví“ (provozní náklady, náklady na údržbu, kratší časy zavedení na globální trh) a tím se zvýší návratnost vkládaných investic [2, 7].

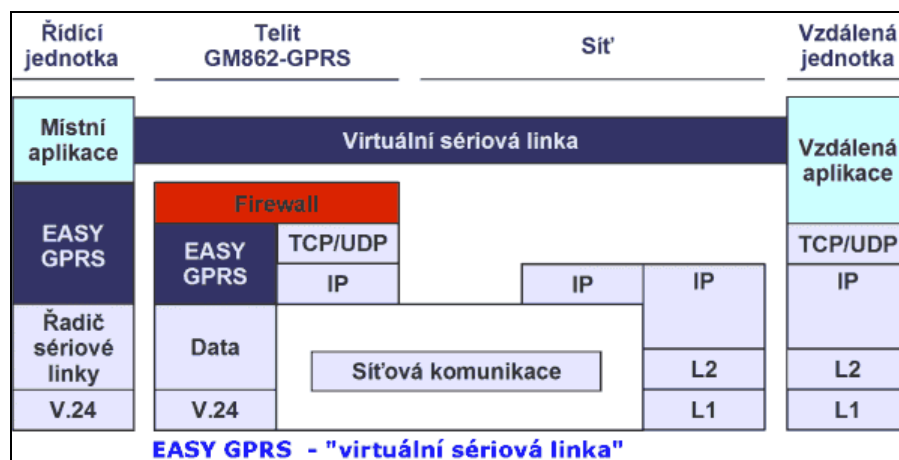
### **1.5.6 Telit**

Telit je společnost s dlouholetou tradicí v oblasti M2M, která se významně podílí na rozvoji celulárních sítí v Itálii. Aktivně sleduje vývoj technologií M2M, které okamžitě aplikuje na své komponenty. Velmi brzy po představení nové technologie firma Telit nabízí nové moduly, které si zachovávají kompatibilitu s předchozími verzemi. Tento postup je ve vývoji zákaznické aplikace výhodný, protože adaptace na nové technologie nevyžaduje větší nároky na změny designu a adaptace je velmi jednoduchá.

Aktuálně nabízené moduly / modemy jsou čtyřpásmové (GSM pásma 800, 900, 1800 a 1900 MHz), podporují GPRS ve verzi 10, FTP, SMTP, TCP/IP a jsou velmi malé (nejmenší rozměry 30 x 30 x 2,8 mm) [8, 9].

Zajímavostí produktů firmy Telit je podpora těchto modulů a funkcí:

- easy CAMERA – perfektní systém podpory digitálních fotoaparátů. Miniaturní modul fotoaparátu lze připojit přímo ke GSM modulu a řídit jej prostřednictvím AT příkazů. Lze tak pořídit snímek v rozlišení 640 x 480 pixelů ve formátu JPEG. Snímek je uložen v paměti GSM modulu. Snímek se odešle buď přes GPRS nebo prostřednictvím sériového portu do PC. Funkce najde využití ve velkém množství aplikací, zejména ke sledování objektů v zabezpečovací technice [8, 9].
- easy GPRS – funkce umožňuje připojení k zařízení v síti internet a zajišťuje přenos neupravených dat prostřednictvím GPRS. Tuto vlastnost lze chápat jako „virtuální sériové rozhraní“ mezi uživatelskou aplikací a vzdáleným zařízením bez ohledu na nutnost jakéhokoliv řízení TCP/IP stacku viz. (Obr. 4). Ačkoliv TCP/IP stack je integrován a jeho řízení je standardní, s funkcí easy GPRS jej není nutno využít. Mezi další výhody easy GPRS patří udržení aktivního kontextu i po uzavření socketu (aplikace se může znovu připojit se stejnou IP adresou), vytvoření připojení na základě příchozího požadavku na TCP připojení a implementovaný interní firewall zvyšuje bezpečnost připojení k internetu [8, 9].



Obr. 4. Virtuální sériové rozhraní pomocí funkce easy GPRS

- Jammed Detect & Report – sledování a předávání zpráv o přítomnosti rušivých signálů v GSM síti. Prostřednictvím AT příkazů lze nastavit počet kanálů, které mohou být rušeny a úroveň rušícího signálu, která bude jako rušení požadována. Lze také zjistit aktuální stav. Při správném nastavení lze informaci odeslat prostřednictvím SMS nebo lze po dohodě s operátorem využít tzv. emergency pásma [8, 9].

- Easy Script – moduly s touto funkcí jsou programovatelné pomocí jazyka Python. Jedná se o jazyk vysoké úrovně s přehlednou syntaxí a díky projektu open source je dobře dostupný [8, 9].

### 1.5.7 Teltonika

Litevská společnost Teltonika vznikla v roce 1998 jako dceřiná společnost firmy Nokia a v současné době prodává své produkty po celém světě. Firma má dlouholeté zkušenosti s vývojem GSM zařízení, široké technické zázemí a umožňuje velkou hardwarovou i softwarovou flexibilitu úprav dle požadavků zákazníka. V ČR je firma Teltonika zastoupena firmou Macro Weil spol. s r.o. [5, 10].

#### *Teltonika BoxN12R*

GSM kontrolér, který pro přenos dat používá modem Nokia 12. Podporuje technologie EDGE class 6 (až 177,6 kb/s), GPRS class 10 (až 114 kb/s), HSCSD (až 43,2 kb/s), CSD (až 14,4 kb/s), SMS (text / data), USSD (Unstructured Supplementary Services Data) a pracuje v pásmech 900 / 1800 MHz. Umožňuje také připojení GPS modulu pro přesnou lokalizaci zařízení. Teltonika BoxN12R nabízí otevřenou, plně programovatelnou architekturu, která umožňuje přizpůsobení zařízení všem potřebám. Ovládání probíhá zcela přes GSM síť. Disponuje sedmi digitálními, třemi analogovými vstupy, osmi digitálními výstupy a dvěma RS232 porty. Uchycuje se na DIN lištu (rozměry 120 x 101 x 22,55 mm) [5, 10].

#### *Modul TM2 / Modem COM/G10*

GSM/GPRS modul Teltonika TM2 nabízí podporu čtyř GSM pásem, GPRS třídy 10, uživatelské I/O linky včetně analogových vstupů, výstupů a v neposlední řadě také dva sériové porty. ModemCOM / G10 je pak finální GPRS modem založený na tomto modulu s jehož pomocí lze bezdrátově připojit osobní či jiný počítač k Internetu v případě, kdy není k dispozici pevná linka viz. (Obr. 5). ModemCOM funguje jako každý jiný modem a ovládá se standardními AT příkazy. Podporuje GPRS třídy 10, který se postará o vysokou přenosovou rychlost na GSM sítích – v tomto případě až 56 – 114 kb/s.

K přístroji se dodává i jednoduchý ovládací software a externí anténa. Rozměry bez připojené antény jsou 94 x 64 x 28 mm [5, 10].



Obr. 5. ModemCom – TM2

### 1.5.8 WM Ocean

Společnost WM Ocean s. r. o. nabízí celou škálu produktů z oblasti komunikací GSM, GPRS, EDGE a UMTS / HSDPA aplikací. WM Ocean je autorizovaným distributorem produktů Siemens a produktů EnOcean. Zákazníci zde mohou zakoupit nejen produkty těchto dvou společností, ale i veškeré potřebné příslušenství k těmto produktům jako např. konektory, antény, kabely k připojení antény, GPS atd. Kromě prodeje produktů Siemens a EnOcean nabízí zákazníkům bezplatnou technickou podporu [11].

#### *Majordom*

Majordom je GSM zařízení pro dálkové ovládání elektrických pohonů závor, vrat a dveří mobilním telefonem viz (Obr. 6). Integrovaný GSM modul SIEMENS zaručí snadné ovládání tzv. prozváněním (provoz zdarma) nebo SMS příkazy. Ověření práv uživatelů Majordomu probíhá pomocí seznamu telefonních čísel uložených na SIM kartě [11].

Vlastnosti:

- napájení z rozvodu 12 V, ze síťového zdroje (12 V adaptér) nebo akumulátoru (12 V)
- vstupy pro spínací kontakty (výstup alarmu, čidel atd.) (5 V)
- při zkratování vstupu odesílá přednastavitelné SMS na přednastavené číslo (pro každý vstup zvlášť)



- při zkratování vstupu postupné prozvánění až 8 přednastavených čísel (ALARM1 až ALARM8)
- galvanicky oddělené výstupy (spínací kontakty 230 V / 5 A)
- 1 spínací kontakt ovládaný prozvoněním z povolených čísel (sepnutí na pevně přednastavenou dobu)
- počet povolených čísel pro ovládání kontaktu dán pouze kapacitou SIM karty, čísla mohou být uložena pod libovolnými jmény
- oba výstupy ovládané pomocí SMS z čísel s povolením II. stupně (ALARM), možno dálkově ovládat sepnutí, sepnutí na 1 - 99 minut, rozepnutí
- nastavování všech parametrů zařízení (povolená čísla, systémový čas, oprávnění atd.) a kompletní ovládání zařízení (např. dálkové vytočení jiného než přednastaveného čísla) pomocí SMS pouze z oprávněných čísel s povolením III.stupně (ADMIN)
- kontrola provolaného kreditu, zasílání SMS operátora na přednastavené číslo
- nastavování všech parametrů přes RS232 počítačem nebo přes SMS nebo přímým uložením na SIM kartu zařízení
- systémový konektor pro další doplňková zařízení
- rozměry 145 x 75 x 30 mm



Obr. 6. GSM zařízení Majordom

## 2 GSM TECHNOLOGIE

Standardů bezdrátových datových komunikací je velké množství a následující kapitola si klade za cíl ve stručnosti představit nejvýznamnější a v současné době nastupující bezdrátové datové komunikace s ohledem na jejich možné využití v oblasti zabezpečení objektů.

Hlavní výhodou bezdrátových komunikací je jejich mimořádná flexibilita, která vyplývá přímo z podstaty bezdrátové komunikace, tedy neexistence kabelových rozvodů. Mezi problematické oblasti při využití bezdrátových komunikací naopak patří napájení (omezená životnost akumulátorů, popř. nutnost instalovat napájecí kabel), spolehlivost (rádiové rušení) a dosah signálu.

### 2.1 Datové přenosy v sítích GSM

Tato podkapitola se věnuje datovým přenosům v sítích GSM obecně. Před popisem konkrétních typů datových přenosů, je zmíněn obecný přístup k přenosu dat v sítích GSM.

Mobilní sítě GSM jsou digitální. To znamená, že vše je přenášeno v digitální podobě. Samotný přenos mezi mobilní stanicí (telefonem či jiným druhem terminálu) a základnovou stanicí, který se odehrává prostřednictvím rádiových vln, je ve své podstatě analogový. Proto i síť GSM musí používat vhodné techniky modulace, pomocí kterých namodulují digitální data na analogový signál, který je skutečně šířen éterem. Jedná se o interní záležitost sítě GSM, která není zvenku patrná. Na mobilní síť GSM se proto nahlíží jako na čistě digitální síť.

Bude-li zapotřebí využít síť GSM k datovému přenosu, je zapotřebí předávat síti data přímo v digitální podobě a přenechat síti starost o další přenos.

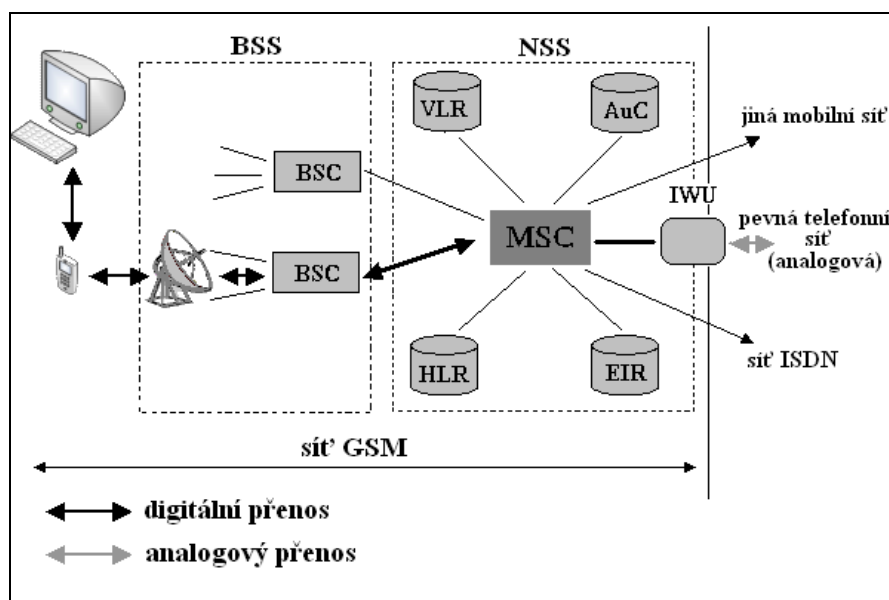
Různá zařízení, která fungují jako terminály (koncová zařízení) sítě GSM, tedy různé mobilní telefony, fixní terminály a podobně, mohou mít různá rozhraní a konvence pro připojování dalších zařízení počítačového typu. GSM modemem je označováno takové zařízení, které umožní propojit počítač s příslušným terminálem mobilní sítě. Tento modem může mít podobu technického (například PCMCIA karty, či speciálního adaptéru) nebo softwarového prostředku. K propojení počítače a mobilního telefonu stačí například sériový kabel, který se připojuje k sériovému rozhraní, podobně jako běžný externí modem pro analogovou síť.

Tento princip je stejný jako v sítích ISDN (GSM je někdy chápáno jako mobilní varianta ISDN). Není zde zapotřebí modem, který by konvertoval digitální data z počítače do analogové formy, protože síť ISDN funguje digitálně až do úrovně svých koncových terminálů. Místo modemu je potřeba vhodná karta, zajišťující potřebné napojení na rozhraní sítě ISDN a je schopná komunikovat v této síti.

Podobná je situace v sítích GSM. Podstatným rozdílem mezi sítěmi ISDN a GSM je, že rozhraní pro připojování koncových zařízení u ISDN je standardizováno a u GSM je rozhraní různé, protože jde o rozhraní mezi počítačem a konkrétním typem mobilní stanice.

Existují tři základní možnosti, k čemu se lze připojit na opačné straně přenosového kanálu viz. (Obr. 7):

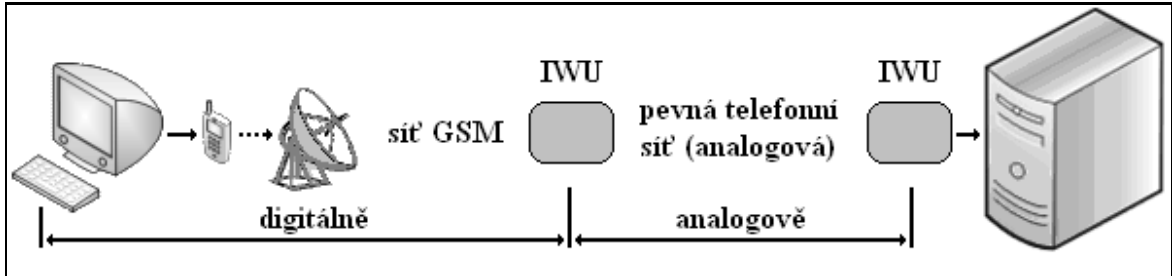
- připojí se analogová síť, většinou klasická pevná telefonní síť
- připojí se digitální síť (například síť ISDN nebo některá datová síť (internet))
- připojí se opět mobilní síť GSM



Obr. 7. Datový přenos mezi sítí GSM a ostatními typy sítí

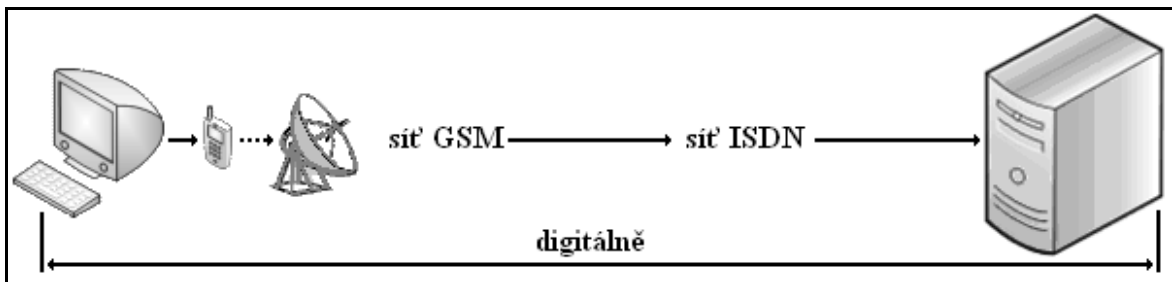
Zásadní rozdíl mezi jednotlivými variantami je v tom, jestli musí dojít v místě propojení ke konverzi digitálních dat na analogový signál, nebo ne.

V prvním případě, tedy když se skrz GSM síť připojuje k analogové síti zde musí být vhodný analogový modem (IWU - Inter Working Unit) v místě, kde dochází k propojení digitální sítě GSM a analogové telefonní sítě viz. (Obr. 8).



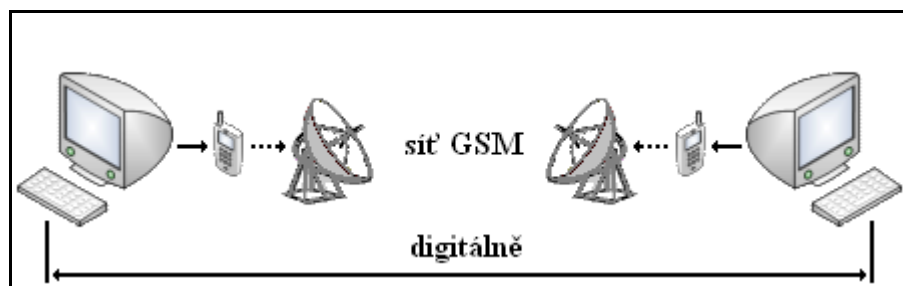
Obr. 8. Propojení sítě GSM s analogovou sítí

Ve druhém případě není žádné zařízení potřeba, protože propojení sítě GSM s navazující digitální sítí (ISDN) je řešeno přímo, bez modemu a hlavně bez konverze dat do analogové podoby viz. (Obr. 9).



Obr. 9. Propojení sítě GSM a ISDN

Je-li datový přenos realizován mezi dvěma mobilními stanicemi sítě GSM je situace stejná jako ve druhém případě. Odpadá zde jakákoliv konverze dat do analogové podoby viz. (Obr. 10).



Obr. 10. Propojení sítě GSM s jinou sítí GSM

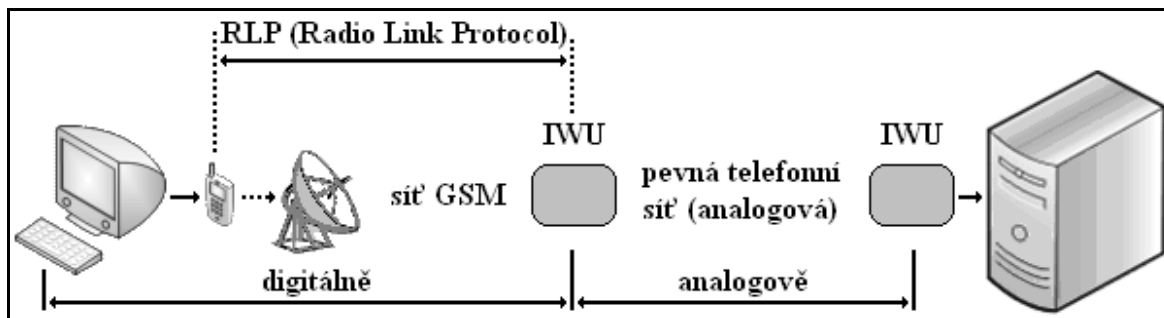
### 2.1.1 Transparentní a netransparentní datové přenosy

Důležitou vlastností datových přenosů v sítích GSM, je jejich schopnost vyrovnat se s případnými chybami při přenosu. V případě, kdy je 22,8 kb/s v každém slotu využíváno pro přenos dat (ať již rychlostí 14,4 kb/s nebo 9,6 kb/s) jsou využívány mechanismy pro realizaci přenosu, které v sobě obsahují zabezpečení proti chybám. Tyto mechanismy chránící proti chybám fungují podobně jako u přenosu hlasu „dopředně“, to znamená, že se snaží přidávat k přenášeným datům určité doplňující údaje, pomocí kterých pak příjemce může některé případné chyby opravit sám, bez toho, že by chybně přenesená data musela být přenášena znovu.

Toto řešení sice nezpomaluje tok dat ani nezpůsobuje žádné nepravidelnosti v jejich doručování, ale na druhé straně je velmi náročné na přenosovou kapacitu. Aby dokázalo opravit více chyb, musí k „užitečným“ datům přidat více režijních dat a k tomu má jen velmi málo prostoru (v případě přenosů rychlostí 9,6 kb/s se musí vejít do cca 13,2 kb/s, které zbývají do dostupných 28,8 kb/s, a u přenosů 14,4 kb/s má ještě méně prostoru a musí se vejít do 8,4 kb/s).

Zvyšování spolehlivosti při datových přenosech přidáváním režijních dat již není vhodné, protože je značně neefektivní. Místo toho se používá řešení, typické pro počítačové sítě fungující na paketovém principu. Využívá se toho, že mezi odesílatelem a příjemcem existuje zpětná vazba, a pokud příjemce přijme nějaká poškozená data, pošle odesílateli zpět zprávu s žádostí o jejich opětovné zaslání. Toto řešení samozřejmě vyžaduje, aby obě komunikující strany byly přesně domluveny na konkrétním postupu, neboli na konkrétním protokolu, který budou používat.

Tímto protokolem je RLP (Radio Link Protocol), odvozený od linkového protokolu HDLC, který pochází z paketových sítí. Ani RLP sice nedokáže zcela eliminovat možnost výskytu chyby v přenášených datech, ale dokáže toto nebezpečí výrazně zmírnit až na úroveň pravděpodobnosti výskytu chyby  $10^{-8}$ . Protokol RLP je implementován v koncových bodech GSM sítě. Na jedné straně v mobilní stanici, a na straně druhé za ústřednou MSC v zařízení IWU.

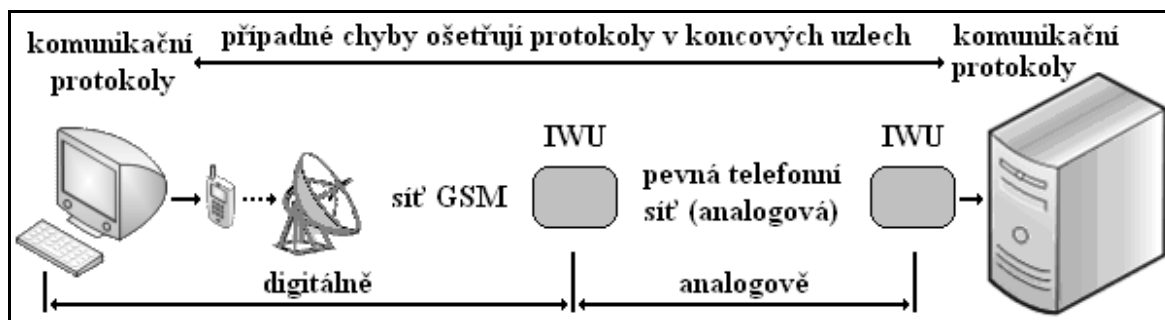


Obr. 11. Netransparentní přenos pomocí protokolu RLP

Používání protokolu RLP není povinné a je možné jej vypnout. Režim, kdy je tento protokol zapnut a používán, je označován právě jako netransparentní. Jeho výhodou je nízká chybovost, která je na druhou stranu vyvážena větším rozptylem přenosového zpoždění, neboli většími nepravidelnostmi v doručování dat. Pokud totiž protokol RLP objeví nějakou chybu v přenesených datech, nechává si data poslat znovu, a tím se samozřejmě narušuje pravidelnost toku dat. Režie, kterou protokol RLP způsobuje, jde na úkor přenosové kapacity odpovídající rychlostem 9,6 kb/s nebo 14,4 kb/s, a efektivní přenosová rychlost se ještě o něco snižuje.

Netransparentní režim přenosu je možné kombinovat s komprimačním protokolem V.42bis, jehož komprimační schopnosti jsou závislé na povaze přenášených dat a v optimálním případě dosahuje tento protokol kompresního poměru až 4:1. Důležité je, že použití tohoto protokolu je vázáno jen na netransparentní režim (tedy na současné použití protokolu RLP).

Používání protokolu RLP je možné vypnout. Tento režim přenosu dat se nazývá transparentní (transparentní v tom smyslu, že přenosová cesta se chová jako „průběžně průchozí roura“ a není z ní vůbec patrné, že přenos probíhá po síti GSM). Existence transparentního režimu je nutná kvůli mobilním stanicím (mobilní telefony i jiná koncová zařízení), které nemusí protokol RLP podporovat. Tento režim je důležitý i pro aplikace, kterým nemusí vyhovovat důsledky nasazení protokolu RLP, zejména pak nepravidelnosti v doručování dat. Existují totiž takové aplikace, kterým ani tak nevadí případná chybovost, jako spíše nepravidelnost v doručování dat. Jde například o multimediální aplikace (přenosy obrazu a zvuku).



Obr. 12. Transparentní přenos

I při použití transparentního režimu přenosu mohou být použity mechanismy zajišťující spolehlivost přenosů. Ty jsou nyní implementovány až v koncových uzlech, které spolu komunikují zatímco protokol RLP, pokud je v netransparentním režimu používán, je implementován přímo v GSM síti.

### 2.1.2 Shrnutí

Přenosové charakteristiky všech datových služeb poskytovaných přes rádiové rozhraní jsou přímo úměrné kvalitě rádiového signálu. V místech s lepšími rádiovými podmínkami lze očekávat větší přenosové rychlosti, menší latence a chybovost atd. Pokrytí území ČR rádiovým signálem není homogenní, a tak existují místa, kde jsou parametry lepší či horší, ať již jde o GPRS, EDGE nebo třeba CDMA.

## 2.2 GSM – SMS

Pod zkratkou SMS (Short Message Service) si většina představí především velmi oblíbenou krátkou textovou zprávu posílanou z mobilního telefonu. Správně by se ale mělo rozlišovat mezi uživatelskou službou (aplikací) a přenosovou službou (nosičem). SMS je současně uživatelskou službou i přenosovou službou, která by se měla řadit po boku datových služeb jako CSD, HSCSD a GPRS. Konkrétní vlastnosti SMS jako přenosové služby jsou však odlišné od vlastností ostatních přenosových mechanismů fungujících v rámci sítě GSM.

SMS funguje na principu přepojování paketů (podobně jako GPRS) – i když se přenášeným blokům neříká „pakety“, ale „zprávy“. Tyto zprávy nevyžadují, aby příjemce byl k dosažení ve stejné době, kdy zprávy odesílatel zadává k odeslání. Zprávy SMS mohou být dočasně uloženy na trase přenosu v části sítě GSM zvané

SMS centrum (SMSC). Toto centrum se po určitou dobu opakovaně snaží doručit zprávu příjemci.

Zprávy přenášené pomocí SMS se mohou „zdržet“ určitou dobu. Termín „zdržet“ přitom není zcela přesný, protože jde o jev očekávaný, a nikoli o neočekávaný důsledek nějaké nestandardní situace. Zprávy dokážou „počkat“ v přenosové síti na to, až je bude možné doručit, resp. až je bude jejich příjemce schopen převzít.

Zprávy SMS jsou za běžných podmínek doručovány během několika sekund. Na celkovém zpoždění se podílejí především zpoždění na rádiovém rozhraní a zpoždění ve frontě zpráv na SMSC. Za výjimečných podmínek, např. při velkém lokálním zatížení rádiového rozhraní nebo při velkém zatížení SMSC (Vánoce, Silvestr), se doba doručení může prodloužit až na hranici tzv. životnosti zprávy. Tu si může nastavit uživatel sám a pohybuje se od 1 hodiny do 72 hodin. SMSC posílá odesílateli potvrzení o doručení, popř. o jiném stavu zprávy SMS.

Proto je vhodné při přenosu zpráv SMS rozeznávat dvě fáze:

- Mobile Originating (MO) - přenos dat z mobilního terminálu do SMSC
- Mobile Terminating (MT) - přenos ze SMSC k přijímajícímu mobilnímu zařízení

Ne vždy musí být při přenosu zprávy SMS realizovány obě fáze, podle konkrétní aplikační služby může jedna nebo druhá fáze chybět.

Při použití přenosové služby SMS mají jednotlivé zprávy velikost 140 bytů. Při napsání zprávy prostřednictvím standardní (sedmibitové) abecedy SMS je možné do ní vložit až 160 znaků. Každá zpráva se přitom přenáší samostatně, přičemž k přenosu jsou určeny služební kanály sítě GSM. Proto mohou být zprávy SMS doručovány i v situaci, kdy mobilní terminál právě přenáší hovor či data. Rychlost odbavování zprávy SMS je dána četností služebních kanálů a jejich formátem. Jeden mobilní terminál je schopen odeslat nebo přijmout jednu zprávu SMS přibližně každých pět sekund.

Pro praktické aplikace je nutné použít nejen terminál GSM podporující zprávy SMS, ale také inteligentní zařízení, které umí zprávy SMS zpracovávat, tj. generovat zprávy SMS na základě určitých vnějších podnětů a naopak analyzovat příchozí zprávy SMS a aktivovat vnější procesy. V praxi se nyní zprávy SMS používají především pro:

- přenos stavových informací z elektronického zabezpečovacího systému objektu, automobilu apod.



- přenos notifikací z informačních a komunikačních systémů (servery, aplikace atd.)
- dálkové monitorování dvoustavových hodnot (např. technologická sběrnice, dvoustavové snímače a spínače)
- dálkové monitorování analogových údajů (teplota místnosti, výška hladiny apod.)
- dálkové ovládání pomocí logických výstupů (topení, osvětlení, výkonová zátěž apod.)
- dálkové ovládání analogového výstupu (nastavení teploty, ovládání regulátorů apod.)

Zprávy SMS jsou rovněž používány jako přenosová služba při zjišťování polohy terminálů GSM. Ve větších aplikacích se začínají uplatňovat různé metody přímého přístupu do SMSC operátora. Přímý přístup znamená, že při přenosu SMS je jedna fáze (MO nebo MT) realizována přes rádiové rozhraní sítě GSM a druhá fáze je nahrazena fixním datovým propojením mezi operátorem a informační infrastrukturou zákazníka. Existují dvě služby přímého přístupu do SMSC:

SMS Connect:

- zákazník a operátor jsou bezpečně propojeni přes šifrovaný tunel vytvořený prostřednictvím internetu
- zákazník má k dispozici virtuální číslo určené pouze k odesílání a příjmu SMS
- SMSC komunikuje se zákaznickou aplikací pomocí protokolu EMI (External Machine Interface)
- zákazník provozuje např. dispečerskou aplikaci, která může rychle zpracovávat velké množství zpráv SMS a jsou v ní zabudována pravidla pro práci s obsahem zpráv

SMSC Direct:

- velmi robustní a bezpečná služba (zcela oddělená od veřejné sítě), používaná především bankami pro GSM Banking a marketingovými společnostmi s velkým množstvím zpracovávaných zpráv SMS
- vytvoření virtuálního SMSC s garantovanou prostupností a množstvím specifických vlastností

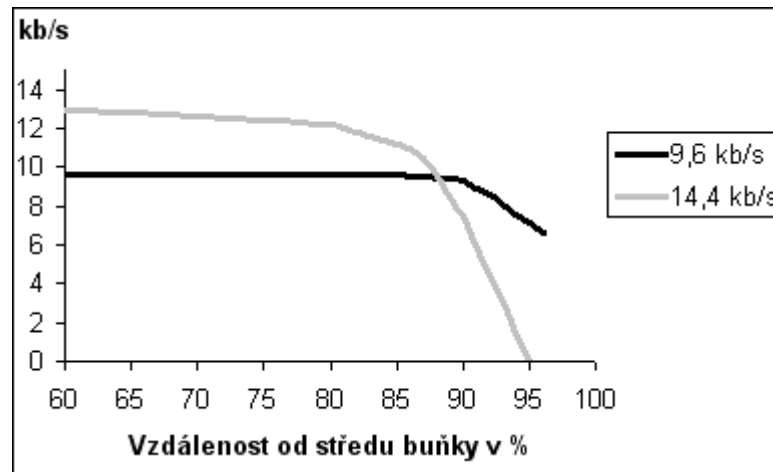
### 2.3 GSM – CSD

Datový přenos CSD (Circuit Switched Data) funguje na principu přepojování okruhů. To znamená, že mezi příjemcem a odesílatelem vzniká souvislá přenosová cesta s vyhrazenou přenosovou kapacitou.

U tohoto typu datového přenosu se používá velmi podobných technik a mechanismů pro zajištění spolehlivosti datových přenosů jako u hlasových hovorů. To vede k realizování datových přenosů nejbližší nižší „normovanou“ rychlostí vztahenou k datovému toku, který vzniká digitalizací hlasu a odpovídá rychlosti 13 kb/s. Používá se tedy rychlost 9,6 kb/s. Zbývajících cca 13,2 kb/s (do výsledných 22,8 kb/s) jde na vrub režii na zajištění spolehlivosti, ošetření chyb a výpadků, navazování spojení a tak dále.

Praxe ukázala, že datové přenosy nejsou tak citlivé na bezchybovost jako vysoce komprimovaný hlas, a tím je možné oslabit původně velmi robustní mechanismy ošetřující chyby a naopak zvýšit rychlost „čistého“ datového toku. Proto se původní datový tok 9,6 kb/s podařilo zvýšit na 14,4 kb/s. Ovšem za cenu, že takové přenosy vyžadují kvalitnější (silnější) signál. Graf ukazuje (Obr. 13), že se zhoršujícím se signálem (ve větších vzdálenostech od základnové stanice ve středu buňky) se využitelnost obou rychlostních variant zmenšuje, a to rychleji právě u rychlosti 14,4 kb/s.

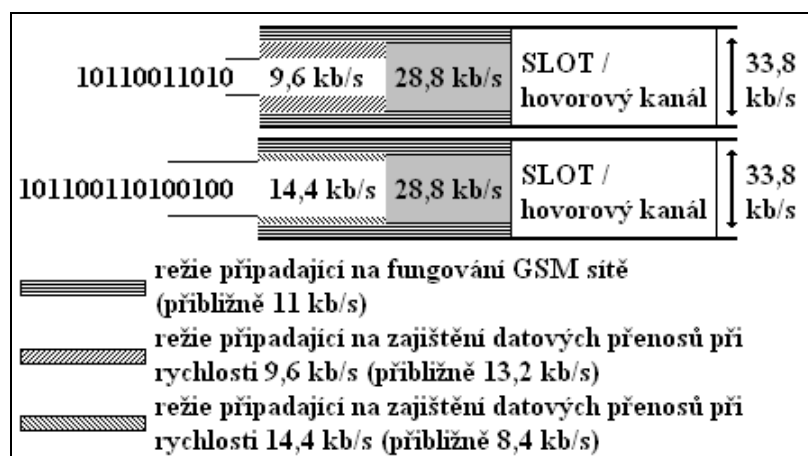
V okrajových částech buňky dochází k podstatnému snížení rychlosti (díky většímu počtu chyb se přenesou méně „užitečných“ dat).



Obr. 13. Závislost propustnosti na vzdálenosti mobilní stanice od středu buňky

### 2.3.1 Zvýšení rychlosti z 9,6 kb/s na 14,4 kb/s

Nedošlo k žádné změně v časování, ani ve formátu jednotlivých slotů a rámců či multirámců. Na jeden slot stále připadá celých 33,8 kb/s. Stejně tak nedošlo ke změně ani u mechanismů, které zajišťují samotné fungování GSM sítě (komunikaci s BTS, handover a tak dále). Ty si z 33,8 kb/s stále berou svých cca 11 kb/s, tak na každý slot připadá stále 22,8 kb/s. Změnilo se ale rozdělení těchto 22,8 kb/s mezi „užitečná data“ a mechanismy zajišťující fungování vlastních datových přenosů. Ty jsou oslabeny (hlavně v jejich robustnosti). Tím se dosáhne toho, že mají menší režii a z dostupné přenosové kapacity 22,8 kb/s nyní spotřebovávají jen asi 8,4 kb/s. Na vlastní přenosy zbývá (při dostatečně silném signálu) právě 14,4 kb/s (Obr. 14).



Obr. 14. Datové přenosy rychlostí 9,6 a 14,4 kb/s

Jednotlivé sloty jsou pouze jednosměrné. Pro obousměrnou komunikaci musí být použity vždy sloty dva. Jeden pro uplink (spojení od mobilní stanice k základnové stanici) a jeden pro downlink (spojení od základnové stanice k mobilní stanici).

Další oslabování mechanismů zajišťujících datové přenosy za účelem zvýšení propustnosti je možné, ale za cenu ještě většího zhoršení podmínek příjmu. Přesto existují cesty ke zvyšování přenosových rychlostí. Využívají sdružování jednotlivých slotů, a díky tomu i sčítání jejich přenosových rychlostí.

### 2.3.2 Shrnutí

CSD jsou první, nejstarší a „nejjednodušší“ datové přenosy v sítích GSM. Jde o nepaketovou formu přenosu. Vychází z technologie přenosu hlasu, kdy je pro každý datový přenos vyhrazen samostatný kanál (jeden pro příjem, druhý pro vysílání). Rychlost komunikace dosahuje 9,6 kb/s. V případě kvalitního signálu je možné dosáhnout rychlosti až 14,4 kb/s.

## 2.4 GSM – HSCSD

Datové přenosy HSCSD (High Speed Circuit Switched Data) jsou vylepšenou formou technologie CSD. Podstatou HSCSD je, že se komunikující dvojici přidělí více slotů současně na celou dobu existence jejich vzájemného spojení. Přenosová rychlost, kterou pak mají komunikující strany k dispozici, však není jednoduchým součtem přiděleného počtu slotů. Je to proto, že jednotlivé sloty jsou pouze jednosměrné, a pro obousměrnou komunikaci musí být vždy použity dva (jeden pro uplink a jeden pro downlink). Pokud je u standardního datového přenosu rychlost 9,6 kb/s či 14,4 kb/s, pak jde vždy o současné využití dvou slotů, jednoho pro příjem a druhého pro vysílání.

### 2.4.1 Třídy HSCSD

Technologie HSCSD umožňuje použít více jak dva sloty současně. Počet slotů je závislý na jejich momentální dostupnosti a na schopnosti koncového zařízení (mobilní stanice). Specifikace standardu HSCSD, rozděluje koncová zařízení do 18 tříd podle toho, s kolika sloty dokáží najednou pracovat.

Maximem je třída 18, ve které je možné využít všech 8 slotů jednoho rámce pro příjem a dalších 8 slotů jiného rámce pro vysílání, a to dokonce současně. Převedeno na rychlost

to odpovídá  $8 \times 14,4$  kb/s, což je 115,2 kb/s plně duplexně (oběma směry současně). Jedná se o rychlostní maximum technologie HSCSD, protože další zvyšování již naráží na omezenou velikost rámce, který má pouze 8 slotů.

Nejdůležitější z těchto 18 tříd shrnuje tabulka (Tab. 1):

Tab. 1. Třídy HSCSD

Třída	Maximální počet slotů		
	Rx - Příjem	Tx - vysílání	Celkem
1	1	1	2
2	2	1	3
3	2	2	3
4	3	1	4
5	2	2	4
6	3	2	4
9	3	2	5
10	4	2	5
12	4	4	5
13	3	3	6
18	8	8	16

Mobilní síť má v každé své buňce jen omezený počet frekvenčních kanálů, členěných na sloty. Pokud se určitý počet slotů vyhradí pomocí HSCSD pro potřeby rychlejších datových přenosů, nejsou již příslušné sloty využitelné pro jiné účely, ani pro hlasové přenosy. HSCSD proto velmi „užívá“ vzácné sloty, které se někdy nemusí dostávat ani pro hlasové hovory. Velmi proto záleží na tom, jak má konkrétní operátor dimenzovány své buňky a jaký je v nich provoz. Hlasové přenosy (telefonní hovory) přitom mají přednost před datovými přenosy.

Nejpoužívanější je ve většině případů třída 6 a proto jí bude věnována následující podkapitola.

#### 2.4.2 HSCSD třídy 6

V šesté třídě HSCSD je možné použít až čtyři sloty současně. Z tabulky (Tab. 1) vyplývá, že je na výběr ze dvou možností:

- **symetrické řešení** – pro datový přenos se využijí dva sloty pro příjem a dva pro vysílání. Přenosová rychlost toho řešení je tedy  $2 \times 14,4 \text{ kb/s}$ , což je  $28,8 \text{ kb/s}$  v obou směrech (za předpokladu využití slotů s rychlostí  $14,4 \text{ kb/s}$ ) nebo  $2 \times 9,6 \text{ kb/s}$ , což je  $19,2 \text{ kb/s}$  (za předpokladu využití slotů o rychlosti  $9,6 \text{ kb/s}$ )
- **asymetrické řešení** – pro datový přenos se využijí tři sloty pro příjem a jeden pro vysílání. Přenosová rychlost je v tomto případě  $3 \times 14,4 \text{ kb/s}$ , což je  $43,2 \text{ kb/s}$  pro příjem a  $14,4 \text{ kb/s}$  pro vysílání (za předpokladu využití slotů s rychlostí  $14,4 \text{ kb/s}$ ) nebo  $28,8 \text{ kb/s}$  ( $3 \times 9,6 \text{ kb/s}$ ) pro příjem a  $9,6 \text{ kb/s}$  pro vysílání (za předpokladu využití slotů s rychlostí  $9,6 \text{ kb/s}$ )

Z tabulky (Tab. 1) dále vyplývá, že asymetrické řešení je možné použít pouze v kombinaci 3 + 1 (větší rychlost na příjmu a pomalejší na vysílání) a ne obráceně, protože pro vysílání lze použít nejvíce 2 sloty (viz. kolonka Tx v tabulce (Tab. 1)). Toto asymetrické řešení nelze použít pro přenos mezi dvěma mobilními terminály (jeden by sice mohl přijímat rychlostí  $43,2 \text{ kb/s}$ , ale druhý by nedokázal stejnou rychlostí vysílat).

Asymetrický režim je proto určen pro datové přenosy, kdy na jedné straně je mobilní stanice a na druhé straně spojení ústí do jiné sítě (mimo GSM), která je již schopna komunikovat potřebnou rychlostí. Typickým příkladem je připojení k Internetu, kdy na „druhé straně“ je síť internetového providera a mobilní stanice bude převážně stahovat data z Internetu, k čemuž je větší rychlost na příjmu ideální.

Na základě podrobného rozebrání šesté třídy, lze odvodit jak maximální rychlosti přenosu tak také možné kombinace symetrického a asymetrického režimu pro ostatní třídy.

### 2.4.3 Shrnutí

Datové přenosy HSCSD jsou vylepšenou formou technologie CSD. Pro jeden přenos lze najednou použít více slotů a dosáhnout tak v ideálním případě rychlosti až  $115,2 \text{ kb/s}$  (při použití všech 8 slotů jednoho kanálu najednou). Datový přenos může být symetrický (data proudí oběma směry stejně rychle) nebo asymetrický (data proudí v jednom směru rychleji). Nevýhodou HSCSD je, že sloty zabrané pro přenos jsou blokovány po celou dobu spojení a nelze je již jinak využít. Tím se snižuje kapacita GSM sítě. Záleží proto na operátorovi konkrétní sítě pro jaké třídy (z 18 možných) se rozhodne.

## 2.5 GSM – GPRS

Zásadní odlišností GPRS (General Packet Radio Service) od dosavadních možností přenosu dat v mobilních sítích GSM je, že zatímco všechny dosavadní přenosy fungovaly na principu přepojování okruhů, GPRS funguje na principu přepojování paketů. Uživatelé využívají přenosovou kapacitu sítě pouze v okamžicích, kdy něco přenášejí a neblokují tak síť po celou dobu spojení.

### 2.5.1 Změny v síti GSM nutné pro funkci GPRS

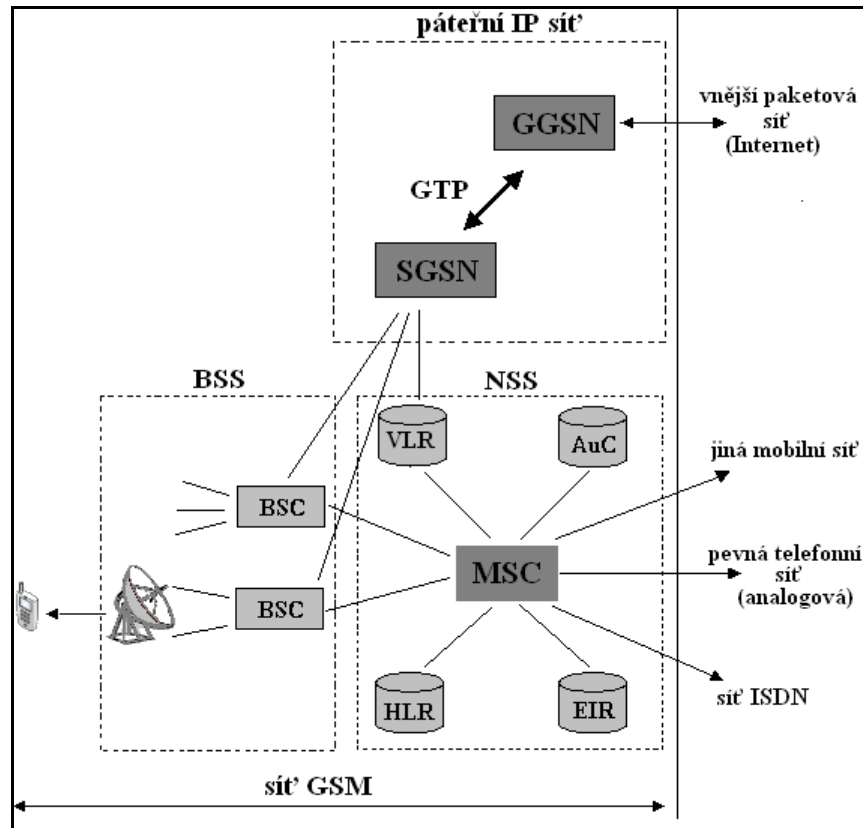
GPRS potřebuje na rozdíl od předešlých technologií přenosu dat, poměrně velký zásah do existující mobilní sítě, protože ta byla až dosud určena pouze na přenosy na bázi přepojování okruhů.

Největší změnou, kterou zavedení GPRS vyžaduje, si lze v jednoduchosti představit jako přeložení jedné další sítě (fungující na principu přepojování okruhů) přes stávající páteřní část mobilní sítě, neboli přes propojení základnových stanic (BTS), základnových řídicích stanic (BSC) a mobilních ústředěn (MSC), a provázání nové sítě se stávajícími řídicími prvky včetně prvků zajišťujících účtování za služby.

Nová síť, o kterou musí být stávající síť GSM rozšířena, je tvořena dvěma novými druhy uzlů viz. (Obr. 15):

- uzly SGSN (Serving GPRS Support Node)
- uzly GGSN (Gateway GPRS Support Node )

Obou typů uzlů přitom může být v síti více, podle toho kolik jich je zapotřebí. Pro každou vnější datovou síť, se kterou je mobilní síť propojena, většinou existuje samostatný uzel GGSN. Mezi sebou pak uzly SGSN a GGSN komunikují prostřednictvím protokolu GTP (GPRS Tunnelling Protocol), což je aplikační protokol ze skupiny protokolů TCP/IP. Sám využívá ke svému fungování transportní protokoly UDP nebo TCP, pod kterými je provozován protokol IP.



Obr. 15. Rozšíření sítě GSM o GPRS

### 2.5.2 Uzly SGSN

Uzly SGSN se dají přirovnat k mobilním ústřednám (MSC) v původní síti. Mají také na starosti doručování dat do (z) mobilních stanic v okruhu své působnosti, ale tentokrát již jde o paketová data, a ne o data přenášena na principu přepojování okruhů. Uzly SGSN jsou napojeny na základnové stanice (BTS) skrze základnové řídicí stanice (BSC), přes které zajišťují vlastní přenos dat. Kromě toho ale musí vždy být schopné zjistit, kde se příslušný terminál nachází, ověřit jeho identitu, zajistit řádné účtování za poskytnuté služby a podobně. Mají proto mimo jiné i přístup k některým registrům (například k registru HLR).

### 2.5.3 Uzly GGSN

Uzly GGSN naopak plní úlohu brány mezi mobilní sítí a vnější datovou sítí. Uzly GGSN zajišťují propojení obou těchto sítí a zprostředkovávají přestup dat z jedné sítě do druhé. V současné době se počítá s tím, že „vnější“ sítě pracují na bázi protokolu IP



(starší protokol X.25, který byl dříve používán pro veřejné datové sítě je dnes již považován za zastaralý).

#### 2.5.4 Služby GPRS založené na paketovém přenosu

Jak již bylo zmíněno, GPRS je založeno na paketovém způsobu přenosu dat. Samotný přenos na principu přepojování paketů může být realizován opět ve dvou různých variantách:

- **Nespojovaný (connectionless) přenos** - jednotlivé pakety jsou přenášeny nezávisle na sobě. Mezi odesílatelem a příjemcem není navazováno žádné spojení. Jednotlivé pakety se pak mohou dostávat ke svému cíli různými cestami a v důsledku toho mohou být doručovány i v jiném pořadí, než v jakém byly původně odeslány. Tímto způsobem pracuje mimo jiné i protokol IP ze skupiny protokolů TCP/IP.
- **Spojovaný (connection-oriented) přenos** - při tomto typu přenosu sice dochází k navázání spojení mezi příjemcem a odesílatelem, ale pouze na logické úrovni (jde pouze o vytyčení cesty, ale nevyhrazuje se přenosová kapacita). Jednotlivé pakety se pak dostávají ke svému cíli takto vytyčenou cestou, a tudíž je zachováno i jejich pořadí. Tímto způsobem pracuje například zastaralý protokol X.25.

GPRS podporuje oba tyto způsoby paketového přenosu. Různé druhy datových přenosů mohou mít různé požadavky na jejich kvalitu. GPRS nabízí různé úrovně kvality služeb (QoS - Quality of Service) a to v těchto oblastech:

- **Priorita** – jsou definovány tři úrovně priority: vysoká, střední a nízká. Například pakety přenášené se střední prioritou budou mít přednost před pakety s nižší prioritou, a naopak budou při svém přenosu dávat přednost paketům s vysokou prioritou.
- **Spolehlivost** – jsou definovány tři třídy spolehlivosti, které definují určité kombinace pravděpodobnosti toho, že dojde ke ztrátě paketu, k přijetí duplikátu, k poškození paketu nebo jeho doručení mimo pořadí viz. (Tab. 2)

- **Zpoždění** - jsou definovány čtyři třídy vztažené k průměrnému zpoždění a ke zpoždění 95 % přenášených paketů pro dvě různé délky paketů viz. (Tab. 3)
- **Propustnost** - je definována maximální (špičková) a střední (užitečná) přenosová rychlost viz. (Tab. 4)

Tab. 2. Třídy spolehlivosti v GPRS

Třída	Pravděpodobnost (1 výskyt na uvedený počet případů)			
	Ztráta paketu	Duplikát	Mimo pořadí	Poškozený
1	$10^9$	$10^9$	$10^9$	$10^9$
2	$10^4$	$10^5$	$10^5$	$10^6$
3	$10^2$	$10^5$	$10^5$	$10^2$

Tab. 3. Třída garantovaného zpoždění v GPRS

Třída	Paket 128 bytů		Paket 1024 bytů	
	Střední hodnota zpoždění	Zpoždění 95 % paketů	Střední hodnota zpoždění	Zpoždění 95 % paketů
1	< 0,5s	< 1,5s	< 2s	< 7s
2	< 5s	< 25s	< 15s	< 75s
3	< 50s	< 250s	< 75s	< 375s
4	Není garantováno	Není garantováno	Není garantováno	Není garantováno

Tab. 4. Třídy přenosu GPRS pro jeden timeslot

Třída	„užitečná“ přenosová rychlost - 1 timeslot
CS – 1	9,05 kb/s
CS – 2	13,4 kb/s
CS – 3	15,6 kb/s
CS – 4	21,4 kb/s

Na základě těchto tříd si mobilní stanice mohou domluvit s mobilní sítí konkrétní nastavení parametrů přenosu pro konkrétní relace. Tato „domluva“ probíhá následujícím způsobem.

Mobilní stanice, která chce používat služby GPRS, se musí nejprve zaregistrovat do sítě u jejího SGSN uzlu, konkrétně provést takzvaný „GPRS attach“. V rámci něj síť zjistí, zda uživatel mobilní stanice má právo na to co požaduje, zkopíruje jeho profil z HLR do SGSN a přiřadí mobilní stanici dočasný paketový identifikátor (P-TMSI). Pokud stanice chce komunikovat s jiným uzlem v některé z externích datových sítí (mimo danou mobilní síť), musí navíc získat i adresu příslušející této síti tak, aby se druhému účastníkovi jevila jako účastník jeho sítě, s určitou konkrétní adresou. Pokud se jedná například o připojení k internetu, musí stanice získat vhodnou IP adresu (jako síťovou adresu používanou v Internetu). Tato adresa přitom může být přidělována buď staticky (pokaždé stejná), nebo dynamicky (například i pokaždé jiná, podle momentální dostupnosti).

Celkově musí mobilní stanice získat tzv. PDP kontext (Packet Data Protocol context), jehož součástí je kromě samotné adresy také adresa GGSN uzlu, který slouží jako brána do vnější sítě, a také specifikace dohodnuté kvality služeb (QoS). Tento PDP kontext, který uzel získává při operaci „GPRS attach“, musí být ještě takzvaně aktivován, a právě touto aktivací se dotyčná mobilní stanice stává „viditelnou“ z vnější datové sítě a je schopná komunikace s vnější datovou sítí (například s Internetem). Stává se tak plnohodnotným uzlem příslušné vnější sítě (například Internetu) a její postavení se nijak principiálně neliší od postavení ostatních uzlů této sítě. Mobilní stanice se může libovolně pohybovat v dosahu mobilní sítě. Její mobilitu pokrývají uzly SGSN tak, aby se na její schopnosti komunikovat s vnější sítí vůbec neprojevovala.

### **2.5.5 Přenosová rychlost GPRS**

Datové přenosy pomocí GPRS a změny provedené v GSM síti neovlivňují komunikaci mezi mobilní stanicí a BTS.

GPRS nemění frekvenční rozsahy, které GSM síť používá, ani jejich dělení pomocí časového multiplexu na 8 slotů, ani vnitřní formát jednotlivých slotů. Nemění způsob modulace (GMSK - Gaussian Minimum Shift Keying) použité v sítích GSM. Mění režii

připadající na zajištění přenosu a také se snaží používat co nejvíce slotů současně, až do maxima 8.

Stejně jako u všech předešlých technologií přenosu dat připadá na každý slot hrubá přenosová rychlost 33,8 kb/s. Po odečtení režie připadající na fungování mobilní sítě samotné, zbývá přenosová rychlost 22,8 kb/s. Z této rychlosti se u standardního CSD odečítá ještě dalších 13,2 kb/s (8,4 kb/s) připadajících na zajištění samotného přenosu, zejména jeho spolehlivosti.

V případě GPRS je možné vyjít opět jen z těchto 22,8 kb/s a snažit se minimalizovat počet dalších režijních bitů připadajících na zajištění přenosů. Velmi záleží na konkrétních podmínkách šíření signálu. Při optimálních podmínkách je možné výrazněji oslabit režii na zajištění přenosu, a při horších podmínkách šíření je naopak nutné ji opět zvětšit. GPRS proto zavádí čtyři různé třídy označované jako „coding scheme“. Tabulka (Tab. 4) ukazuje, jaké „užitečné“ rychlosti se dosahuje v jednotlivých třídách CS 1 až CS 4 v jednom slotu. Doplněk do 22,8 kb/s pak připadá na režii. Mobilní terminály (telefony) jsou rozděleny do tříd, podle toho kolik timeslotů (TS) umí použít pro uplink, downlink a kolik současně. Např. dnes nejběžnější telefon třídy 10 umí pro downlink použít 4 timesloty a pro uplink 1 time slot nebo 3 timesloty pro downlink a 2 pro uplink. Pracuje tedy v konfiguraci 4 + 1 nebo 3 + 2 (dohromady 5 timeslotů). Tabulka (Tab. 5) obsahuje seznam tříd a jejich možnosti ve využívání timeslotu pro příjem i vysílání.

Tab. 5. Třídy přenosu GPRS

Třída	Příjem - TS	Vysílání - TS	Současně - TS
1	1	1	2
2	2	1	3
3	2	2	3
4	3	1	4
5	2	2	4
6	3	2	4
7	3	3	4
8	4	1	5
9	3	2	5
10	4	2	5
11	4	3	5

12	4	4	5
32	5	3	6

Pokud by GPRS mohlo využít maximální počet 8 slotů současně, pak by při optimálních podmínkách šíření signálu, kdy lze použít třídu CS - 4, odpovídalo rychlosti 8 x 21,4 kb/s, což je 171,2 kb/s. To je maximální přenosová rychlost, kterou GPRS umožňuje.

Je ale třeba zdůraznit, že je to spíše jen teoretické maximum, protože k dosažení této přenosové rychlosti je zapotřebí mít optimální podmínky pro šíření signálu a možnost alokovat všech 8 slotů současně. V praxi toto nastává jen velmi vzácně.

Zásoba slotů, ze které GPRS může čerpat, je totiž výrazně omezena nejen počtem kanálů, které konkrétní operátor dostal v rámci své licence, ale zejména hustotou sítě, charakterem konkrétní buňky a počtem frekvenčních kanálů, které má daná buňka k dispozici. O kanály a v nich vytvářené sloty se v rámci každé buňky dělí jak hlasové přenosy tak i přenosy datové, a priority jsou následující:

- nejvyšší prioritu mají hlasové přenosy
- nižší prioritu mají klasické datové přenosy fungující na principu přepojování okruhů, tedy CSD a HSCSD
- nejnižší prioritu mají paketové datové přenosy (pomocí GPRS), které tudíž získávají jen takovou kapacitu, která zůstává po uspokojení požadavků hlasových přenosů, CSD a HSCSD

### 2.5.6 Shrnutí

Datové přenosy pomocí technologie GPRS vyžadují poměrně velký zásah do existující mobilní sítě. GPRS je založen na přepojování paketů. Data musí být před přenosem nejprve vhodně rozdělena na jednotlivé pakety. Tyto pakety jsou přenášeny vždy celé a musí být opatřeny vhodnou identifikací svého příjemce.

Přenosové kapacity, které jsou k dispozici, nejsou nikomu trvale vyhrazeny, ani nejsou nijak děleny. Místo toho jsou všechny dostupné přenosové kapacity ponechány „na jedné hromadě“ a jsou postupně, maximálním možným tempem, využívány k přenosu paketů

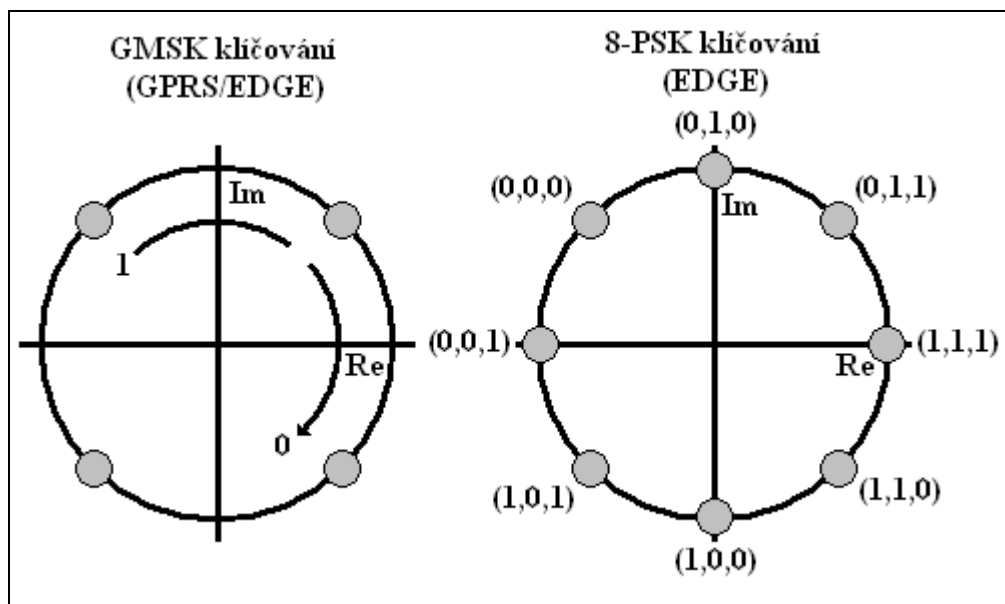
zadaných k odeslání. Toto je velká výhoda oproti přenosům CSD a HSCSD, které blokují jimi zabrané sloty po celou dobu spojení.

Teoretická maximální rychlost přenosu dosahuje 171,2 kb/s. Této hodnoty je ale ve skutečnosti těžké dosáhnout z důvodu omezeného počtu volných slotů a nízké priority GPRS před ostatními druhy přenosů.

## 2.6 EDGE

EDGE (Enhanced Data rates for Global Evolution nebo také Enhanced Data rates for GSM Evolution) je dalším vývojovým stupněm v technologii GSM po zavedení datových přenosů pomocí GPRS. Technologie EDGE nabízí několik metod a vylepšení, které umožňují dosáhnout efektivního přenosu dat a vysoké spektrální účinnosti v tomto úzkopásmovém buňkovém systému.

Hlavní vylepšení spočívá v použití modulace 8-PSK (osmistavová fázová modulace) viz. (Obr. 16), která dovoluje přenést tři informační bity pomocí jednoho symbolu na rádiové vrstvě. Naproti tomu modulace GMSK, která je použita u GSM/GPRS, dovoluje přenést pouze jeden informační bit na jeden symbol na rádiové vrstvě.



Obr. 16. Klíčovací diagramy pro GPRS a EDGE

Rozšíření EDGE zahrnuje dvě hlavní části:

- EGPRS (Enhanced GPRS) – pro přepínání paketů – paketové přenosy

- ECSD (Enhanced CSD) – pro přepojování okruhů – CS (Circuit Switched)

EGPRS je tedy rozšířením služby GPRS, která nabízí paketový přenos a tarifování za přenesená data nebo za měsíční paušál. ECSD je rozšíření služby HSCSD, tedy služby komutovaných digitálních okruhů.

Jelikož HSCSD je mnohem méně používán z důvodu tarifování (účtování podle času a počtu kanálů), dominuje dnes GPRS (účtování podle přenesených dat nebo měsíční paušál a neomezená data) datovým přenosům v GSM. Stejná situace je i u ECSD a EGPRS. Většina operátorů ECSD v rámci EDGE ani neimplementuje stejně, tak jako, výrobci mobilních telefonů implementují ve svých zařízeních většinou pouze CSD, GPRS a EGPRS.

Dále je použit nový způsob kanálového kódování, aby se zlepšila odolnost signálu proti rušení. Jsou zavedena nová kódovací schémata MCS-1 až MCS-9, která jsou rozdělena do tří skupin (A, B, C) podle přístupu k opravě chyb vzniklých při přenosu viz. (Tab. 6). EDGE je tedy služba, která dokáže pracovat při menším odstupu signálu od šumu a menší intenzitě signálu než GPRS.

Tab. 6. Přehled kódovacích schémat

MCS	Modulace	Skupina	Max. rychlost na timeslot
MCS-1	GMSK	C	8,8 kb/s
MCS-2	GMSK	B	11,2 kb/s
MCS-3	GMSK	A	14,8 kb/s
MCS-4	GMSK	C	17,6 kb/s
MCS-5	8PSK	B	22,4 kb/s
MCS-6	8PSK	A	29,6 kb/s
MCS-7	8PSK	B	44,8 kb/s
MCS-8	8PSK	A	54,4 kb/s
MCS-9	8PSK	A	59,2 kb/s

Jsou-li nad rádiovým rozhraním používány protokoly TCP/IP, je možné zaznamenat velký rozptyl přenosové rychlosti a latence a velkou nevyrovnanost přenosových charakteristik. Tyto velké odchylky jsou zčásti způsobeny nedokonalostí rádiového média, ale také určitými vlastnostmi protokolů TCP/IP. Jde zejména o adaptaci na případné výpadky

linkové vrstvy, tj. přenosového média. Proto jsou ve službě EDGE implementovány i další mechanismy IR (Incremental Redundancy) a LA (Link Adaptation), které vedou ke zmenšení rozptylu přenosových vlastností.

### 2.6.1 Přenosové rychlosti

GPRS nabízí nejvyšší rychlost na downlinku 80 kb/s, při kódování CS-4 a konfiguraci telefonu 4+1 (4 timesloty pro downlink a jeden pro uplink), u EGPRS je to při stejné konfiguraci telefonu 4+1 maximálně 236,8 kb/s při použití kódového schématu MCS-9. V praxi se u EGPRS (EDGE) dosahuje rychlostí kolem 200 kb/s pro downlink a kolem 100 kb/s pro uplink (při konfiguraci timeslotů 3+2).

K využití služby je ovšem potřeba mobilní telefon nebo jiné zařízení, které tuto technologii podporuje.

### 2.6.2 Dostupnost

Samotná služba je velmi těžko rozlišitelná od samotného GPRS. Na displejích jednotlivých mobilních telefonů není nijak poznat, jestli mobilní telefon přijímá signál EDGE nebo GPRS. Tato služba musí být implementována ve vysílači (BTS), ke kterému je mobilní telefon přihlášen.

Předpokladem použití služby EDGE je vytvoření potřebné infrastruktury u operátora a použití terminálu podporujícího EDGE u uživatele. V obou případech, u operátora i uživatele, je tedy nutné vyměnit dosavadní techniku podporující GPRS, protože modulaci a kanálové kódování není možné změnit pouhou změnou firmwaru v základnové stanici a rádiovém terminálu – nelze tedy softwarově aktualizovat např. telefon GPRS na telefon EDGE.

Pro operátory znamená výměna hardwaru na základnových stanicích poměrně náročný proces a nemalé náklady. Proto se tato technika obvykle instaluje nejprve do lokalit s intenzivním datovým provozem (městské aglomerace) a teprve později se pokrytí EDGE rozšiřuje na menší města a méně osídlené oblasti.



### 2.6.3 EDGE a moduly

Integrace podpory EDGE do systému, který již používá GPRS, je velmi snadná. Terminál EDGE se totiž z hlediska uživatele a vývojáře chová úplně stejně jako terminál GPRS, jen komunikuje vyšší rychlostí.

Ať již jde o veřejný nebo soukromý přístupový bod (do sítě Internet nebo Intranet), vždy v něm mohou bez problémů koexistovat oba typy terminálů, GPRS i EDGE. Vlastnosti jako zařazení terminálu do APN, řízení přístupu, přidělení IP adres, směrování IP paketů, nastavení a zabezpečení jsou stále stejné. Také rozhraní těchto terminálů vzhledem k řídicímu nebo řízenému technologickému zařízení je úplně totožné. Nejčastěji se uživatelé mohou setkat s tzv. modemy GPRS/EDGE, kde hostitelské zařízení komunikuje s modemem pomocí AT příkazů a musí umět protokoly TCP/IP a PPP. Pro průmyslové využití je však výhodnější používat inteligentní moduly, které umožňují oddělit řídicí protokoly od protokolů pro komunikaci. Hostitelské zařízení potom komunikuje příslušným řídicím protokolem (S-bus, M-bus apod.) a nestará se o síťové protokoly jako TCP/IP a PPP. Takové inteligentní moduly obsahují modem EDGE, který je však z uživatelského hlediska nepřístupný.

## 2.7 Mobilní síť 3. generace

Mobilní síť třetí generace vycházejí z jiného výchozího předpokladu než síť první a druhé generace. V sítích 3G již není primární hlas a ostatní je jakýsi doplněk, který se musí přizpůsobit. Naopak již od začátku jsou primárně určeny pro datové přenosy a to s ohledem na stále rostoucí přenosové kapacity. Hlavní požadavky na síť třetí generace jsou:

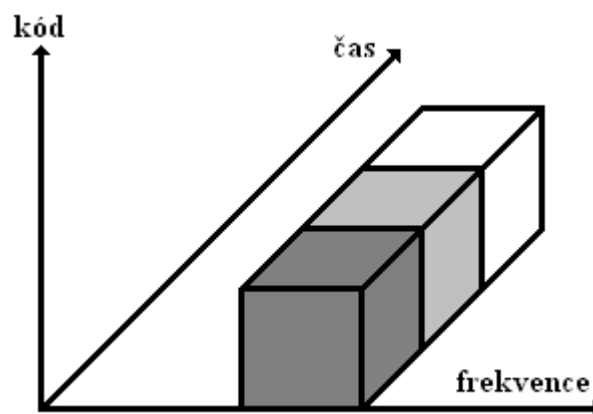
- vysokorychlostní komunikační služby a asymetrické datové přenosy
- podpora pro nespojitý (IP přenosy) a spojitý (videokonference) datové přenosy
- nové modely účtování (objem dat versus čas)
- vyšší kapacita sítě, nové technologie pro další rozšiřování sítě (každý uživatel bude potřebovat daleko více kapacity v porovnání s dnešní potřebou)
- podpora pro simultánní datové a hlasové přenosy (uživatel bude moci například používat internet a telefonovat zároveň bez potřeby druhého přístroje)

Sítě 3G již nejsou tak výrazně orientovány na spojovaný způsob fungování na principu přepojování okruhů, ale od začátku počítají i s nespojovaným způsobem fungování na principu paketových přenosů.

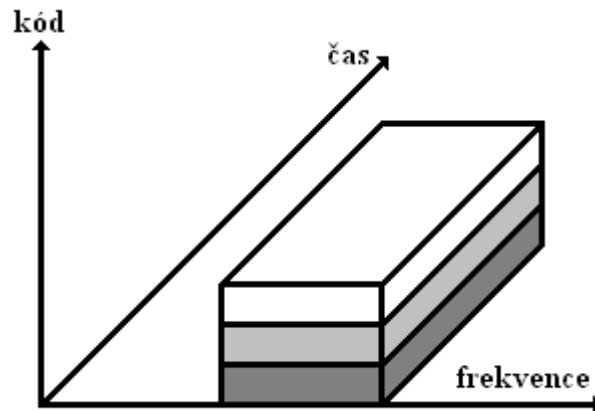
### 2.7.1 UMTS

Podstatnou změnou v sítích třetí generace je použití odlišného dělení frekvenčních kanálů. Dosavadní technika časového multiplexu (TDMA - Time Division Multiple Access) je nahrazena technikou takzvaného kódového multiplexu (CDMA - Code Division Multiple Access) nebo dokonce jeho vylepšením - širokopásmovým kódovým multiplexem (WCDMA - Wideband CDMA).

Rozdíl je následující. Při časovém multiplexu je frekvenční pásmo děleno v čase, to znamená, že individuální příjemci komunikují vždy v určité časové okamžiky a v jiných okamžicích komunikují jiní příjemci viz. (Obr. 17). Při kódovém multiplexu, které používají sítě třetí generace, komunikují všichni uživatelé současně (neexistuje žádné časové dělení). Z přijatého signálu si „vyříznou“ (dekódují) pouze to, co je určeno jim viz. (Obr. 18). K rozeznání různých uživatelů, kteří používají jedno frekvenční pásmo simultánně, se používá uživateli přidělený binární kód. Tato metoda využívá frekvenční pásmo mnohem efektivněji než časový multiplex.



Obr. 17. Časový multiplex (TDMA)



Obr. 18. Kódový multiplex (CDMA)

### 2.7.2 HSDPA

HSDPA (High-Speed Downlink Packet Access) je protokol mobilní telefonie označovaný jako technologie 3,5G („třiapůlta generace“). Objevil se v Release 5 standardu UMTS. HSDPA je dostupné jak pro UMTS FDD tak pro UMTS TDD. HSDPA zvyšuje podstatně přenosovou rychlost pro downlink. Rychlost UMTS Release 99 (Release 3) je pouze 384 kb/s. HSDPA je založeno na několika inovacích architektury sítě, díky nimž se dosahuje nižšího zpoždění při přenosu, rychlejších reakcí na změnu kvality kanálu a zpracování H-ARQ (Hybrid Automatic Repeat reQuest) hybridního automatického požadavku na opakování přenosu.

Další změny jsou provedeny přímo na rádiové části sítě, tedy na RNC (Radio Network Controller) a Node-B (základnová stanice). Hlavní změnou, která přispívá ke zrychlení toku dat a odstranění zpoždění a rozptylu, je přesunutí některých úkolů ze samotného RNC na Node B. Základnové stanice se nyní namísto RNC starají o plánování a řízení přímo na vrstvě 1, většina funkcí MAC (Medium Access Control, řízení přístupu k médiu) důležitých právě pro zpoždění a rozptyl dat je z RNC v Release 5 přesunuta na Node-B. Díky tomu data urazí kratší trasu před tím, než se dekodují a třeba se zjistí, že něco není s nimi v pořádku a že je potřeba poslat je znovu. Snižují se tím nároky na dobu jejich přenosu, ale i na RNC, naopak je potřeba výkonnější hardware Node-B. MAC se v Release 5 nově nazývá MAC-HS, čímž dává tato funkce najevo, že je dislokována na Node-B. Oproti Release 99 zavádí HSDPA nová schémata pro přenos paketových dat. Namísto rychlého řízení vysílacího výkonu a proměnného faktoru rozprostření se používá

dynamická adaptivní modulace a kódování, vícekódové operace, rychlé plánování a opakované odesílání na fyzické vrstvě.

Tab. 7. Třídy HSDPA

Třída	Max. počet HS-DSCH kódů	Modulace	Max. rychlost
1	5	QPSK a 16-QAM	1,2 Mb/s
2	5	QPSK a 16-QAM	1,2 Mb/s
3	5	QPSK a 16-QAM	1,8 Mb/s
4	5	QPSK a 16-QAM	1,8 Mb/s
5	5	QPSK a 16-QAM	3,6 Mb/s
6	5	QPSK a 16-QAM	3,6 Mb/s
7	10	QPSK a 16-QAM	7,3 Mb/s
8	10	QPSK a 16-QAM	7,3 Mb/s
9	15	QPSK a 16-QAM	10,2 Mb/s
10	15	QPSK a 16-QAM	14,4 Mb/s
11	5	pouze QPSK	0,9 Mb/s
12	5	pouze QPSK	1,8 Mb/s

Díky HSDPA bude u W-CDMA sítí (tedy evropského UMTS) teoreticky možné nabízet sdílené rychlosti maximálně 14,4 Mbit/s (maximální rychlost na jednu buňku), efektivní rychlosti budou podstatně nižší a při startu HSDPA se očekává, že mobilní terminály budou schopny využívat rychlosti maximálně do 1,8 Mb/s. Rychlost 14,4 Mb/s pro jedno zařízení se nedá v dohledné době očekávat při této rychlosti by totiž terminál (telefon) musel najednou používat 15 kódů současně a všechny timesloty čímž by pro sebe zabral celou kapacitu jednoho sektoru.

### 3 GSM MODUL G24 A VÝVOJOVÝ KIT

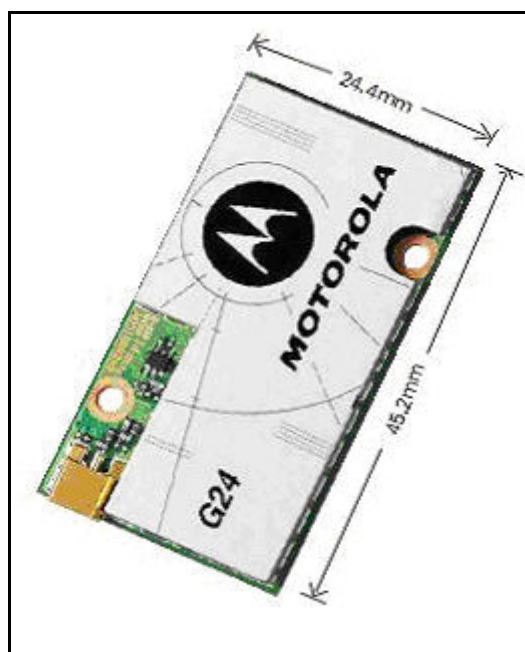
Tato kapitola se podrobněji věnuje popisu GSM modulu Motorola G24 distribuovaném firmou Macroweil, který byl použit při vypracování praktické části bakalářské práce.

Modul G24 (Obr. 19) je vysokorychlostní čtyřpásmový GSM modul pro jednoduché využití GSM sítě v koncových zařízeních. V současné době je také důležité, že G24 odpovídá směrnici RoHS. Modul G24 podporuje EDGE a je možné ho programovat na platformě Java. Tento modul je předurčen pro nasazení v širokém rozsahu aplikací:

- **Přenos naměřených dat** – přenos dat ze zákaznického zařízení, která se nejčastěji posílají přes GPRS na server, kde se poté vyhodnocují.
- **Zabezpečení a ovládání objektů** – na GSM modul jsou napojeny vstupy a výstupy ze zabezpečovacího zařízení v objektu. Jejich změny jsou přenášeny na PCO (Pult Centrální Ochrany) nebo přímo k majitelům objektu například prozvoněním nebo zasláním SMS. GSM modul se dá využívat i pro zapínání a vypínání spotřebičů v objektu.
- **Zabezpečení a sledování pohybu vozidla** – podobně jako u budov lze zabezpečit i vozidlo. Navíc v kombinaci s GPS přijímačem lze získat polohu vozidla při krádeži nebo údaje z GPS používat do knihy jízd.
- **GSM brány** – pro využití hlasových funkcí GSM modulu
- **Výtahové systémy** – využití hlasových služeb pro případ nouzového volání a datových přenosů pro sledování provozních a servisních dat z výtahu
- **GPRS datové modemy** – využití GSM modulu k připojení na Internet

Modul G24 je podobný výkonnému jádru mobilního telefonu, který může být integrován do jakéhokoliv systému nebo produktu, který potřebuje zprostředkovat hlasové nebo datové služby přes GSM síť. Modul významně vylepšuje schopnosti systému od osamělého izolovaného produktu až po výkonný systém s možností globální bezdrátové komunikace. Modul je navržen jako kompletní GSM komunikační řešení s nastavitelnými rozhraními a hlavně pro podporu v širokém rozsahu aplikací. Všechna tato vybavení a rozhraní jsou jednoduše kontrolována a nastavována jednoduchými AT příkazy, pomocí kterých má uživatel plnou kontrolu nad zařízením. Obsahuje A/D a GPIO rozhraní a

regulovatelné výstupní napájení pro napájení externích obvodů. Přes tato rozhraní je možné ovládat a pracovat s externími aplikacemi a přijímat informace z externích prostředí nebo obvodů. Modul obsahuje 70 pinový board to board konektor, skrze který jsou vedena všechna aplikační rozhraní. Velmi malé kompaktní rozměry (24,4 x 45,2 x 6,5 mm) a nízká hmotnost (10,1 g) umožňují modul libovolně umístit na jakoukoliv desku. Na desku se připevňuje pomocí dvou montážních otvorů (2 x  $\varnothing 2,4$  mm). Pokročilý napájecí model velmi redukuje energetické nároky na minimum a díky tomu prodlužuje život napájecím bateriím.



Obr. 19. GSM modul G24

### 3.1 Zpětná kompatibilita s GSM modulem G20

Modul G24 je zpětně kompatibilní se staršími moduly G18 a G20 firmy Motorola. Tato kompatibilita je jak hardwarová (rozměry modulu i konektor a zapojení jeho pinů je shodné), tak i softwarová (AT příkazy, které fungují u modulů G18 a G20 fungují stejně i u modulu G24). Tímto je zaručeno, že přechod od starších modulů k novějším je bezproblémový. Ovšem modul G24 obsahuje novější funkce, podporuje více AT příkazů a novější technologie (EDGE, Java).

### 3.2 Vlastnosti

**Základní vlastnosti:**

- Podporuje GSM Quad Band, 850/900/1800/1900 MHz
- Rozměry: 24,4 x 45,2 x 6,5 mm
- Upevnění: dva otvory  $\varnothing$  2,4mm
- Hmotnost: 10,1 g
- Pracovní teplota: -20°C až +60°C
- Napájecí napětí: 3,3 až 4,2 V
- Vysílací výkon: 850/900 MHz - třída 4 (2 W): 1800/1900 MHz - třída 1 (1 W)
- Citlivost přijímače: 106 dBm
- Připojovací konektory:
  - 70 pin board-to-board
  - RF MMCX – konektor pro připojení antény
  - SIM karta: 3,0V
- Rozhraní:
  - USB 2.0 full speed
  - UART (BR od 300 b/s do 115 Kb/s, Auto BR)
  - dva fyzické UARTy pro AT příkazy & data

**Vlastnosti implementované JAVY:**

- JSR 185 JTW1 vyhovuje:
  - JSR 139 CLDC 1.1
  - JSR 118 MIDP 2.0
  - JSR 135 MMAP 1.1
  - JSR 120 WMA 1.1
- SR 75 vyhovuje:
  - File connection API (PIM API)
  - Patentované API

- 8 GPIO
- 3x AD převodník
- 3 simultánní sériové spojení (2 UART & USB)
- CSD / hlasové volání
- General operations and settings
- OTA Midlet download
- Midlet auto start:
  - více než 2 MB pro Java aplikace
  - více než 512 KB RAM
  - přímé ladění

**Datové vlastnosti:**

- GPRS:
  - Multi slot třídy 10 (4 downlink, 2 uplink, 5 celkem)
  - Max BR downlink 85,6 Kb/s
  - Třída B GSM 07.10 multiplexní protokol
  - Kódovací schéma CS1-CS4
  - Vestavěný TCP/IP a UDP/IP stack
- EDGE (v závislosti na modelu):
  - Multi slot třídy 10 (4 downlink, 2 uplink, 5 celkem)
  - Max BR downlink 236,8 Kb/s (přes RS232)
  - Kódovací schéma MCS1-MCS9
- CSD:
  - Max BR downlink 14,4 Kb/s
- SMS:
  - MO / MT Text a PDU mód
  - Informace buňky



- FAX Třídy 1

**Hlasové spojení:**

- Telefonie
- Digitální audio signál
- Dvě oddělené audio linky
- Kódování EFR/HR/FR/AMR
- Podpora DTMF (Dual Tone MultiFrequency)
- Další funkce:
  - potlačení echa
  - potlačení rušivých zvuků
  - vedlejší tón
  - řízení hlasitosti

**Služby závislé na GSM síti:**

- USSD II (Unstructured Supplementary Services Data)
- Předání hovoru
- Přidržení hovoru, konferenční hovor
- Přesměrování hovoru
- Indikace zmeškaného hovoru
- AOC (Advice of Charge) – služba kalkuluje hovorné
- Blokování hovorů

**Podpora znakových sad:**

- UTF8
- UCS2
- GSM
- IRA

- HEX

**Indikace stavu / ovládání:**

- 8 GPIO
- 3x A/D převodník
- GSM / GPRS pokrytí
- Wake up vstup/výstup
- Detekce přítomnosti antény
- Teplotní senzor
- Napěťový senzor

**AT příkazy:**

- GSM 07.05
- GSM 07.07
- GSM 07.10
- Vlastní AT příkazy firmy Motorola

**Příslušenství:**

- Zavaděč firmware prostřednictvím sériové linky
- Vývojový kit

**Odpovídá směrnicím:**

- FTA, FCC, DOC, PTCRB
- R&TEE
- GCF
- EMC
- QS9000 manufacturing
- RoHS

### 3.2.1 AT příkazy

Jedna z možností, jak nastavit modul G24 nebo zjistit užitečné informace vztahující se k modulu, síti a komunikaci, je pomocí AT příkazů. AT příkaz je textový příkaz, který začíná uvozujícími znaky AT a končí znakem <CR> (#13). AT příkaz se standardně posílá na primární UART sériový port. Přes tento port přicházejí odpovědi o provedení příkazu a odpovědi na dotazy. Základním pravidlem je, že nový příkaz lze poslat tehdy, až přijde odpověď na předchozí. Modul G24 umí zpracovat základní AT příkazy a vlastní AT příkazy firmy Motorola. K odesílání a přijímání AT příkazů se nejvíce používá program Hyperteminál, který je součástí operačního systému Windows firmy Microsoft (Nabídka Start → Programy → Příslušenství → Komunikace → HyperTerminál). Seznam všech AT příkazů, které podporuje modul G24 je v příloze (P IX).

### 3.2.2 DTMF technologie

DTMF (Dual Tone MultiFrequency) je telefonní technologie, která umožňuje vytvořit 16 různých tónů za použití 8 kmitočtů. Těchto 16 tónů dostačuje k zajištění zvláštního tónu pro každé ze 12 základních tlačítek na tlačítkovém telefonu a pro 4 doplňkové klávesy.

### 3.2.3 Java

Java je jedním z nejpoužívanějších programovacích jazyků na světě. Díky své přenositelnosti je používána pro programy, které mají pracovat na různých systémech. Java je interpretovaný programovací jazyk velmi podobný programovacímu jazyku C. Java má „inteligentní“ interpret, který zjednodušeně řečeno překládá kód aplikace při jeho prvním provádění. Při opakovaném použití se používá už jednou přeložený kód. Aplikace v C i Javě mohou být tedy stejně rychlé, neboť málokdy se v aplikacích vykonává kód pouze jednou. Větší část aplikací tvoří cykly, opakovaně volané funkce atp.

Programovací jazyk Java má tyto vlastnosti:

- objektový jazyk pro psaní robustních aplikací
- srozumitelnou syntaxi podobnou jazyku C s přísnou typovou kontrolou
- automatickou správu paměti, přidělování a uvolňování paměti objektům
- možnost vícevláknových aplikací (multitasking)

- řízení zpracování chybových stavů (správa tzv. výjimek)
- knihovny „API“ pro řešení běžných činností (sériová, TCP/IP, HTTP komunikace, ukládání dat, práci s datovými prvky atp.)
- přenositelné aplikace mezi různými zařízeními splňující standardy JAVA

Modul G24 lze jednodušeji nastavit (naprogramovat) pomocí jazyku Java. Uživatel si naprogramuje příslušnou aplikaci na PC a do modulu potom přenesou pouze přeloženou aplikaci. Pro naprogramování aplikace na PC je nutné mít nainstalované následující programy:

- DirectX 9.0c
- Dot Net Framework 2 firmy Microsoft
- JDK 1.5 NetBeans 5.5
- MIDway 2\_8
- Motorola Java ME SDK

### 3.2.4 M2M

Technologie M2M (Machine to Machine) označuje řešení, která umožňují, aby zařízení komunikovala s dalšími zařízeními bez lidského zásahu. Jedná se o velmi rychle rostoucí segment trhu, který je založen na kombinaci několika technologií – sběru dat, jejich přenosu a zpracování. V technologii M2M se setkávají rovnou tři obory – výpočetní technika, elektronika a telekomunikace.

### 3.2.5 QS900

QS900 je oborová norma automobilového průmyslu. Byla vypracována skupinou Chrysler /Ford / General Motors a obsahuje jednak plné znění normy ISO 9001 tak i další požadavky zejména z oblasti zavádění nových výrobků, schvalování výrobků zákazníkem, uplatňování vybraných metod, způsobilosti procesů a neustálého zlepšování. Požadavkům této normy musí vyhovět v různém stupni každý dodavatel do automobilového průmyslu.

### 3.2.6 RoHS

RoHS (Restricted of the use of Hazardous Substances) je direktiva zakazující použití nebezpečných látek v elektrických a elektronických výrobcích vydaná Evropskou komisí 27. ledna 2003. Tato direktiva vstoupila v platnost 1. července 2006. Cílem direktivy RoHS je zakázat používání nebezpečných látek při výrobě elektrického a elektronického zařízení a tím přispět k ochraně lidského zdraví a životního prostředí. Direktiva RoHS zakazuje použití těchto látek:

- Kadmium
- Rtuť
- Olovo
- Šestimocný chróm
- Polybromované bifenyly (PBB)
- Polybromované difenylethery (PBDE)

Používání zařízení obsahující uvedené těžké kovy a retardanty hoření (PBB, PBDE) nad určený limit je direktivou zakázáno. Direktiva stanovuje jisté výjimky pro některá zařízení z důvodu nutnosti použití zakázaných látek při technologických postupech výroby.

### 3.2.7 USSD

USSD (Unstructured Supplementary Service Data) je služba, při níž se data uvnitř sítě přenášejí po signalizačních kanálech. Přenos má podobné vlastnosti jako přenos pomocí SMS. Jelikož však neprochází SMS centrem, je o něco rychlejší (nehrozí zadržení v přehlceném SMS centru).

### 3.2.8 UTF – 8

UTF – 8 je kódování s proměnnou délkou, což znamená, že symbol je zakódován jedním až čtyřmi bajty. To znamená, že první bajt UTF – 8 je použit pro kódování ASCII, takže znaková sada je zpětně kompatibilní s ASCII. V UTF – 8 jsou kódy znaků anglické abecedy shodné s odpovídajícími ASCII kódy, ale jsou o jeden bit delší.

### 3.3 Architektura

Modul G24 je rozdělen do několika bloků (digitální, analogový a GSM blok) viz. obrázek blokového schématu v příloze (P I).

#### **Digitální blok obsahuje:**

- MCU (Micro Controller Unit) slouží pro vykonání uživatelského nebo systémového kódu
- DSP (Digital Signal Processor) slouží pro hlasové a datové procesy
- sériové komunikační rozhraní (UART, USB, SIM, SPI)
- rozhraní sběrnice digitálního zvuku
- GPIO (General Purpose Input Output) - rozhraní vstupů a výstupů

#### **Analogový blok obsahuje:**

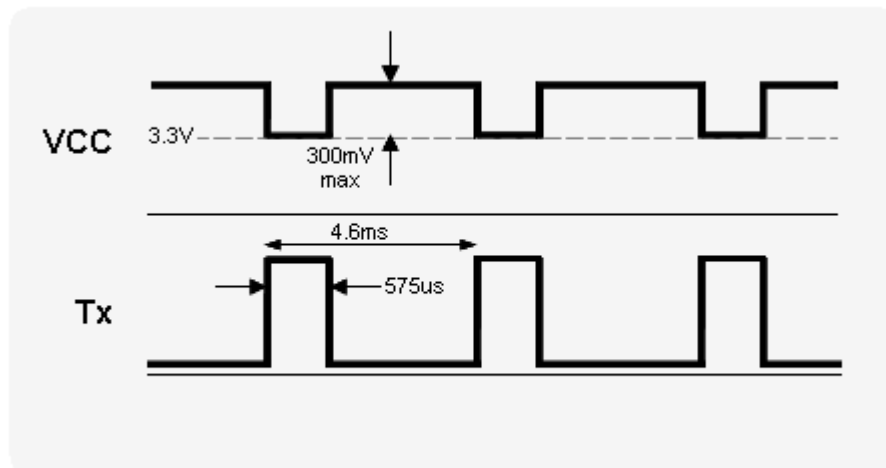
- PMIC (Power Management IC) – centrum pro regulaci napájení (interní a externí regulátory)
- rozhraní sběrnice analogového zvuku (reproduktor, mikrofon, headset, siréna)
- A/D rozhraní (A/D převodníky, napěťový senzor, teplotní senzor)
- RTC (Real Time Clock) – systém reálného času

#### **GSM blok obsahuje:**

- RF (Rádio Frekvenční) zesilovač – pro komunikaci ve všech čtyřech pásmech (850 / 900 / 1800 / 1900 MHz)
- RF (Rádio Frekvenční) přijímač – pro komunikaci ve všech čtyřech pásmech (850 / 900 / 1800 / 1900 MHz)
- SPIC (Signal Processing IC) – slouží pro příjem a vysílání dat prostřednictvím GSM sítě
- FEM (Front End Module) – obsahuje harmonický filtr a anténový přepínač
- filtry – čtyřpásmový SAW filtr, který vybírá požadované komunikační pásmo

### 3.4 Napájení

Napájení samotného GSM modulu musí být stejnosměrným napětím v rozmezí 3,3 V až 4,2 V. Napájení musí udržovat svou konstantní hodnotu i během přenosu informací skrz GSM síť (proudový odběr maximálně 2 A) viz. (Obr. 20). Napájecí rozhraní má 8 kontaktů pro napájení modulu viz. (Tab. 8). Pro správnou funkci musí být zapojeny všechny kontakty.



Obr. 20. Stav napájení během GSM komunikaci

Tab. 8. Kontakty napájecího rozhraní modulu G24

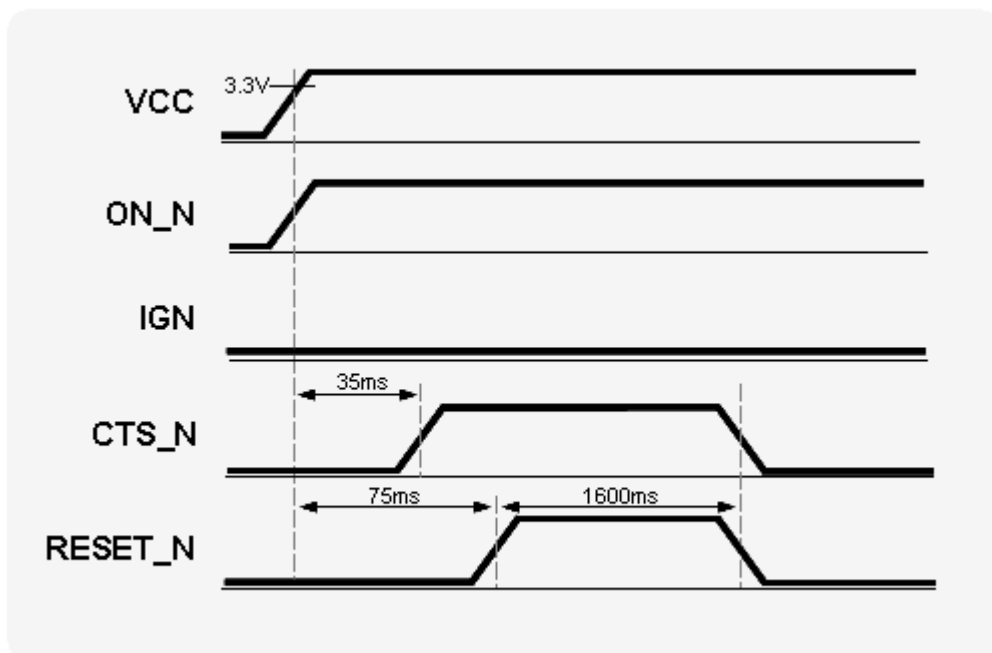
Pin #	Název signálu	Popis
1-4	GND	Hlavní zemnicí konektor pro modul G24
5-8	VCC	DC napájecí vstupy pro modul G24 VIN = 3,3 V až 4,2 V IRMS = 550 mA během datového přenosu IMAX = 2 A během vysokofrekvenčního impulsu

#### 3.4.1 Zapnutí a vypnutí modulu

Proces zapínání a vypínání modulu obsahuje dvě primární fáze, které jsou stejné jako hardwarové výstupní signály RESET\_N a CTS\_N. Signál RESET\_N indikuje zda-li je modul G24 zapnut nebo vypnut. Když je tento signál nastaven do logické nuly (low), tak je modul vypnutý. Přepnutím signálu do logické jedničky (high) se modul zapne. Signál

CTS\_N indikuje stav sériového rozhraní (UART). Když je tento signál nastaven do logické nuly (low) je sériové rozhraní připraveno ke komunikaci. Stejně vlastnosti má signál CTS2\_N pro sériové rozhraní UART2.

Když je napájení modulu stabilně na minimálním pracovním napětí (3,3 V), modul sice není zapnutý, ale vnitřní RTC časovač je aktivní. Pokud je modul zapnut viz. (Obr. 21) pomocí některé metody popsané níže, proběhne nejdříve automatický vnitřní systémový test, během kterého jsou ověřeny základní funkce. Typická délka testu je 1600 milisekund. Po úspěšném průběhu testu je modul připraven k použití. Pokud je modul připojen k napájecímu napětí poprvé nebo po delší době, ihned se zapne a po úspěšném provedení testu se zase vypne. Zapnutý zůstane když se během testu (po uplynutí minimálně 100 ms) přepne stav signálu ON\_N nebo IGN.



Obr. 21. Stav signálů během zapnutí modulu G24

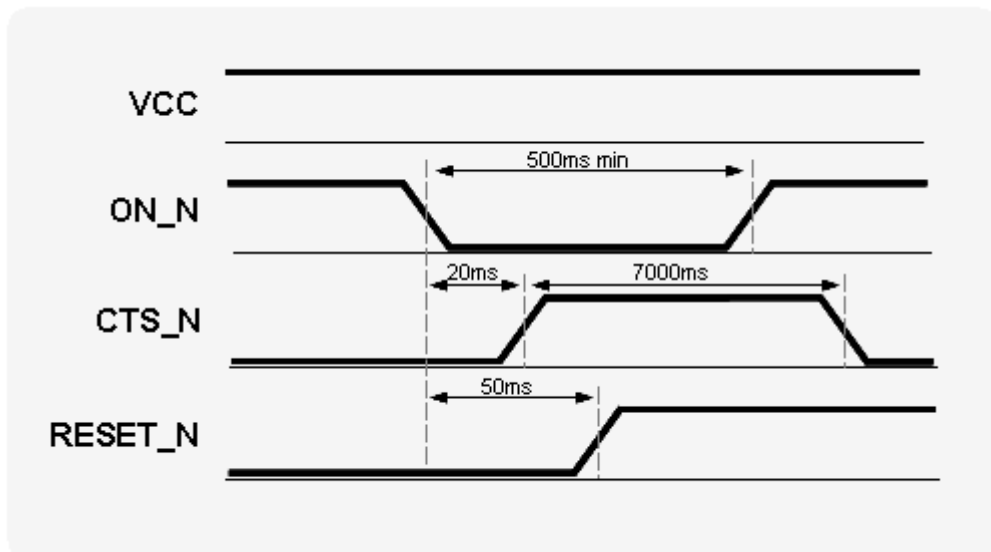
Modul může být vypnut pomocí AT příkazu AT+MRST. Tento příkaz emuluje vypnutí pomocí signálu ON\_N.

#### ***Zapnutí a vypnutí modulu pomocí ON\_N signálu***

ON\_N signál je nastaven do logické jedničky (high) ihned po připojení pracovního napětí. Přepnutím signálu do logické nuly (low) na dobu v rozmezí od 500 ms do 1500 ms se

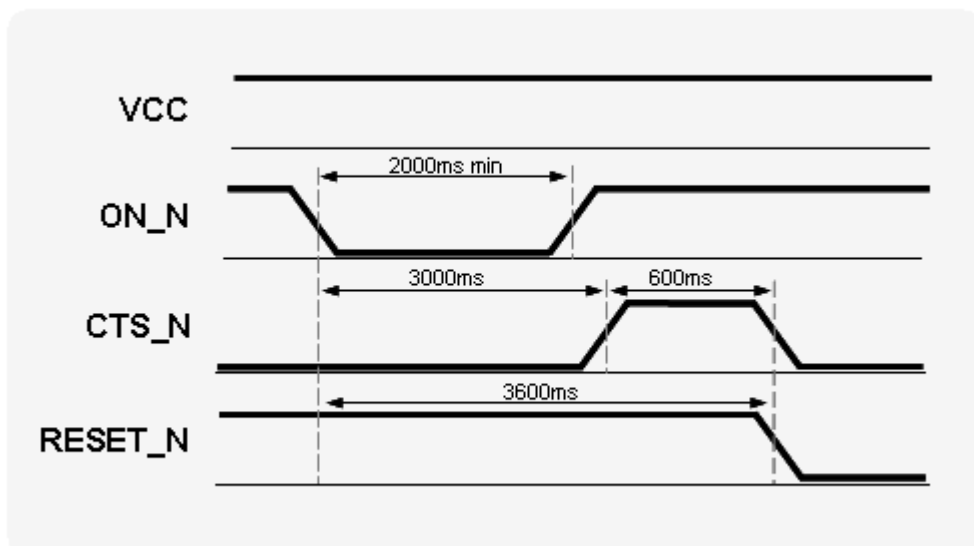


modul zapne viz. (Obr. 22). Přepnutím signálu z logické jedničky na logickou nulu na delší dobu než 1500 ms se modul po zapnutí ihned vypne.



Obr. 22. Stav signálů během zapnutí modulu G24 signálem ON\_N

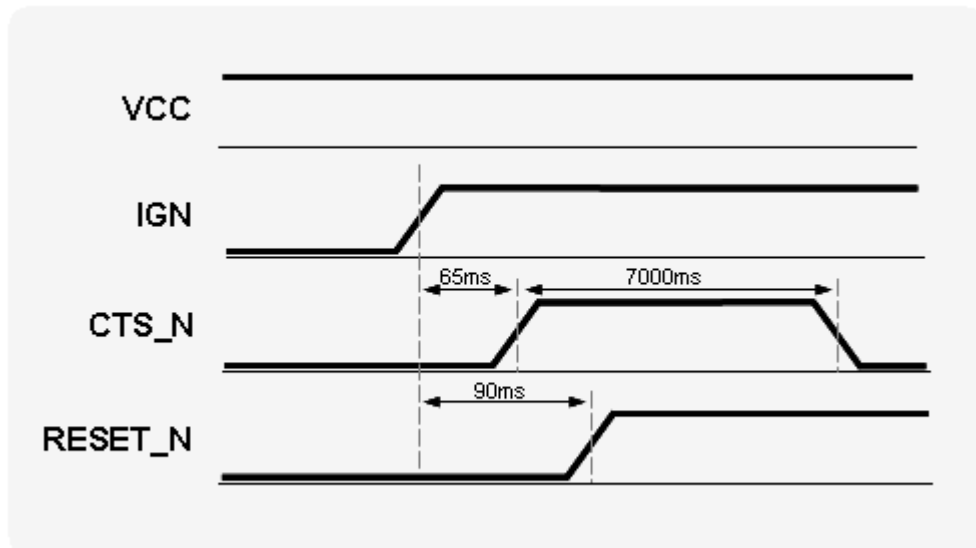
Přepnutím signálu kdykoliv po zapnutí modulu na logickou nulu na delší dobu než 1500 ms se modul bezpečně vypne. Nejdříve se ukončí všechny běžící procesy, ukončí se komunikace na všech rozhraních (sériové, GSM) a modul se normálně bezpečně vypne viz. (Obr. 23).



Obr. 23. Stav signálů během vypínání modulu G24 signálem ON\_N

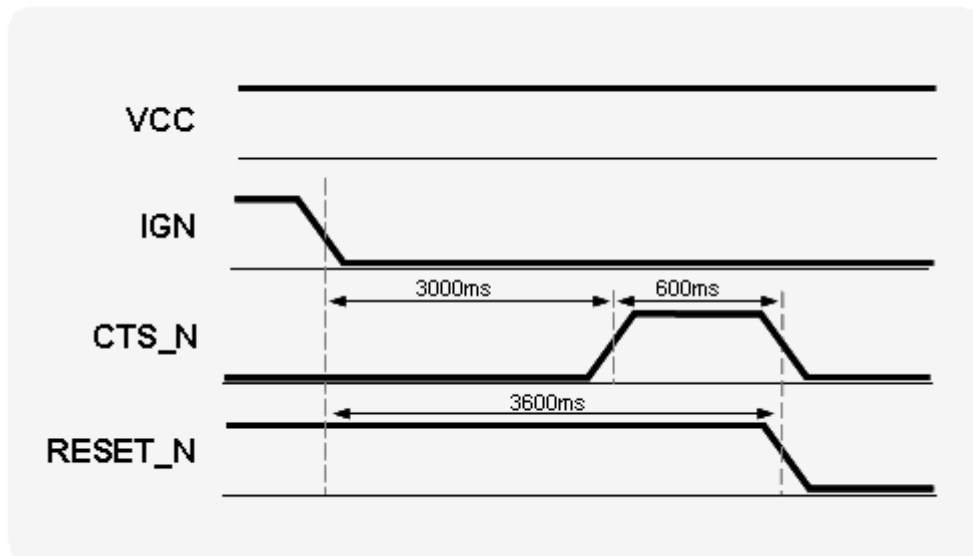
### *Zapnutí a vypnutí modulu pomocí IGN signálu*

IGN signál řídí zapnutí a vypnutí modulu. Po přepnutí do logické jedničky (high) se modul zapne (signál musí být ve stavu logické jedničky po celou dobu zapnutí) a po přepnutí do logické nuly (low) se modul vypne viz. (Obr. 24).



*Obr. 24. Stav signálů během zapínání modulu G24 signálem IGN*

Modul se může vypnout pomocí signálu IGN jen v případě, že byl pomocí tohoto signálu zapnut. Přepnutím signálu IGN do logické nuly se modul bezpečně vypne. Nejdříve se ukončí všechny běžící procesy, ukončí se komunikace na všech rozhraních (sériové, GSM) a modul se normálně bezpečně vypne viz. (Obr. 25). Signál IGN taktéž neumožní vypnutí modulu ihned po jeho zapnutí. Musí uběhnout minimálně 30 s od zapnutí přístroje z důvodu ochrany před neúmyslným vypnutím přístroje po jeho zapnutí.



Obr. 25. Stav signálů během vypínání modulu G24 signálem IGN

### *Vypnutí modulu ztracením nebo snížením pracovního napájení*

Vypnutí modulu z důvodu nízkého pracovního napětí nastane, když napájecí čidla zjistí, že je pracovní napájení pod minimální pracovní hodnotou (3,3 V). Tento způsob vypnutí není doporučen jako regulérní. Může dojít ke ztrátě dat nebo poškození přístroje.

## 3.5 Pracovní stavy

Modul G24 umožňuje pracovat v několika pracovních stavech. Každý pracovní stav jiným způsobem aktivuje a deaktivuje různá rozhraní viz. (Tab. 9).

Tab. 9. Pracovní stavy (módy) modulu G24

Módy	Popis	Funkce
Nepřipojeno	Hlavní napájení (VCC) je odpojeno	Modul G24 je vypnut. Všechny signály připojené ke konektoru rozhraní musí být nastaveny na 0 (low).
RTC mód	Hlavní napájení (VCC) připojeno. RESET_N signál je nastaven do 0 (low)	Rozhraní modulu G24 je vypnuté. Aktivní pouze vnitřní časovač RTC. Všechny signály připojené ke konektoru rozhraní musí být nastaveny na 0 (low).
Standardní (idle) mód	RESET_N signál je nastaven do 1 (high), CTS_N a DSR_N signály jsou nastaveny na 0 (low)	Modul G24 je plně aktivní, připojený k síti GSM a připravený komunikovat. Toto je standardní stav.
Úsporný (sleep) mód	RESET_N signál je nastaven do 1 (high), CTS_N signál je deaktivován	Modul G24 je v úsporném módu. Aplikační rozhraní je vypnuto, ale modul G24 pravidelně kontroluje požadavky z GSM sítě.
CSD nebo GPRS/EDGE spojení	RESET_N signál je nastaven do 1 (high), TXEN_N signál překlápí hodnotu	Probíhá GSM komunikace. Po skončení GSM komunikace se modul G24 vrátí do posledního módu před začátkem komunikace.

### 3.5.1 Real Time Clock

Modul G24 obsahuje obvod reálného času, který vykonává spousty interních funkcí. Nejdůležitější je asi uchování času pro správné synchronizování. RTC subsystém je implementován v IMPC a pracuje ve všech pracovních stavech (vypnuto, nízkonapěťový mód, normální mód) stejně dlouho tak, jak je napájecí napětí alespoň na pracovní úrovni. Čas a datum může být nastaven a řízen:

- automaticky z GSM sítě (GSM síť musí podporovat automatické aktualizování časové zóny), obvod RTC se zaktualizuje a potom udržuje zaktualizovaný čas
- použitím AT příkazu AT+CCLK (pomocí tohoto AT příkazu se čas a datum manuálně nastaví na požadovanou hodnotu a vypne se automatická aktualizace prostřednictvím GSM sítě)

Pokud je pracovní napájení odpojeno nebo pod pracovní úrovní, obvod reálného času (RTC) se restartuje a hodnoty času a datumu jsou ztraceny. Při příštím připojení pracovního napájení je potřeba čas a datum opět nastavit, buď automaticky nebo manuálně.

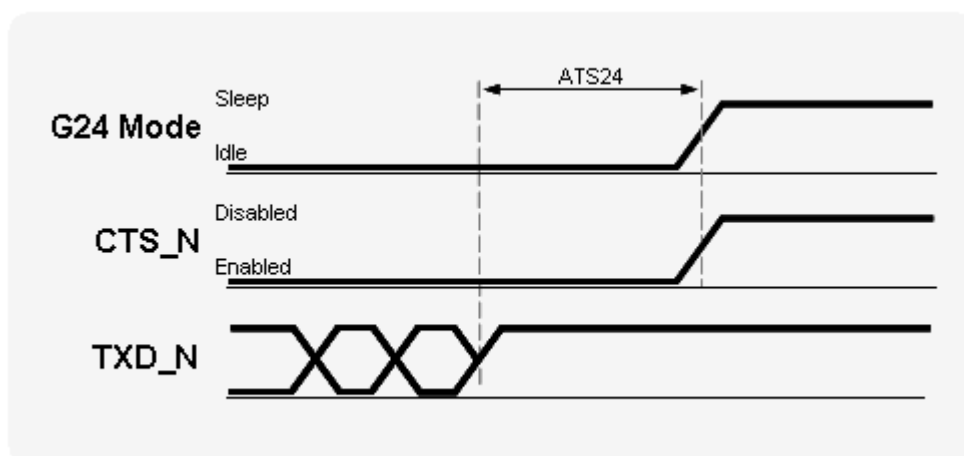
### 3.5.2 Úsporný nízkonapěťový mód

Modul G24 obsahuje možnost přepnutí do úsporného nízkonapěťového módu (sleep mód). Během tohoto módu pracuje modul v minimálním rozsahu, ale síťové spojení není úplně přerušeno. Modul pravidelně monitoruje GSM síť kvůli případnému příchozímu volání nebo datovému spojení. Během úsporného nízkonapěťového módu jsou všechny signály neaktivní a jsou ve stavu, ve kterém byly ve chvíli aktivování úsporného nízkonapěťového módu. Kvůli úspoře energie jsou všechny vnitřní hodiny a obvody vypnuty a sériová komunikace je limitována.

#### *Aktivace úsporného nízkonapěťového módu*

Standardně je modul po zapnutí v běžném módu (idle mód). V tomto módu jsou funkce a rozhraní modulu G24 plně aktivní. Úsporný nízkonapěťový mód se aktivuje AT příkazem AT24 viz. (Obr. 26). Hodnota nastavena tomuto příkazu určuje po jak dlouhé době nečinnosti se má aktivovat úsporný nízkonapěťový mód. Například:

- AT24=1 aktivuje úsporný nízkonapěťový mód po 1 s nečinnosti
- AT24=5 aktivuje úsporný nízkonapěťový mód po 5 s nečinnosti
- AT24=0 deaktivuje úsporný nízkonapěťový mód (běžný stav)

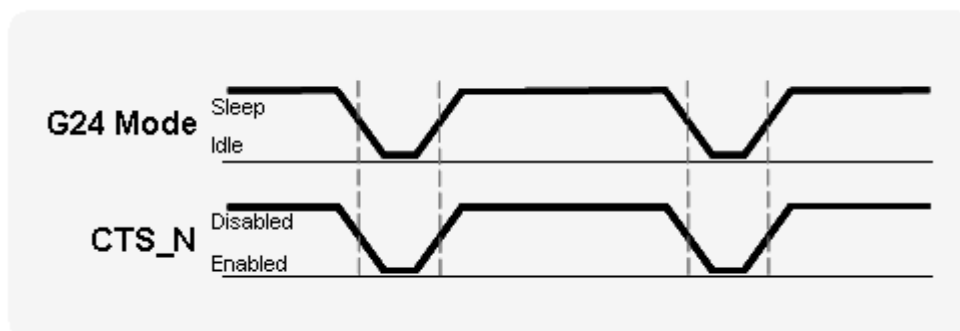


Obr. 26. Aktivace úsporného módu (sleep) modulu G24 AT příkazem AT24

Nečinnost modulu znamená, že neprobíhají žádné datové či hlasové služby ani neprobíhají vnitřní operace. Pokud je modul připojen přes USB rozhraní není možná aktivace úsporného nízkonapětového módu.

### *Sériové rozhraní během nízkonapětového módu*

Během úsporného nízkonapětového módu je sériová komunikace deaktivována. Tento stav je indikován signálem CTS\_N v úrovni logické jedničky. Modul periodicky přechází z úsporného nízkonapětového módu do normálního stavu (idle mód) na velmi krátkou chvíli, aby zkontroloval stav GSM sítě kvůli případnému příchozímu volání či datové komunikaci viz. (Obr. 27). Během této krátké chvíle je možné s modemem komunikovat. Po této krátké chvíli se modul opět přepne do úsporného nízkonapětového módu. Periodika přepínání stavů může být řízena pomocí AT příkazu AT+MSCTS. Nastavením AT příkazu AT+MSCTS na jedničku (AT+MSCTS=1) je sériové rozhraní blokováno.



Obr. 27. Kontrola stavu GSM sítě při úsporném (sleep) módu

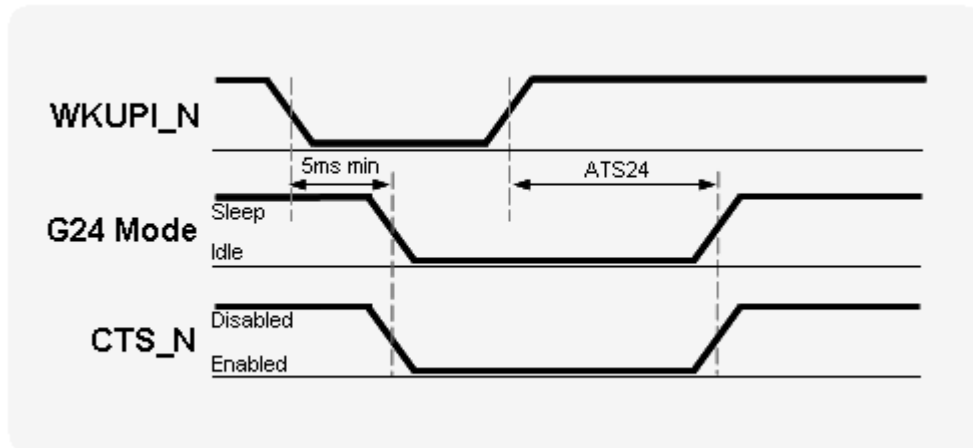
### *Dočasné přerušování úsporného nízkonapětového módu*

Dočasné přerušování úsporného nízkonapětového módu znamená, že je modul přepnut do běžného módu na předem definovanou dobu a po té se modul vrátí do úsporného nízkonapětového módu. Existuje několik způsobů jak úsporný nízkonapětový mód přerušit. Některé jsou vyvolány uživatelem a některé systémem.

### **Použití signálu WKUPI\_N**

Signál WKUPI\_N je standardně nastaven na úroveň logické jedničky (high). Přepnutím stavu signálu na úroveň logické nuly (low) se modul přepne do normálního módu a zůstane v něm po celou dobu, kdy je signál WKUPI\_N v úrovni logické nuly. Po přepnutí signálu zpět do úrovně logické jedničky se stav modulu přepne do úsporného nízkonapětového

módu ihned po uplynutí doby nastavené pomocí AT příkazu ATS24 viz. (Obr. 28). Použití signálu WKUPI\_N je nejvíce doporučovaný způsob dočasného přerušení úsporného nízkonapětového módu. Signálem se také modul probouzí pokud bylo v úsporném nízkonapětovém módu zablokováno sériové rozhraní (pomocí AT příkazu AT+MSCTS).



Obr. 28. Přepínání úsporného a standardního módu signálem WKUPI\_N

### Příchozí hovor či data

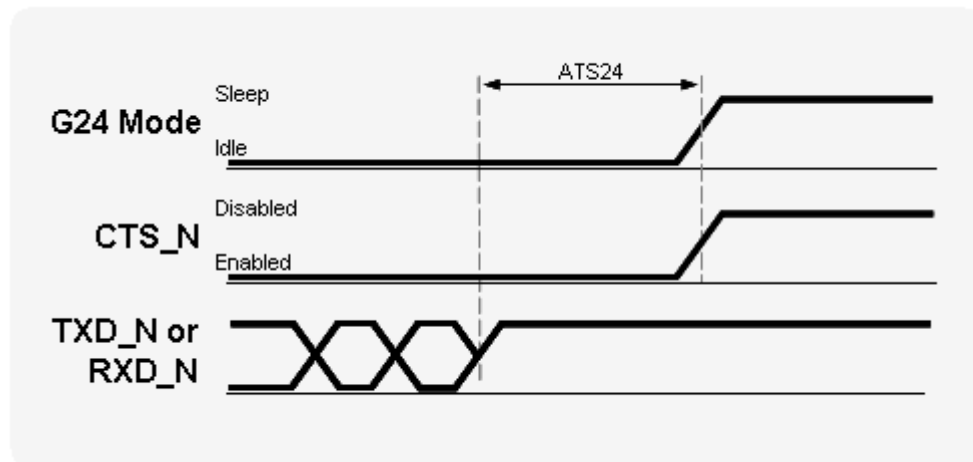
Během úsporného nízkonapětového módu modul monitoruje GSM síť. Pokud modul detekuje příchozí hovor, zprávu nebo data automaticky se přepne do běžného módu (idle mód) a zalarmuje příslušnou aplikaci. Po ukončení všech procesů se modul přepne zpět do úsporného nízkonapětového módu ihned po uplynutí doby nastavené pomocí AT příkazu ATS24. V závislosti na typu příchozích dat z GSM sítě a na nastavení aplikací může modul G24 vyvolat různé metody, nastavitelné příslušnými AT příkazy, jak zalarmovat příslušnou aplikaci pro příslušné příchozí data:

- aktivace signálu WKUPO\_N k probuzení příslušné aplikace (modulu)
- poslat data příslušné aplikaci přes sériové rozhraní
- aktivace RI\_N signálu – Ring Indicator sériového rozhraní

### Návrat do úsporného nízkonapětového módu po komunikaci na sériovém rozhraní

Když je modul dočasně probuzen do normálního módu (idle mód) a nastane nějaká komunikace na sériovém rozhraní (například přenos dat) tak se modul automaticky nepřepne zpět do úsporného nízkonapětového módu, ale nejdříve se dokončí komunikace na sériovém rozhraní (datový přenos) a teprve potom se modul automaticky přepne

do úsporného nízkonapětového módu ihned po uplynutí doby nastavené pomocí AT příkazu ATS24 viz. (Obr. 29).



Obr. 29. Návrat do úsporného módu po ukončení sériové komunikace

### **Permanentní ukončení úsporného nízkonapětového módu**

Úsporný nízkonapětový mód je aktivován a deaktivován nastavováním AT příkazu ATS24. Pro permanentní ukončení úsporného nízkonapětového módu se musí nastavit AT příkaz ATS24 na hodnotu 0 (ATS24=0). Nastavením tohoto příkazu na 0 se modul přepne do běžného módu bez možnosti návratu do úsporného nízkonapětového módu. Tento příkaz může být zaslán pouze je-li aktivní sériové rozhraní (aktivace pomocí AT příkazu AT+MSCTS). Opětovná aktivace úsporného nízkonapětového módu se provede nastavením AT příkazu ATS24 na hodnotu větší než 0.

## **3.6 Rozhraní**

Modul G24 obsahuje několik rozhraní. Přes tato rozhraní modul komunikuje. Každé rozhraní se jiným způsobem aktivuje i ovládá. Následující podkapitoly popisují všechna rozhraní modulu G24.

### **3.6.1 Sériové rozhraní**

Modul G24 obsahuje tři kompletně nezávislá sériová rozhraní, které mohou být jakkoliv využita různými aplikacemi.

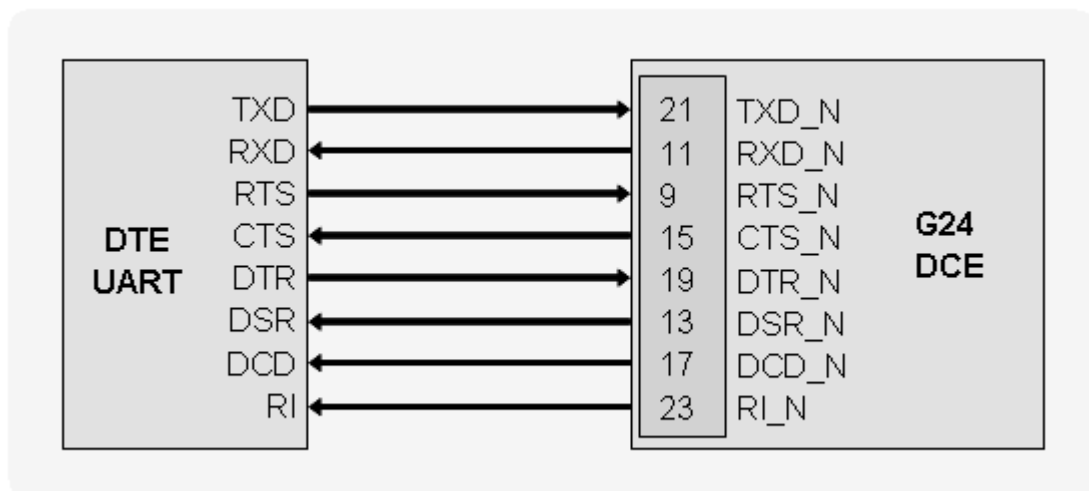


**Primární UART (UART1)**

Primární UART (UART1) je standardní osmi signálová sběrnice, která může být použita pro všechny druhy komunikace s modulem G24:

- AT příkazy
- GPRS datová komunikace
- EDGE datová komunikace
- CSD datová komunikace
- Programování a softwarové aktualizace

UART signály jsou aktivní nízko úroňové CMOS signály. Pro standardní RS232 komunikaci s PC je potřeba k modulu připojit externí přijímač a vysílač (vývojový kit). Modul G24 je definován jako DCE (Data Communication Equipment) zařízení a uživatelské aplikace jsou definovány jako DTE (Data Terminal Equipment) zařízení. Tyto definice použité pro UART signály sdružují obecné zásady o vedení datového toku viz. (Obr. 30).



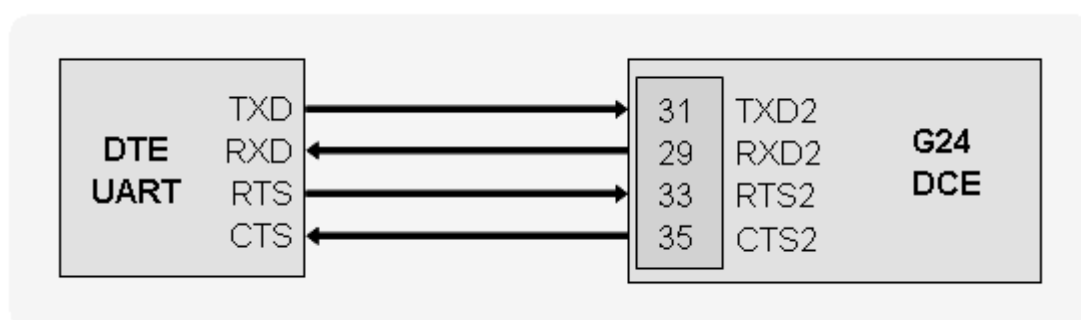
Obr. 30. Schéma (signály) primárního sériového rozhraní UART1

Primární UART modulu G24 podporuje základní přenosové rychlosti (300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 230400 a 460800 b/s). Automatická detekce přenosové rychlosti (AutoBR) funguje až do rychlosti 57600 b/s. Modul podporuje

všechny druhy řízení datového toku (hardwarové, softwarové, žádné), definici paritního bitu a stop bitu. Standardní nastavení UART portu je 8 datových bitů, 1 stop bit, žádná parita, hardwarové řízení datového toku a automatická detekce přenosové rychlosti (AutoBR). Sériová komunikace přes UART nenastane v případě, že jsou jeden nebo oba signály DTR\_N a RTS\_N nastaveny na úroveň logické jedničky (high). Pro funkci sériové komunikace přes UART je nutno tyto signály přepnout na úroveň logické nuly po dobu přenosu.

### *Sekundární UART (UART2)*

Sekundární UART (UART2) je čtyř signálové rozhraní, které umožňuje použití pouze datových a řídicích signálů. Sekundární UART (UART2) je navržen (ale není limitován) pro zvýšení schopností modulu G24 poskytnutím propojitelnosti s externími zařízeními nebo aplikacemi, které potřebují sériovou komunikaci (např. GPS přijímač nebo Bluetooth bezdrátové zařízení). Sekundární UART (UART2) může být použit pro standardní sériovou komunikaci stejně jako primární UART. UART signály jsou aktivní nízko úroňové CMOS signály. Pro standardní RS232 komunikaci s PC je potřeba k modulu připojit externí přijímač a vysílač (vývojový kit). Modul G24 je definován jako DCE (Data Communication Equipment) zařízení a uživatelské aplikace jsou definovány jako DTE (Data Terminal Equipment) zařízení. Tyto definice použité pro UART signály sdružují obecné zásady o vedení datového toku viz. (Obr. 31).

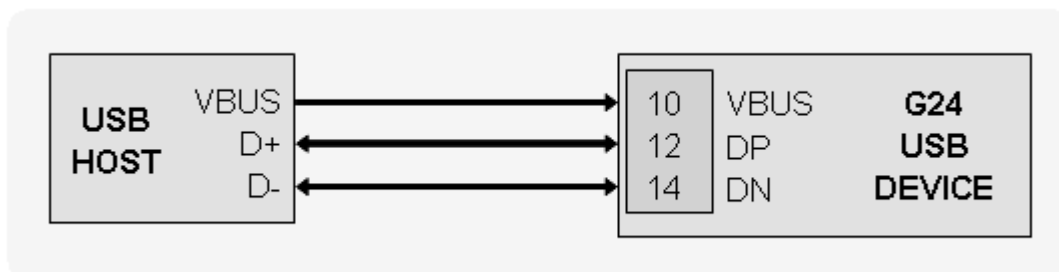


Obr. 31. Schéma (signály) sekundárního sériového rozhraní UART2

### *USB rozhraní*

Modul G24 podporuje standardní USB (Universal Serial Bus) rozhraní podle normy USB 2.0 full speed. Modul G24 je definován jako USB zařízení na USB sběrnici a nepodporuje HUB ani hostitelské funkce (host). USB rozhraní může být použito

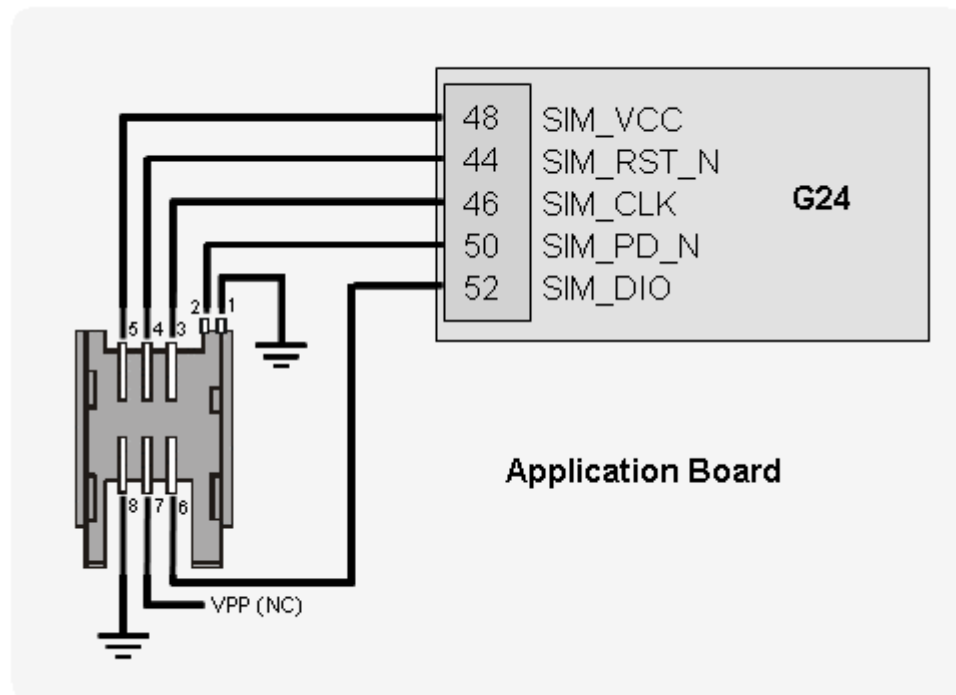
pro standardní sériovou komunikaci stejně jako přes sériové rozhraní UART. Když je USB rozhraní aktivováno není možné aktivovat nízkonapěťový mód. Signály USB rozhraní jsou popsány na obrázku (Obr. 32).



Obr. 32. Schéma (signály) sériového rozhraní USB

### 3.6.2 SIM rozhraní

Modul G24 začleňuje SIM rozhraní, které podléhá standardům GSM 11.11 a GSM 11.12, které jsou založeny na standardu ISO/IEC 7816. Tyto standardy definují elektrické, signálové a protokolové specifikace GSM SIM karty. Modul G24 nemá začleněn on-board „konektor“ pro připojení SIM karty. Konektor na SIM kartu musí být umístěn externě na aplikační desce (vývojový kit). SIM rozhraní modulu G24 obsahuje všechny důležité signály, které jsou vedeny ke konektoru rozhraní pro přímé a kompletní propojení s externí SIM (přes externí SIM konektor). Modul G24 podporuje dynamickou detekci SIM karty skrz vyhrazené detekční signály. Modul detekuje vložení nebo vyjmutí SIM karty po zapnutí nebo během změny stavu signálu SIM\_PD\_N viz. (Obr. 33). SIM rozhraní modulu G24 nepodporuje programování SIM karty skrz VPP signály. Tento signál není připojen k modulu G24.



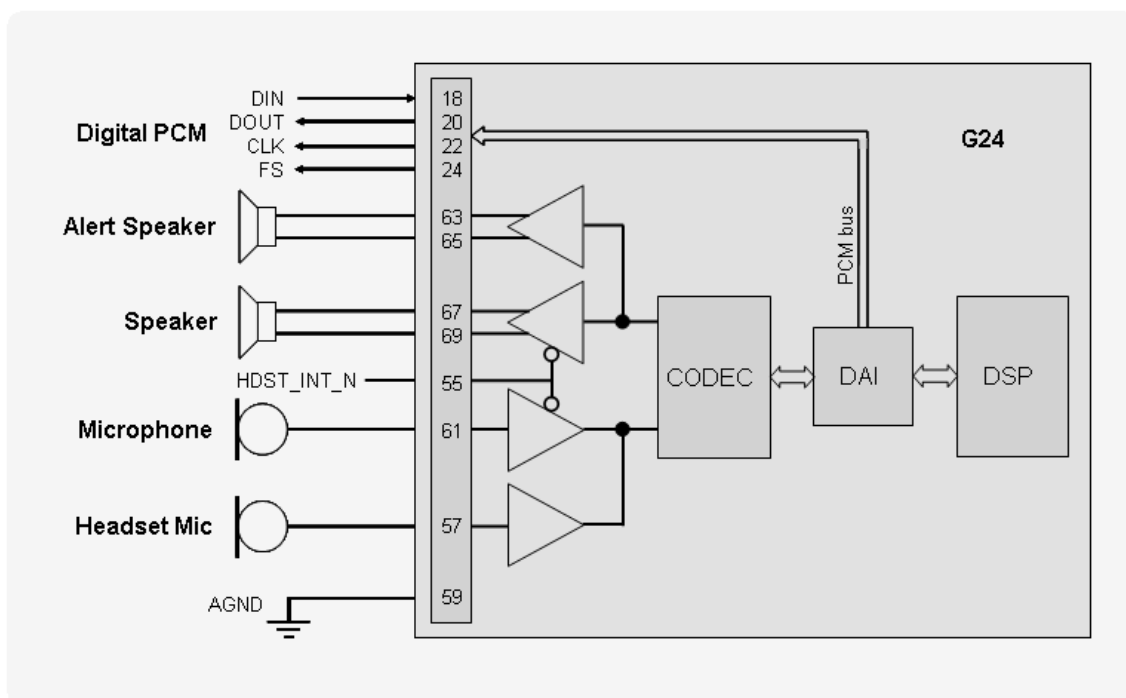
Obr. 33. Schéma (signály) SIM rozhraní

### 3.6.3 Audio rozhraní

Audio rozhraní modulu G24 podporuje několik zvukových prvků a pracovních režimů. Pracovní režimy audio rozhraní, aktivace zvukových prvků, řízení zesilovacích prvků a algoritmus zpracování hlasu jsou plně řízeny hostitelskou aplikací. Řízení probíhá pomocí pokročilých programovacích technik a všestranných AT příkazů. Modul G24 podporuje následující audio prvky:

- dva vstupy pro jednopólové mono analogové mikrofony, pro použití v různých pracovních režimech
- dva výstupy pro odlišné mono analogové reproduktory pro použití v různých pracovních režimech
- digitální sériové rozhraní používající PCM (Pulse Code Modulation) kódování

Schéma audio rozhraní je popsáno na obrázku (Obr. 34).



Obr. 34. Schéma (signály) audio rozhraní

### Základní pracovní mód

Audio rozhraní modulu G24 obsahuje dva pracovní módy. Základní audio mód je standardní mód aktivovaný ihned po zapnutí modulu. V tomto módu je možné využívat některé audio cesty viz. (Tab. 10) a jejich nastavení může být naprogramováno příslušnými AT příkazy.

Tab. 10. Standardní audio cesty audio rozhraní modulu G24

Audio cesta	Vstupní signály	Výstupní signály	Popis
standard	MIC	SPKR_N, SPKR_P	standardní audio cesta pro řeč a DTMF tóny
Headset	HDST_MIC	SPKR_N, SPKR_P	alternativní cesta pro headset zařízení
výstraha		ALRT_N, ALRT_P	standardní audio cesta pro výstražné zvuky a vyzvánění
digitální	PCM_DIN	PCM_DOUT	zpřístupnění digitální cesty AT příkazem AT+MADIGITAL=1

***Rozšířený pracovní mód***

Rozšířený pracovní mód využívá unikátní sadu AT příkazů pro rozšířené programování audio rozhraní. Rozšířená sada AT příkazů viz. (Tab. 11) umožňuje definovat určité audio cesty a jejich podrobné nastavení pro každý typ audia (řeč, DTMF tóny, vyzvánění a výstražné tóny), které nejsou standardně nakonfigurována v základním pracovním módu.

*Tab. 11. Popis sady AT příkazů pro programování audio rozhraní*

<b>Příkazy</b>	<b>Popis</b>
AT+MAPATH	Nastavuje vstupní a výstupní zařízení pro zvuk DTMF tóny, vyzvánění a výstražné zvuky.
AT+MAFEAT	Zapíná a vypíná algoritmus zpracování hlasu, Umožňuje potlačení ozvěny, hluků a tónů na pozadí.
AT+MAVOL	Nastavuje úroveň zesílení určitého analogového výstupního zařízení.
AT+MMICG	Nastavuje úroveň zesílení určitého analogového vstupního zařízení.
AT+MADIGITAL	Umožňuje přepínání mezi analogovou a digitální audio cestou.

***Port mikrofonu***

Port mikrofonu je standardní aktivní audio vstup pro uskutečnění volání a je aktivní ihned po zapnutí modulu G24. Konektor je možné vyvést z konektoru rozhraní (pin 61 - MIC) viz. (Obr. 34). Konektor je navržen jako jednoduchý (jednopolový) vstup a je doporučeno připojit druhý pin k analog ground signálu. Analog ground signál je možné získat z konektoru rozhraní (pin 59 - AGND) modulu G24.

***Port headset mikrofonu***

Port headset mikrofonu je navržen pro použití headset soupravy (sluchátka s mikrofonem). Konektor je možné vyvést z konektoru rozhraní (pin 57 – HDST\_MIC) viz. (Obr. 34). Konektor je navržen jako jednoduchý (jednopolový) vstup a je doporučeno připojit druhý pin k analog ground signálu. Analog ground signál je možné získat z konektoru rozhraní (pin 59 - AGND) modulu G24.

### ***Port reproduktoru***

Port reproduktoru je standardní aktivní audio výstup pro uskutečnění volání a DTMF tóny a je aktivní ihned po zapnutí modulu G24. Konektor je možné vyvést z konektoru rozhraní (pin 67 – SPKR\_N a pin 69 – SPKR\_P). Konektor je navržen jako rozdílový výstup, ale je možné použít jednoduchý (jednopolový) výstup viz. (Obr. 34). V tomto případě je doporučeno připojit druhý pin k analog ground signálu. Analog ground signál je možné získat z konektoru rozhraní (pin 59 - AGND) modulu G24. Port reproduktoru slouží pro obě audio cesty (port mikrofону a port headset mikrofону).

### ***Port výstrahy***

Port výstrahy je standardní aktivní (po zapnutí modulu) port pro vyzvánění. Tento port je navržen jako výstup pro zvukové výstrahy, melodie a vyzvánění reprodukované modulem G24. Konektor je možné vyvést z konektoru rozhraní (pin 63 – ALRT\_N a pin 65 – ALRT\_P). Konektor je navržen s vnitřním zesilovačem napájeném přímo z VCC (0,5 W), který napájí audio zařízení, ale je možné použít jednoduchý (jednopolový) výstup viz. (Obr. 34). V tomto případě je doporučeno připojit druhý pin k analog ground signálu. Analog ground signál je možné získat z konektoru rozhraní (pin 59 - AGND) modulu G24.

### ***Detekce headset soupravy***

Modul G24 standardně pracuje v jednoduchém pracovním módu s aktivní standardní (port reproduktoru a port mikrofону) audio cestou pro DTMF tóny a volání a aktivním portem výstrahy pro vyzvánění a výstražné tóny. Headset audio cesta je alternativní audio cesta v jednoduchém módu a je navržena pro připojení hands-free audio zařízení. Používá port headset mikrofону a port reproduktoru. Pokud je headset připojen je deaktivován port výstrahy a všechny zvuky reprodukované přes tento port jsou reprodukovány přes headset. Přepínání mezi standardní audio cestou (port reproduktoru a port mikrofону) a alternativní audio cestou (port reproduktoru a port headset mikrofону) zajišťuje signál HDST\_INT\_N signál. Tento signál je po zapnutí modulu nastaven na úroveň logické jedničky (high) a je aktivována standardní audio cesta (port reproduktoru a port mikrofону). Přepnutím signálu na úroveň logické nuly dojde k deaktivaci standardní audio cesty (port reproduktoru a port mikrofону) a portu výstrahy a aktivaci alternativní audio cesty (port reproduktoru a port headset mikrofону). Modul G24 podporuje dynamické přepínání mezi těmito audio cestami během jakékoliv činnosti i při zprostředkování hovoru. Signál HDST\_INT\_N

nepracuje v rozšířeném audio módu. Funkce tohoto signálu je nahrazena nastavením AT příkazu AT+MAPATH.

### *Digitální audio rozhraní*

Digitální audio rozhraní je sériová PCM (Pulse Code Modulation – pulzně kódovaná modulace) sběrnice. Modul G24 ovládá PCM sběrnici a dodává časové a synchronizační signály aplikacím. Digitální audio rozhraní je čtyř signálová PCM sběrnice, která obsahuje hodinový bitový signál pro časování sběrnice, synchronizační výstupní signál pro nastavení vzorkovacího časování a vstupní a výstupní signály sériové komunikace. PCM signály sběrnice jsou vnitřně sdíleny mezi analogovým a digitálním audio rozhraním. Proto při používání analogového audio rozhraní musí být signály PCM sběrnice tří stavové nebo odpojené.

Digitální audio rozhraní podporuje čtyři audio formáty, které definují konfiguraci PCM sběrnice a rychlosti přenosu dat:

- Voice band audio – hlasová skupina zvuků – určená k mluvení během hlasového volání a pro mono vyzvánění a mono výstražné zvuky
- Stereo audio – obsahuje tři zvukové formáty, které podporují vysoko kvalitní stereo vyzvánění a výstražné zvuky.

Konfigurace PCM sběrnice je definována zvukovým formátem dat, které jsou reprodukovány prostřednictvím digitální audio cesty viz. (Tab. 12).



Tab. 12. Definované zvukové formáty digitálního audio rozhraní

Audio Módy	Vzorkovací frekvence	Bit Clock	AT+CRTT Tóny
Hlas	8 kHz	520 kHz	
Mono tóny	8 kHz	520 kHz	6 - 9 (7 standardně)
Stereo tóny (nízká kvalita)	20.05 kHz	705 kHz	12 - 38, 40 - 46
Stereo tóny (střední kvalita)	32 kHz	1024 kHz	48 - 49
Stereo tóny (vysoká kvalita)	44.1 kHz	1.4 MHz	10, 11, 39, 47

### 3.6.4 Programovatelné audio rozhraní

Pomocí AT příkazů ovládá programovatelné audio rozhraní následující audio prvky:

- audio cesty – definují vstupní a výstupní zařízení pro mluvení, DTMF tóny, vyzvánění a výstražné zvuky
- zesilování zvuku – definují zesílení vstupních a výstupních zvukových zařízení
- zvukový algoritmus – definuje zpracování hlasu pro hlasové volání

### 3.6.5 A/D rozhraní

Modul G24 obsahuje pět A/D převodníků s 10 – bitovým rozlišením sloužící pro jakákoliv měření. A/D převodníky měří analogové stejnosměrné napětí na jejich vstupech, které je převedeno do 10 – bitové digitální hodnoty pro další zpracování modulem G24 nebo uživatelskou aplikací. Interní a externí signály A/D rozhraní jsou popsány v tabulce (Tab. 13). AT příkazem AT+MMAD se definují pracovní a hlásící mechanismy. Každý A/D převodník může být nedefinovaný pro poskytování nejrůznějších zpráv (reportů):

- jednotlivá měření – se provádí a zaznamenávají při aktivaci určitého AT příkazu

- automatické pravidelné měření – A/D převodník měří vstupní signál pravidelně tak, jak je definováno v uživatelské aplikaci. Každé měření generuje nějakou nevyžádanou zprávu přes sériové rozhraní.
- automatické pravidelné měření s předdefinovanými hranicemi - A/D převodník měří vstupní signál pravidelně tak, jak definuje uživatel. Uživatel definuje pouze horní a dolní hranice pro měření. Každé měření je porovnáváno s těmito hranicemi a pokud jsou tyto hranice překročeny, tak se vygeneruje nějaká nevyžádaná zpráva přes sériové rozhraní.

Tab. 13. Popis interních a externích A/D signálů

ADC	Popis	Pin #	ADC #	Min	Max	Jednotka
VCC	Napájecí ADC	-	5	3.0	4.5	V
Temp	Teplotní ADC	-	4	-30 (229)	70 (17)	°C (ADC)
ADC3	GPAD 3	47	3	0	2.3	V
ADC2	GPAD 2	43	2	0	2.3	V
ADC1	GPAD 1	37	1	0	2.3	V

V případě, že je při automatickém pravidelném měření definovaná perioda měření stejná nebo menší než definovaná hodnota pro přechod do úsporného nízkonapěťového módu (hodnota AT příkazu ATS24), tak modul nebude moci do úsporného nízkonapěťového módu přejít.

### ***Napájecí čidlo***

Hlavní napájení (VCC) je pravidelně monitorováno vnitřně modulem G24 skrz A/D signály, které nejsou přístupné z konektoru rozhraní. Měřená úroveň hlavního napájení (VCC) může být odečtena nebo monitorována uživatelskou aplikací pomocí AT příkazu (AT+MMAD), který vrací naměřenou úroveň hlavního napájení (VCC) ve voltech \* 100 s rozlišením 10 mV. Například naměřená úroveň hlavního napájení (VCC) pomocí AT příkazu (AT+MMAD) je 365 a to je 3,65 V (365 : 100 = 3,65). Během GSM přenosu může hodnota hlavního napájení (VCC) výrazně poklesnout.

### *Teplotní čidlo*

Modul G24 má také připojen obvod pro měření teploty, který slouží pro monitorování pracovní (provozní) teploty modulu. Teplota je pravidelně měřena modulem G24 prostřednictvím A/D signálů, které nejsou přístupné z konektoru rozhraní. Změřená teplota může být odečtena nebo monitorována uživatelskou aplikací pomocí AT příkazu (AT+MMAD), který vrací naměřenou teplotu ve formě digitální hodnoty, která musí být přepočtena na výslednou teplotu ve °C. K převodu teploty slouží tabulka v příloze (P II) nebo následující rovnice (1):

$$\begin{aligned} Temp[C] = & -1,27e^{-9} \cdot ADC^5 + 8,91e^{-7} \cdot ADC^4 - 2,4e^{-4} - 4 \cdot ADC^3 + 3,89e^{-2} \cdot \\ & \cdot ADC^2 + 2,56 \cdot ADC + 103,30 \end{aligned} \quad (1)$$

ADC – digitální hodnota vrácená AT příkazem AT+MMAD.

### *Čidla pro měření externího napětí*

Modul G24 obsahuje ještě tři A/D převodníky pro uživatelské aplikace. Každý A/D převodník může monitorovat oddělené externí napětí a posílat naměřené hodnoty nezávisle aplikacím pomocí AT příkazů. A/D převodníky mohou měřit stejnosměrné napětí v rozmezí 0 V – 2,3 V s rozlišením 10 mV. Měřená úroveň napětí může být odečtena nebo monitorována uživatelskou aplikací pomocí AT příkazu (AT+MMAD), který vrací naměřenou úroveň napětí ve voltech \* 100 s rozlišením 10 mV. Například naměřená úroveň napětí pomocí AT příkazu (AT+MMAD) je 175 a to je 1,75 V (175 : 100 = 1,75).

### **3.6.6 Rozhraní pro řízení a indikátory**

Modul obsahuje rozhraní pro řízení a monitorování činnosti modulu. Následující tabulka (Tab. 14) popisuje všechny signály, které obsahuje toto rozhraní.

Tab. 14. Popis signálů rozhraní pro řízení a indikátory (detektory)

Pin konektoru	Název signálu	Popis
25	RESET_N	Výstupní systémový reset indikátor. Když je nastaven na 1 modul G24 pracuje.
27	VREF	Regulovaný výstup 2.75V 200mA. Napájí externí obvody.
26	WKUPO_N	Wake-up indikátor signálu externího zařízení.
41	ANT_DET	Detektor připojení antény.
49	GPRS/GSM	Detektor GPRS / EDGE komunikace.
39	TXEN_N	Detektor GSM komunikace.
28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42	GPIO 1-8	Vstupní / výstupní signály.

### **Reset**

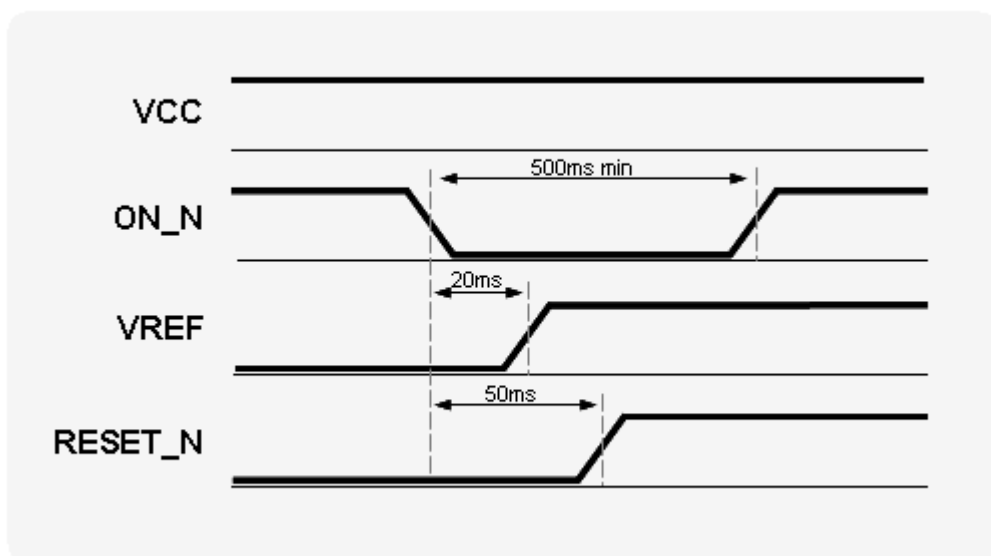
Výstupní RESET\_N signál signalizuje pracovní stav modulu G24. Tento signál je nastaven na úroveň logické jedničky (high) ihned po zapnutí modulu. Když je modul vypnutý je signál v úrovni logické nuly (low). Když je signál v úrovni logické nuly (low) a modul je zapnutý, tak jsou všechna rozhraní deaktivována.

### **VREF regulátor**

Signál VREF umožňuje napájet externí zařízení (max 2,75 V a 200 mA). Tento signál je nastaven na úroveň logické jedničky (high) ihned po zapnutí modulu viz. (Obr. 35). VREF regulátor umožňuje použít tři pracovní módy VREF signálu, které jsou kontrolovány AT příkazem AT+MVREF. Tyto módy definují VREF regulátoru pracovní stavy shodně s pracovními stavy modulu G24:

- vypnuto – v tomto módu je VREF regulátor deaktivován a jeho výstup je 0 V
- pohotovostní mód – pohotovostní mód je standardní mód aktivovaný po zapnutí modulu. V tomto módu sleduje VREF regulátor pracovní stav (mód) modulu:

- modul v úsporném nízkonapěťovém módu (sleep mód) – VREF regulátor je v nízkonapěťovém módu. V tomto stavu je výstup regulátoru omezen na 2 mA z možného maxima 200 mA, zatímco udržuje výstupní napětí 2,75 V
- modul ve standardním módu (idle mód) – VREF regulátor je plně aktivní a výstupní napětí je 2,75 V a 200 mA
- aktivní mód – v tomto módu je VREF regulátor plně aktivní, zatímco modul pracuje



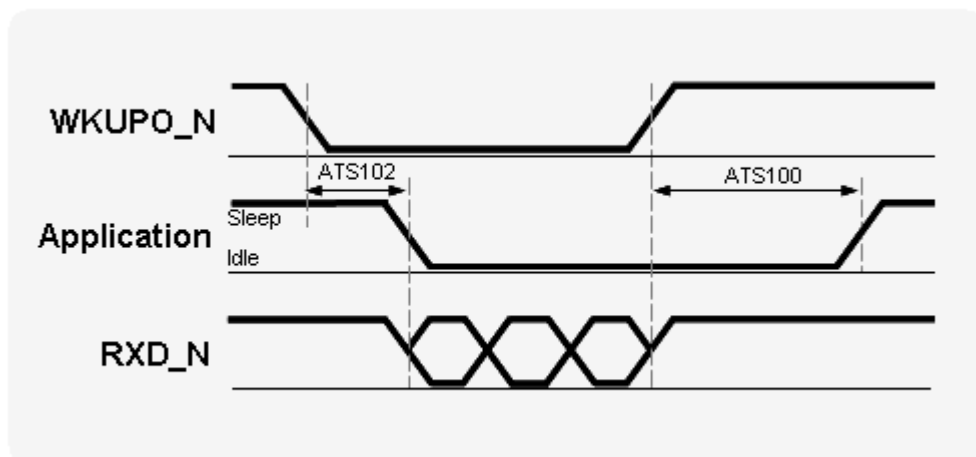
Obr. 35. Stav signálu VREF po zapnutí modulu G24

### Wakeup Out

Některé aplikace mají vlastní úsporný nízkonapěťový režim, ve kterém pracují omezeně nebo s minimální spotřebou energie. Signál WKUPO\_N (Wakeup out) je aktivní nízkonapěťový výstup, který je používán modulem G24 k signalizování, že modul vyžaduje komunikaci s hostitelskou aplikací skrz sériové rozhraní po příchozím volání nebo příchozích datech nebo nevyžádané události. Aplikace, které využívají úsporný nízkonapěťový režim by měli používat tento signál jako nějaké znamení pro přepnutí z úsporného nízkonapěťového módu do standardního módu a k aktivaci sériového rozhraní.

Wakeup out mechanismus, který používá WKUPO\_N signál, je řízen dvěma AT příkazy viz. (Obr. 36):

- AT příkaz AT\$102 – definuje dobu zpoždění v milisekundách po přepnutí signálu WKUPO\_N do úrovně logické nuly (low), po kterou bude modul G24 čekat, než pošle data na sériové rozhraní. Toto zpoždění je požadováno, aby měla aplikace dost času na přepnutí z úsporného nízkonapěťového módu do standardního módu. Jestliže je hodnota AT příkazu nastavena na 0 (AT\$102=0), což je výchozí nastavení, je mechanismus wakeup out a signál WKUPO\_N deaktivován. V případě, že je datový tok sériového rozhraní řízen hardwarově, budou data poslána ihned po vypršení doby zpoždění (nastavená hodnota AT příkazu AT\$102).
- AT příkaz AT\$100 – definuje aplikaci minimální dobu probuzení v sekundách pro jednotlivé události probuzení. Toto definování doby probuzení je potřebné, aby se zabránilo častým zbytečným událostem probuzení. Aplikace se může vrátit do úsporného nízkonapěťového módu po tom co bylo sériové rozhraní nečinné po dobu trvání doby nastavené AT příkazem AT\$100. Toto trvání je měřeno z posledního posílání nebo přijímání dat přes sériové rozhraní.



Obr. 36. Řízení signálu WKUPO\_N pomocí AT příkazů

### Obvod detekce antény

Modul G24 obsahuje vnitřní detekční obvod antény, který zachytí fyzické připojení nebo odpojení antény ke konektoru antény modulu G24. Detekční obvod antény umožňuje aplikaci zjistit stav přes výstupní signál ANT\_DET a ten může být dotazován AT příkazem AT\$97. Detekční obvod antény snímá stejnosměrný odpor konektoru antény modulu G24.

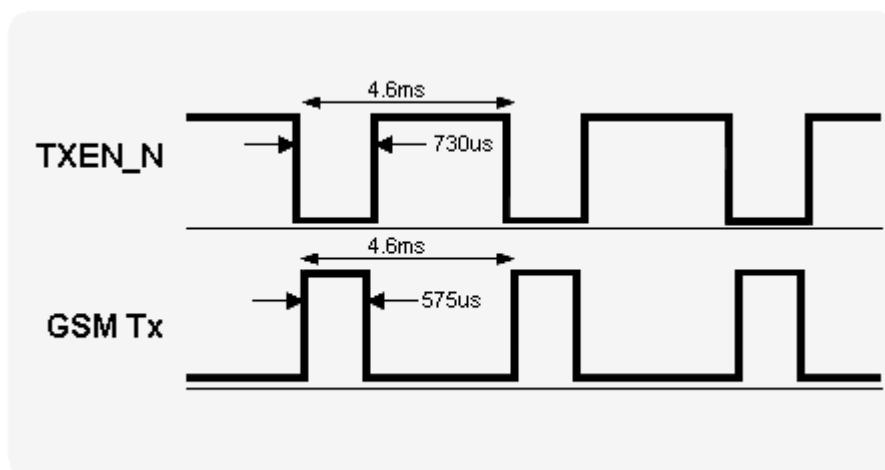
Stejnoseměrný odpor pod hodnotu 100 k $\Omega$  ( $\pm 10\%$ ) je definován jako platné připojení antény a výstupní signál ANT\_DET je nastaven na úroveň logické jedničky (high).

### ***Detekce GPRS / EDGE***

Výstupní signál GPRS signalizuje stav spojení (komunikace) pomocí GPRS nebo EDGE. Když je modul G24 připojen k síti pomocí GPRS nebo EDGE je tento signál aktivován. Pokud modul není připojen k síti pomocí GPRS nebo EDGE je signál deaktivován.

### ***Detekce přenosu***

Výstupní signál TXEN\_N signalizuje, když modul G24 komunikuje prostřednictvím GSM sítě. Tento signál doprovází signál GSM přenosu. Tento signál je nastaven do úrovně logické nuly (low) během vysokofrekvenčních impulsů a do úrovně logické jedničky (high), když zrovna neprobíhá GSM přenos viz (Obr. 37).



*Obr. 37. Stav signálů TXEN\_N a GSM Tx během GSM komunikace*

### ***Vstupy / výstupy***

Modul obsahuje 8 vstupních / výstupních signálů pro libovolnou uživatelskou aplikaci. Každý vstupní / výstupní signál může být nastaven a řízen pomocí AT příkazů. Tyto signály mohou být využity pro ovládání nebo nastavení externích aplikačních okruhů nebo pro přijetí informací z externích aplikací.

### 3.6.7 Rozhraní antény

Konektor antény modulu G24 je rádio frekvenční (RF) rozhraní GSM sítě. Rozhraní antény je ukončeno konektorem typu MMCX (Miniature Micro CoaX) s odporem 50  $\Omega$ . Pro dosažení nejlepšího výkonu musí být anténa správně připojena k modemu G24.

## 3.7 Vývojový kit (Developer Kit)

Vývojový kit (developer kit) pro modul G24 je určený k vyhodnocování stejně jako pro rozvíjení a testování softwarových aplikací. Hlavní komponenta vývojového kitu je základní deska, která je namontovaná v šasi. Souprava obsahuje i kryt pro vývojovou desku. Tento kryt má otvory, které jsou umístěny tak, aby byl umožněn přístup k externím konektorům. Vývojový kit dále obsahuje standardní doplňky, které umožňují lépe využít možnosti kitu i modulu G24 viz. (P III).

### 3.7.1 Přehled

Vývojový kit pro modul G24 je navržen jako podpora pro softwarový a hardwarový vývoj a pro zajišťování funkcí modulu G24. Schéma vývojové desky je znázorněno na obrázku (P IV). Základní deska poskytuje:

- jednoduchý přístup k 70 pinovému konektoru rozhraní modulu G24
- jednoduchý způsob napájení modulu i vývojové desky pomocí adaptéru i pomocí stejnosměrného napětí
- LED ukazatele všech stavů
- USB a RS232 sériová rozhraní
- Data logger rozhraní pro ladění modulu G24
- digitální audio rozhraní
- analogové audio rozhraní pro reproduktory, výstražné reproduktory, mikrofony a headsety (hands free)
- SIM rozhraní a konektor pro vložení SIM karty
- přepínače a jumpery pro kontrolu a nastavení vývojové desky a modulu G24



### 3.7.2 Nastavení

Nastavení vývojového kitu nebo modulu G24 pomocí vývojového kitu se provádí, buď propojením určitých propojek jumpery nebo přepínáním přepínačů. Seznam všech propojek (jumperů) a přepínačů (switchů) a jejich funkcí je v tabulce (P V).

#### *Napájení*

Vývojový kit může být napájen buď pomocí externího adaptéru nebo přímo pomocí zdroje stejnosměrného napětí. Tato volba se provádí propojením propojky jumperem P203 (pro aktivaci napájení pomocí externího adaptéru) nebo P204 (pro aktivaci napájení pomocí zdroje stejnosměrného napětí). Pro manuální řízení napájení vývojového kitu slouží propojka P201 (propojením propojky jumperem je kit napájen po připojení napájení) a pro manuální řízení napájení připojeného modulu G24 slouží propojka P200 (propojením propojky jumperem je modul napájen po připojení napájení). Vlastnosti napájecího konektoru pro napájení pomocí externího adaptéru (J210) ukazuje tabulka (Tab. 15).

*Tab. 15. Signály napájecího konektoru*

Pin #	Název pinu
1	GND
2	Nepřipojeno
3	Nepřipojeno
5	Signál obvodu detekce
6	VCC

#### *Digitální / analogové audio*

Vývojový kit obsahuje audio kodek, který převádí digitální audio data z modulu G24 na analogové audio signály. Přepínačem S140 lze vybrat, zda-li budou aktivní audio cesty přímo z modulu G24 na audio konektor (S140 je přepnut do stavu OFF) nebo půjde veškeré audio přes kodek na vývojové desce (S140 je přepnut do stavu ON).

*A/D převodníky*

Vývojový kit obsahuje 3 uživatelsky nastavitelné A/D převodníky, kterým může nastavit 8 různých hodnot výstupního napájení pomocí přepínačů (S160 a S161) viz. (Tab. 16) a (Tab. 17). Nastavení se provádí tak, že se nejdříve přepne pouze jeden příslušný přepínač do polohy ON (S161), určující požadované napětí podle tabulky (Tab. 16) a potom se přepnou některé nebo všechny požadované přepínače do polohy ON (S160), určující který A/D převodník (klidně všechny) bude nastaven na požadovanou hodnotu viz. (Tab. 17).

*Tab. 16. Hodnoty požadovaného napětí*

Označení	Hodnota napájení
LEVEL8	Nastavena na 2.30V
LEVEL7	Nastavena na 1.93V
LEVEL6	Nastavena na 1.59V
LEVEL5	Nastavena na 1.24V
LEVEL4	Nastavena na 0.96V
LEVEL3	Nastavena na 0.68V
LEVEL2	Nastavena na 0.37V
LEVEL1	Nastavena na 0.06V

*Tab. 17. Směrování hodnoty napětí na požadovaný A/D převodník*

Označení	Popis
ADC1	Směrování úrovně napětí na ADC1 (G24 J1/37)
ADC2	Směrování úrovně napětí na ADC2 (G24 J1/43)
ADC3	Směrování úrovně napětí na ADC3 (G24 J1/47)
N.C	Nepoužívá se

*Vstupy / výstupy*

Vývojový kit umožňuje obsluhovat 8 vstupů / výstupů. Přepínačem S120 se nastavuje, který z 8 vstupů / výstupů bude podávat informaci o svém stavu ve formě rozsvěcování a zhasínání konkrétní LED diody na vývojové desce viz (Tab. 18).

*Tab. 18. Mapování LED diod na GPIO signály modulu G24*

Označení	Popis
GPIO1	Mapování na GPIO1 signál (G24 J1/28)
GPIO2	Mapování na GPIO2 signál (G24 J1/30)
GPIO3	Mapování na GPIO3 signál (G24 J1/32)
GPIO4	Mapování na GPIO4 signál (G24 J1/34)
GPIO5	Mapování na GPIO5 signál (G24 J1/36)
GPIO6	Mapování na GPIO6 signál (G24 J1/38)
GPIO7	Mapování na GPIO7 signál (G24 J1/40)
GPIO8	Mapování na GPIO8 signál (G24 J1/42)

*Přechod do úsporného nízkonapěťového módu*

Přepínač S100 slouží k nastavení a řízení přechodu do úsporného nízkonapěťového módu viz. (Tab. 19).

*Tab. 19. Vlastnosti přepínače S100*

Označení	Popis	Přepnutí do OFF pozice	Přepnutí do ON pozice
WAKE	Přepínač WAKEUP je připojen na interní modul přerušení stavu wakeup modulu G24, který využívá WKUPI_N signál.	Nastavením WAKEUP přepínače do pozice OFF se umožní přechod do úsporného (sleep) módu.	Nastavením WAKEUP přepínače do pozice ON se aktivuje „probuzení“ modulu G24.
IGN	Přepínač IGN aktivuje startovací obvody modulu G24, které využívají IGN signál.	Vypne modul G24.	Zapne modul G24 s využitím podpůrného napětí (5 V).

### *SIM karta*

Základní deska obsahuje externí (mimo modul G24) konektor (šuplík) pro vložení SIM karty, ale ten je přímo napojen na modul G24 stejně jako by byl přímo v něm. Modul a vývojový kit akceptují 3 V SIM karty. Zapojení SIM konektoru je popsáno v tabulce (Tab. 20). Modul G24 detekuje přítomnost SIM karty pomocí signálu SIM\_PD.

*Tab. 20. Zapojení SIM konektoru*

<b>Pin</b>	<b>Popis</b>
1	Ground
2	Detekce přítomnosti
3	Clock (časovač)
4	Reset
5	VCC (napájení)
6	Sériová data I/O
7	VPP (nepřipojen)
8	Ground

### **3.7.3 Komponenty a specifikace**

Seznam a popis všech konektorů a jejich funkcí je v tabulce (P VI). Seznam pinů a jejich funkcí konektoru rozhraní vyvedeném z modulu G24 je v tabulce (P VII). Seznam všech LED ukazatelů a jejich funkcí je v tabulce (P VIII).

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 NÁVRH ZABEZPEČENÍ OBJEKTU

Úkolem praktické části diplomové práce je navrhnout zabezpečovací systém za použití GSM modulu G24, vývojového kitu a různých komponent.

### 4.1 Zadání

Navrhněte zabezpečovací systém objektu (místnosti), který upozorní majitele na vloupání (nepovolený vstup) a požár. V případě vloupání aktivuje alarm, kontaktuje majitele (SMS zpráva) a umožní odposlech místnosti.

### 4.2 Bližší popis zabezpečované místnosti

Objekt typu místnost se nachází v komplexu budovy v prvním podlaží a má rozměry 10 m x 5 m. Do místnosti vedou dvoje dveře, ale jen jedny jsou vstupní a vedou na hlavní spojovací chodbu. Druhé dveře oddělují místnost od skladu a nejsou příliš používané. V místnosti jsou tři velká okna, ale příliš často se neotvírají. V místnosti není instalován žádný zabezpečovací systém ani požární hlásič. Místnost není pravidelně používána.

### 4.3 Vypracování

Tato podkapitola popisuje umístění kontroléru (vývojový kit + modul G24) a připojených komponent zabezpečovacího systému s výčtem jejich parametrů.

#### 4.3.1 Umístění zabezpečovacího systému

Nejdůležitějším krokem je správné umístění samotného řídicího kontroléru (vývojový kit + modul G24), které je ovlivněno množstvím různých faktorů. Umístění musí být vhodné vzhledem k blízkosti elektrické zásuvky (napájení), intenzitě signálu (komunikace), množství dopadajících slunečních paprsků (žádnému zařízení neprospívá vysoká teplota způsobená působením slunečních paprsků) a v neposlední řadě je důležité připojení komponent.

### 4.3.2 Popis použitého příslušenství

Pro zabezpečení objektu je nutné připojit ke kontroléru (vývojový kit + modul G24) určité komponenty. Bez nich by možnosti modulu nebyly využity na maximum. Pro realizaci zabezpečovacího systému byla použita následující příslušenství:

#### *Externí anténa*

K zajištění příjmu lepšího signálu byla použita externí anténa MGQS od firmy Sectron. Tato anténa je magnetická a čtyř pásmová. Připojuje se pomocí konektoru SMA. Propojovací kabel má 3 m. Anténa měří na výšku 25 cm.

#### *Magnetické kontakty*

K detekci nedovoleného otevření dveří nebo oken byly použity rozpínací magnetické kontakty SA – 200A firmy Jablotron viz. (Obr. 38). Magnetické kontakty jsou plastové pro povrchovou nebo zápusťnou montáž o rozměrech 49 x 14 x 13 mm. Mohou být instalovány zapuštěním do otvoru o průměru 13 mm (vnější rozměr 14 mm) nebo povrchovou montáží pomocí dodávaných plastových krytek, pod kterými jsou skryty montážní šrouby.



Obr. 38. Magnetické kontakty SA – 200A Jablotron

#### *Mikrofon*

K možnosti odposlechu byl použit kvalitní směrový mikrofon firmy Sectron. Ke kontroléru byl připojen přes redukci (3,5 mm jack → 2,5 mm) pomocí 2,5 mm jacku.

### *Pohybový detektor (PIR)*

Jako pohybový detektor (PIR) byl použit kombinovaný detektor pohybu osob a tříštění skla JS-25 Combo firmy Jablotron viz. (Obr. 39). Detektor JS-25 kombinuje snímač pohybového detektoru (PIR) k prostorové ochraně se snímačem rozbití skla (GBS). Má tři samostatné výstupy → signály rozbití skla, pohybu osob a sabotáže snímače.

PIR snímač pohybu zpracovává signál metodou násobné analýzy signálu. Tím se dosahuje vynikající citlivosti a vysoké odolnosti proti falešným poplachům. Detekční analýzu lze zvýšit nastavovací propojkou, pokud je výrobek montován do problematických prostorů. Ve snímači lze vyměnit základní čočku za verzi pro dlouhé chodby, nebo za verzi se zónou k pohybu domácích zvířat.

Detektor rozbití skla užívá duální metodu, při které jsou vyhodnocovány nepatrné změny tlaku vzduchu v místnosti (náráz do skleněné výplně) a následné zvuky řinčení skla. Toto řešení vyniká vysokou spolehlivostí reakce při rozbití skleněné výplně a nízkou náchylností k nežádoucím reakcím. Citlivost detektoru lze snadno nastavit podle vzdálenosti a rozměrů chráněných oken. Navíc je snímač rozbití skla vybaven volitelnou paměťovou indikací.

K testování funkcí je výrobek vybaven signální LED diodou (červeně je indikován pohyb osob, zeleně aktivace snímače rozbití skla). Detektor vyniká vysokou odolností proti vysokofrekvenčnímu rušení a jiným falešným signálům. Je navržen jak pro montáž na rovnou plochu, tak i pro montáž do rohu.



*Obr. 39. JS-25 Combo*



Technické parametry:

- Napájení - 12 V stejnosměrně  $\pm 25 \%$
- Klidový odběr (bez LED) - max. 10 mA
- Maximální odběr (včetně LED) - max. 35 mA
- Max. průřez přívodních vodičů - 1 mm<sup>2</sup>
- Zatížitelnost sabotážního výstupu TMP – spínač max. 60 V / 50 mA / 16  $\Omega$
- Rozsah pracovních teplot -10 až +55 °C
- Rozměry – 110 x 60 x 55 mm

Parametry pohybového detektoru (PIR):

- Doporučená instalační výška – 2,5 m nad úrovní podlahy
- Úhel detekce / délka záběru - 120° / 12 m (se základní čočkou)
- Doba stabilizace po zapnutí – max. 180 s
- Zatížitelnost výstupu PIR – spínač max. 60 V / 50 mA / 30  $\Omega$

Parametry detektoru tříštění skla (GBS):

- Detekční vzdálenost – do 9m
- Minimální plocha skleněné výplně – 0,6 x 0,6 m
- Doba stabilizace po zapnutí – max. 90 s
- Zatížitelnost výstupu GBS – spínač max. 60 V / 50 mA / 30  $\Omega$

### ***Požární hlásič***

Jako požární hlásič (GBS) byl použit optický detektor kouře SD-212SP firmy Jablotron viz. (Obr. 40). Detektor SD-212SP s optickou vyhodnocovací komorou je určen k automatické detekci a signalizaci vzniku požáru. Objeví-li se v jeho dosahu produkty

spalin, detektor aktivuje svoji optickou a akustickou signalizaci a upozorní osoby v dosahu detektoru na vznikající nebezpečí. Detektor obsahuje vestavěný teplotní senzor, který reaguje při teplotě nad 70 °C.



Obr. 40. Požární hlásič SD-212SP

Technické parametry:

- Napájení - 12 V stejnosměrně  $\pm 25 \%$
- Citlivost detektoru –  $m = 0,05 / 0,07$  (EN 54-7)
- Detekční metoda – optický rozptyl světla
- Odolnost proti VF rušení – 30 V / m
- Akustický výkon sirény – 95 dB / m
- Rozsah pracovních teplot –10 až +60 °C
- Relativní vlhkost 25 % až 75 %
- Rozměry –  $\varnothing 120$  mm, 40 mm

### **Reproduktor výstrahy**

Jako reproduktor výstrahy byla použita vnitřní nezálohovaná siréna firmy Siemens. Výstupní výkon je 115 dB. Připojuje se přes redukci 3,5 mm jackem.

### 4.3.3 Umístění komponent zabezpečovacího systému

Mezi další důležitá rozhodnutí při realizaci zabezpečovacího zařízení patří správné umístění použitých komponent.

#### *Umístění externí antény*

Externí anténa byla umístěna v místě s nejlepším pokrytím GSM signálu. Limitujícím faktorem byla pouze délka propojovacího kabelu a některé oblasti, které byly buď zarušené nebo nemohli být vystaveny rušivému signálu. Při umístění antény byl využit AT příkaz AT+CIND?, který vrací hodnotu signálu (0 - 5). Anténa byla po té umístěna do místa s nejlepším pokrytím GSM signálu viz. (Obr. 42).

#### *Umístění magnetických kontaktů*

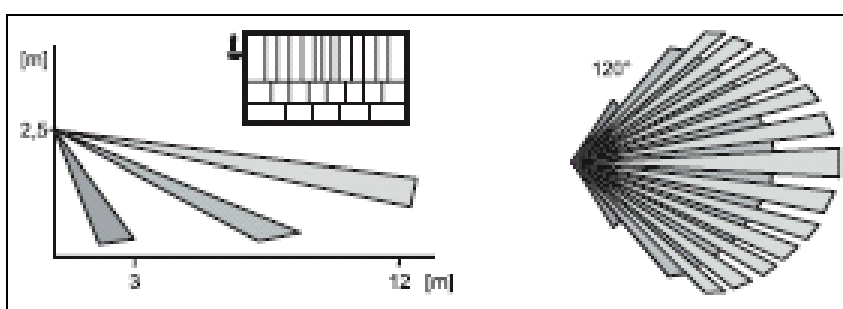
Magnetické kontakty byly umístěny na všechny dveře a okna viz. (Obr. 42).

#### *Umístění mikrofonu*

Vzhledem k parametrům mikrofonu byl mikrofon umístěn v blízkosti GSM kontroléru a namířen do středu místnosti viz. (Obr. 42).

#### *Umístění pohybového detektoru (PIR)*

Při umístění pohybového detektoru se musí brát v úvahu jeho pracovní úhel detekce ( $120^\circ$ ) a délka záběru (12 m) viz. (Obr. 41). Pro správnou funkci GBS čidla (detektor rozbití skla) musí být čidlo umístěno naproti oknům. Snímač pohybu (PIR) vhodně snímá dění v celé místnosti, když je umístěn v rohu místnosti. Proto byl kombinovaný detektor (PIR i GBS) umístěn do rohu místnosti viz. (Obr. 42).



Obr. 41. Charakteristika snímače pohybu (čočky)

### *Umístění požárního hlásiče*

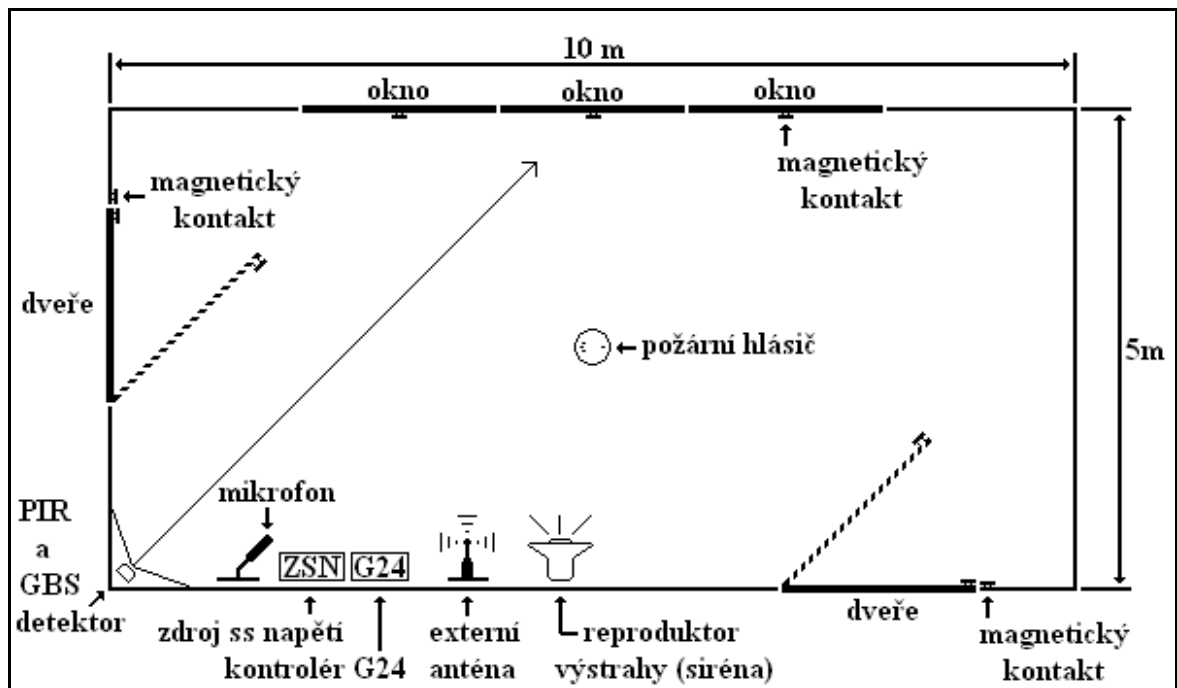
Požární hlásič se nejčastěji umísťuje do bezpečné vzdálenosti od zdroje tepla (aby nedošlo k falešnému poplachu). Požární hlásič byl umístěn na stropě ve středu místnosti viz. (Obr. 42).

### *Umístění reproduktoru výstrahy*

Reproduktor výstrahy byl umístěn v blízkosti kontroléru G24 viz. (Obr. 42).

## **4.4 Návrh zabezpečovacího systému**

Pro návrh zabezpečovacího systému byly využity všechny dostupné funkce a možnosti modulu G24 ve spojení s vývojovým kitem a výše uvedeným příslušenstvím viz. (Obr. 42). Zabezpečovací systém využívá všech osm kombinovaných vstupů / výstupů, které byly nastaveny jako vstupy. Dva vstupy byly napojeny na magnetické kontakty u obou dveří a tři vstupy byly napojeny na magnetické kontakty u všech třech oken. Další dva vstupy byly využity pro propojení s dvěmi výstupními signály kombinovaného detektoru (PIR a GBS) a poslední výstup byl využit k propojení s výstupním signálem požárního detektoru. Ke kontroléru (modul G24 + vývojový kit) byly dále připojeny - externí anténa, mikrofon, reproduktor výstrahy a externí napájecí adaptér. Pro napájení aktivních čidel (kombinovaný detektor PIR i GBS a požární hlásič) byl použit externí zdroj stejnosměrného napětí. Popis realizace zabezpečovacího systému, nastavení kontroléru G24 a použitých komponent je v následující kapitole.



Obr. 42. Schéma zabezpečovacího systému

## 5 REALIZACE A OVĚŘENÍ NÁVRHU

Poslední kapitola popisuje postup realizace zabezpečovacího systému a jeho následné ověření.

### 5.1 Nastavení kontroléru G24 (vývojového kitu a modulu G24)

Tato podkapitola podrobně popisuje pracovní postup nastavování kontroléru (modulu G24 + vývojového kitu) k použití jako zabezpečovacího systému.

#### 5.1.1 Před připojením napájení

Před připojením napájení byla provedena kontrola vývojového kitu a modulu G24. Kontrola byla zaměřena především na nastavení propojek, jumperů, přepínačů a zda-li je modul G24 správně připojen k vývojovému kitu.

Nejdůležitější bylo správně nastavit propojky P203 (napájení externím adaptérem) a P204 (napájení zdrojem stejnosměrného napětí), které řídí způsob napájení vývojového kitu. Pro napájení kontroléru G24 byl použit externí adaptér, proto byla propojka P203 propojena jumperem a P204 zůstal nepropojen.

Dále bylo zkontrolováno nastavení propojek P200 a P201, které určují, zda-li se má z hlavního napájecího napětí napájet modul G24 (P200) a vývojový kit (P201). A pro správnou funkci byly obě propojky propojeny jumpery.

Všechny přepínače (S100, S111, S120, S140, S160 a S170) byly nastaveny do polohy OFF. Pouze signál AUDIO přepínače S140 byl nastaven do polohy ON. Tím bylo dosaženo aktivování audio kodeku vývojového kitu, který převádí digitální audio z modulu G24 do analogové podoby a aktivuje audio konektory vývojového kitu (J430 – SPEAKER, J440 – HEADSET, J460 – MIC a J480 - ALERT). Pro nastavení a odzkoušení činnosti byly připojeny reproduktory ke konektorům J430 a J480 a mikrofon ke konektoru J460.

Následovalo vložení SIM karty do konektoru J100. Pro pozdější komunikaci bylo nezbytné připojit sériový kabel k sériovému konektoru počítače (COM1) a ke konektoru sériového rozhraní vývojového kitu J300 (UART1).

Poslední část kontroly byla věnována správnému připojení externí antény. Standardně je modul G24 připojen k internímu konektoru antény vývojového kitu, který slouží

k připojení malé a nedostačující antény. Proto bylo toto propojení odebráno a externí anténa byla připojena přímo ke konektoru pro externí anténu (EXT ANT – RF kabel vedený od modulu G24 zakončený SMA konektorem).

### 5.1.2 Zapínání vývojového kitu a modulu G24

Před připojením hlavního napájení byl vypínač vývojového kitu (S200) přepnut do polohy OFF. Po té bylo připojeno hlavní napájecí napětí z externího adaptéru do portu J210.

Přepnutím vypínače S200 se zapne vývojový kit a rozsvítí se informační LED dioda D200 (informuje o stavu vývojového kitu). Pokud nebyl modul G24 delší dobu zapnut, na malou chvíli (1600 ms) se zapne i modul G24, aby mohl proběhnout interní test modulu G24. O zapnutí modulu G24 informuje LED dioda D701.

Krátkým stisknutím vypínače S110 (500ms – 1500ms) se modul G24 zapne. Modul lze zapnout i přepnutím signálu IGN1 přepínače S100 do polohy ON. Modul zůstane zapnutý jen po dobu kdy je signál IGN1 nastaven do polohy ON. Přepnutím signálu IGN1 do polohy OFF se modul opět vypne.

### 5.1.3 Počáteční nastavení a zkontrolování funkčnosti

Před zapnutím modulu je důležité spustit na počítači instalaci driverů firmy Motorola (Motorola\_End\_User\_Driver\_Installation\_2.7.6.msi). Po zapnutí modulu a vývojového kitu se modul (Motorola USB modem) nainstaluje sám. Ke zkontrolování funkčnosti a k počátečnímu nastavení byly použity AT příkazy, posílané do modulu G24 prostřednictvím programu Hyperteminál, který je součástí operačního systému Windows firmy Microsoft (Nabídka Start → Programy → Příslušenství → Komunikace → → HyperTerminál).

Následuje výčet použitých AT příkazů a odpovědí modulu:

AT	//zadávaný příkaz
OK	//odpověď modulu G24 (OK – komunikace mezi modulem a počítačem je v pořádku)
ATZ	//nastavení modulu na automatickou rychlost (baud rate)
OK	//odpověď

ATI7	//identifikace modulu G24
G24 OEM Module	//odpověď
AT+CGMI	//příkaz vrací název výrobce modulu
Motorola	//odpověď
AT+CBC	//stav napájení modulu
0,60	//napájení je na 60 %
ATS97?	//dotaz zda-li je správně připojená anténa
001	//anténa řádně připojena
AT+CIND?	//dotaz jestli je služba k dispozici..., dostatečná intenzita signálu
1,0,0,0,4,0	//služba k dispozici, signál má intenzitu 4 (minimum 0,maximum 5)
AT+CBAUD?	//dotaz na rychlost spojení v baudech (b/s)
57600	//rychlost spojení je 57600 baudů (b/s)
AT+CBAUD=?	//dotaz na podporované rychlosti
0-13,300,600,1200,2400,4800,9600,19200,38400,57600,115200,230400,460800,921600	
AT+MMAD=4	//vrací teplotu ve formátu, který je potřeba převést na °C
77	//hodnota 77 znamená 18 °C viz. (P II)
AT+MMAD=5	//vrací hodnotu napájení modulu G24 * 100
365	//365=3,65*100 – hodnota napájení je 3,65 V
AT+CGMM	//vrací podporované GSM technologie a modelové označení modulu
GSM900,GSM1800,GSM1900,GSM850,MODEL=G24	//odpověď
AT+CGSN	//vrací EMEI číslo SIM karty
EMEI číslo SIM	//odpověď - číselná hodnota EMEI

## 5.2 Připojování a nastavování periferií

Před připojením periferií bylo nutné správně nastavit vstupy a aktivní čidla. Následné připojení komponent probíhalo při vypnutém modulu G24 i vývojového kitu.



### 5.2.1 Nastavování vstupů

Všechny kombinované vstupy výstupy byly nastaveny jako vstupy pomocí AT příkazu AT+MIOD:

```
AT+MIOD=11111111,1 //nastavením všech kombinovaných vstupů výstupu na vstupy  
OK //odpověď
```

Všechny vstupy (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 a 8) byly nastaveny jako rozpínací pomocí AT příkazu AT+MIOC:

```
AT+MIOC=11111111,11111111
```

### 5.2.2 Nastavování aktivních čidel

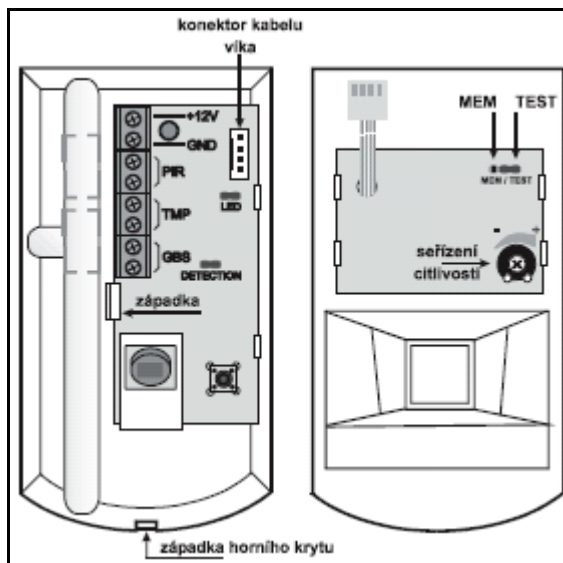
Aktivní čidla (detektor pohybu, rozbití skla a požární hlásič) se musí nastavit ještě před připojením.

#### *Nastavení detektoru pohybu*

Detektor pohybu se automaticky zapne ihned po připojení správného napájecího napětí (12 V stejnosměrných) ze zdroje stejnosměrného napětí. Po přimontování do rohu místnosti a zapnutí byl detektor ponechán chvíli (1 minutu) v klidu, aby se stabilizoval senzor. Dále bylo nutné zkontrolovat, zda-li je propojka LED propojena jumperem, aby LED dioda detektoru pohybu signalizovala pohyb viz. (Obr. 41). Následovalo ověření funkčnosti a pokrytí střeženého prostoru pohybem v místnosti.

#### *Nastavení detektoru rozbití skla*

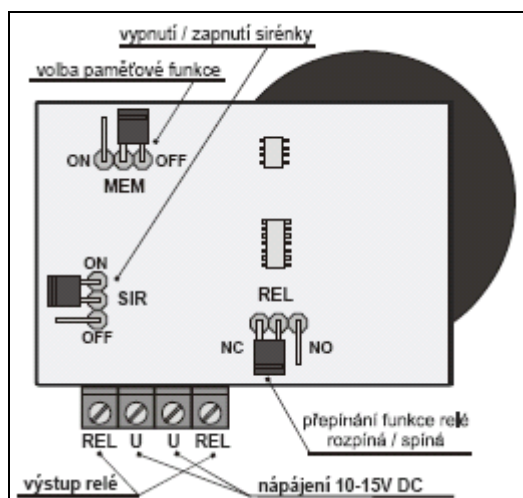
Detektor rozbití skla se automaticky zapne ihned po připojení správného napájecího napětí (12 V stejnosměrných) ze zdroje stejnosměrného napětí. Po přimontování do rohu místnosti a zapnutí byl detektor ponechán chvíli (1 minutu) v klidu, aby se stabilizoval senzor. Dále bylo nutné zkontrolovat, zda-li je propojka MEM/TEST propojena jumperem v poloze MEM, aby LED dioda detektoru rozbití skla signalizovala změnu tlaku na okna a rozbití okna viz. (Obr. 43). Následovalo nastavení míry detekce změny tlaku regulátorem (seřízení citlivosti). Ověření funkčnosti a nastavení proběhlo různě intenzivními údery na všechna okna a sledovaly se signály LED diody detektoru rozbití skla.



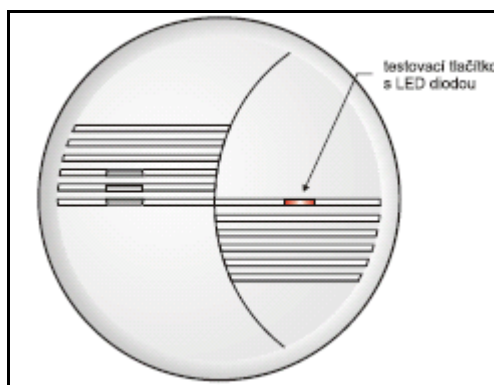
Obr. 43. Schéma detektoru JS-25 Combo

### Nastavení požárního hlásiče

Před přimontováním detektoru do středu stropu byly kontakty výstupu detektoru nastaveny jako rozpínací (v klidu sepnuty) propojením propojky NC (REL) jumperem viz. (Obr. 44). Dále byla zapnuta siréna propojením propojky (ON) SIR jumperem a volba paměťové funkce propojením propojky (ON) MEM jumperem. Ještě byla provedena kontrola detektoru stisknutím a krátkým podržením (3 s) testovacího tlačítka viz. (Obr. 45), po kterém se provedl test detektoru a ohlásil funkčnost krátkým aktivováním sirény a výstupu.



Obr. 44. Schéma požárního hlásiče



Obr. 45. Schéma požárního hlásiče

### 5.2.3 Připojení periferií

Periferie se ke vstupům kontroléru připojují přes určité piny konektoru rozhraní (P100). Druhé propojovací kontakty každé periferie byly připojeny ke GND.

#### *Magnetické kontakty*

Magnetické kontakty dveří a oken byly připojeny jako vstupy: 1 (vstupní dveře), 2 (dveře do skladu), 3 (první okno), 4 (druhé okno) a 5 (třetí okno) k pinům 28, 30, 32, 34 a 36.

#### *Kombinovaný detektor pohybu a rozbití skla*

Výstup pohybového čidla kombinovaného detektoru byl připojen jako vstup 6 k pinu 38. Výstup čidla rozbití skla kombinovaného detektoru byl připojen jako vstup 7 k pinu 40.

#### *Požární hlásič*

Výstup požárního hlásiče byl připojeno jako vstup 8 k pinu 42 konektoru rozhraní (P100).

### 5.2.4 SMS příkazy

Kontrolér podporuje příjem příkazů prostřednictvím zpráv SMS. Ovšem tyto SMS zprávy musí mít speciální tvar.

SMS zpráva musí začínat šesti ciferným heslem (standardně nastaveno na 123456) potom následuje čárka (,) a příkaz. Příklad pro změnu hesla (příkaz P a za ním nové heslo {maximálně 6 čísel}): Tvar odeslané SMS zprávy pro změnu přístupového hesla z 123456 na 000000: 123456,P000000

### 5.2.5 Nastavení požadované akce

Nastavení požadované akce při rozepnutí určitého kontaktu bylo provedeno prostřednictvím SMS zpráv. Nejdříve byla zadána telefonní čísla, na které byly zasílány SMS zprávy s kontroléru.

Tvar odeslané SMS zprávy pro nastavení telefonního čísla 777586686 (příkaz N a za ním číslo pozice {1-8}, na kterou se telefonní číslo uloží):

123456,N1+420777586686

123456,N2+420605856132

Následovalo navolení způsobu odezvy kontroléru formou SMS zpráv (lze navolit i prozvonění{W1} telefonního čísla uloženého na první pozici nebo bez odezvy{W0}).

Tvar odeslané SMS zprávy pro nastavení způsobu odezvy kontroléru:

123456,W2

Tvar SMS zpráv, které odešle kontrolér při rozepnutí konkrétních vstupů byl nastaven příkazem T.

Tvar odesílaných SMS zpráv:

123456,T1MK1Dvere

123456,T2MK2Dvere

123456,T3MK1Okno

123456,T4MK2Okno

123456,T5MK3Okno

123456,T6PIR

123456,T7GBS

123456,T8Pozar

Pokud dojde k neoprávněnému vstupu a magnetický kontakt vstupních dveří se rozepne, dojde SMS zpráva ve tvaru „MK1Dvere“ na telefonní číslo uložené na první pozici.

Kontrolér lze kontrolovat na dálku pomocí dotazovacích SMS zpráv. Tyto zprávy mají následující znění:

**123456,Q1****odpověď na dotaz Q1:**

[GUARD]/[NONE]

OUT(1-4):yyyyyyyy

Z1: Nx

Z2: Nx

Z3: Nx

Z4: Nx

Z5: Nx

Z6: Nx

Z7: Nx

TZN(1-8):aaaaaaaa

IO(1-7):bbbbbb

ACK:c

GUARD znamená aktivovaný kontrolér, NONE znamená neaktivovaný kontrolér.

OUT(1-8) stavy vstupů / výstupů, pro y=0 VYPNUTO, pro y=1 ZAPNUTO

Z1 až Z7 Nx vypíše číslo telefonu, na který se zasílají SMS zprávy

TZN(1-8) nastavení vstupu, a=0 ROZPÍNACÍ, a=1 SPÍNACÍ

ACK typ odpovědi při aktivaci kontroléru → c=0 bez odpovědi, c=1 zavoláním na číslo N1, c=2 zasláním SMS na číslo N1.

**123456,Q2****odpověď na dotaz Q2:**

PHONE NUMNERS:

N1+

N2+

N3+

N4+

N5+

N6+

N7+

N8+

Za + je číslo nastaveného telefonu, pokud je nastaveno +111, tak není nastaveno žádné číslo

**123456,Q3**

**odpověď na dotaz Q3:**

T1:text

T2:text

T3:text

T4:text

T5:text

T6:text

T7:text

T8:text

text – Nastavené znění odchozích SMS zpráv.

Každá SMS musí mít přesný tvar a musí obsahovat správný kód na začátku každé SMS (123456).

### **5.3 Aktivace a deaktivace zabezpečovacího systému**

Po té co je kontrolér správně nastaven je vhodné jej na dálku aktivovat a deaktivovat. Tato aktivace a deaktivace na dálku slouží zejména pro povolený (nutný) vstup do místnosti. Vždy není nutné deaktivovat celý zabezpečovací systém. Mnohdy stačí deaktivace jen některých vstupů. Tato podkapitola popisuje jakým způsobem se aktivace a deaktivace provádí.

### 5.3.1 Aktivace zařízení

Celý zabezpečovací systém se aktivuje SMS zprávou ve tvaru: 123456,ON

### 5.3.2 Deaktivace zařízení

Celý zabezpečovací systém se deaktivuje SMS zprávou ve tvaru: 123456,OFF

### 5.3.3 Aktivace a deaktivace určitých vstupů

Aktivace konkrétního vstupu se provádí SMS zprávou ve tvaru: 123456,+X

kde X je číslo konkrétního vstupu. Např. SMS zpráva ve tvaru: 123456,+1 aktivuje vstup číslo 1.

Deaktivace konkrétního vstupu se provádí SMS zprávou ve tvaru: 123456,-X

kde X je číslo konkrétního vstupu. Např. SMS zpráva ve tvaru: 123456,-1 deaktivuje vstup číslo 1.

## 5.4 Ověření funkčnosti

Funkčnost celého nastaveného a aktivního zabezpečovacího systému byla ověřována zkoušením nepovolených přístupů do místnosti. Nejdříve bylo odzkoušeno pohybové čidlo (PIR) kombinovaného detektoru (vstup 6), které reagovalo na jakýkoliv pohyb v místnosti i na otevření dveří a oken nezávisle na magnetických kontaktech. Dále byly odzkoušeny magnetické kontakty umístěné na dveřích (vstupy 1 a 2) a všechny magnetické kontakty oken (vstupy 3, 4 a 5) po deaktivování vstupu číslo 6 (pohybové čidlo). Požární hlásič (vstup 8) byl odzkoušen působením velmi vysoké teploty (více než 60 °C) s pozitivním výsledkem. Detektor rozbití skla (vstup 7) byl odzkoušen boucháním do oken.

## 5.5 Shrnutí

Nyní jsou kontrolér (vývojový kit + modul G24) a periferie nastaveny a zabezpečovací systém je aktivován. Místnost je dostatečně zabezpečena proti nepovolenému vstupu, krádeži i požáru. Samozřejmě žádný objekt nelze zabezpečit na 100 %. Stačí delší výpadek proudu nebo rušička GSM signálu a objekt už není chráněn.

## ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo představit GSM kontroléry a popsat jejich využití při ochraně objektů, podrobně zmapovat funkce a možnosti nového GSM modulu G24 firmy Motorola a vývojového kitu určeného pro tento modul a navrhnout zabezpečovací systém konkrétní místnosti.

GSM kontroléry jsou kompletní jednotky, které mají integrován komunikační modul podporující nejrůznější technologie bezdrátové komunikace. GSM kontroléry obsahují množství analogových i digitálních vstupů a výstupů, umožňují řídit energeticky náročnější zařízení pomocí relé a obsahují různá čidla. GSM kontroléry se ovládají a nastavují, buď na dálku pomocí SMS zpráv nebo přímým propojením s počítačem pomocí AT příkazů, naprogramováním posloupností v určitém programovacím jazyce (nejčastěji v Javě nebo Pythonu) nebo vlastním nastavovacím programem.

V praktické části této diplomové práce byl navržen zabezpečovací systém místnosti s využitím GSM kontroléru, který vznikl spojením výkonného GSM modulu G24 a vývojového kitu firmy Motorola. Návrh se zabývá problematikou umístění kontroléru a připojených komponentů a popisem nastavení všech periférií.

Výstupem diplomové práce je hlavně rozbor možností modulu G24, který je zástupcem nové, velmi rychle se rozvíjející technologie M2M (Machine to Machine) a návrh s popisem realizace zabezpečovacího systému místnosti, který popisuje i kompletní nastavení GSM kontroléru a jeho periférií pro funkci zabezpečovacího systému. Takto nastavený a zapojený GSM kontrolér by měl objekt zabezpečit na maximum. Vhodným umístěním detektoru pohybu (PIR) bylo dosaženo dvojí ochrany vstupních a skladových dveří a všech oken, protože i bez aktivních magnetických kontaktů byl objekt zabezpečen tímto čidlem. Další výhodou tohoto detektoru spočívala v možnosti detekovat rozbití skleněné výplně oken dalším čidlem (GBS). Před vstupem do objektu je nutné deaktivovat zabezpečovací systém nebo alespoň vyřadit z funkce určitá čidla.



## ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

The aim of this diploma work were to introduce GSM controllers and describe their using for protecting objects, describe functions and possibility of new GSM module G24 from Motorola Company and developer's kit which is defined for this module in detail and propose security system for concrete room.

GSM controllers are complete unit with integrated communication module, which support various kind of wireless communication technologies. GSM controllers contain a lot of analogue and digital inputs and outputs and detectors. They can control machine, which need more power, by means of relay. GSM controllers are controlled and set by SMS message or by AT commands or by programming in some programming language (Java, Python) or by own set program.

In practical section of this diploma work was propose room security system with using GSM controller G24, which arose by achievement GSM module G24 connected to developer's kit from Motorola Company. Proposal deal with placing controller and connected component problems and describe setting of all periphery.

The most important of diploma work is analysis of possibility G24 module, which is representative new and very quickly elaborative technology M2M (Machine to Machine) and proposal with description realization room security system, that describes full setting of GSM controller and its periphery for right security system function. GSM controller, which is set and connected like this, should make safe object on maximum. Acceptable placing of movement detector (PIR) was reached double protect entering and store-room doors and of all windows, because without active magnetic contacts was object protected by this sensor. Next advantage this detector lay in possibilities to detect smash glass in windows by other sensor (GBS). Before entrance to the object is necessary to deactivate security system or at least deactivate movement sensor and magnetic contacts.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] oficiální stránka firmy Insys Microelectronics s. r. o., Waffnergasse 8, D – 093 47 Regensburg Německo [online]. [cit. 2007-04-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.insys-tec.com/>>.
- [2] oficiální stránka firmy Siemens, [online]. [cit. 2007-04-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.siemens.com/>>.
- [3] oficiální stránka firmy Jablotron s. r. o., Pod Skalkou 33, 466 01 Jablonec nad Nisou [online]. [cit. 2007-04-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.jablotron.cz/>>.
- [4] oficiální stránka firmy Level s. r. o., Plhovská 1997, 547 01 Náchod [online]. [cit. 2007-04-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.levelna.cz/>>.
- [5] oficiální stránka firmy Macro Weil spol. s r.o., Lotyšská 10, 160 00 Praha 6 [online]. [cit. 2007-04-09]. Dostupný z WWW: <<http://www.macroweil.cz/>>.
- [6] oficiální stránka firmy Motorola, [online]. [cit. 2007-03-28]. Dostupný z WWW: <<http://www.motorola.com/>>.
- [7] oficiální stránka firmy Sectron s. r. o., Výstavní 2510 / 10, 709 00 Ostrava – Mariánské Hory [online]. [cit. 2007-04-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.sectron.cz/>>.
- [8] oficiální stránka firmy Telit, [online]. [cit. 2007-04-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.telit.co.it/>>.
- [9] oficiální stránka firmy Microdis Electronics s. r. o., Vojkov 103, 251 62 Říčany u Prahy [online]. [cit. 2007-04-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.microdis.net/>>.
- [10] oficiální stránka firmy Teltonika, [online]. [cit. 2007-04-09]. Dostupný z WWW: <<http://www.teltonika.lt/en/>>.
- [11] oficiální stránka firmy WM Ocean s. r. o., Pod Vinicí 2028 / 20, 143 01 Praha 4 [online]. [cit. 2007-04-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.wmocean.cz/>>.
- [12] Stránky časopisu Automa : Bezdrátové komunikace v automatizační praxi [online]. [cit. 2007-04-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.automa.cz/>>.

- [13] Velický – Datové přenosy po GSM sítích, technologie HSCSD, GPRS a UMTS, diplomová práce, České Budějovice 2002
- [14] oficiální stránka organizace GSM Association [online]. [cit. 2007-03-28]. Dostupný z WWW: <<http://www.gsmworld.com/>>.
- [15] Stránky časopisu Sdělovací technika [online]. [cit. 2007-04-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.stech.cz/>>.
- [16] Jarmar – Aplikace PLC s mobilním telefonem, bakalářská práce, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně – Fakulta technologická 2005
- [17] oficiální stránka informačního portálu Živě.cz [online]. [cit. 2007-04-28]. Dostupný z WWW: <<http://www.zive.cz/>>.
- [18] Bastian, P.: Praktická elektrotechnika. Europa – Sobotáles, Brno, 2004.
- [19] Horst, J.: Informační a telekomunikační technika. Praha, BEN, 2004.
- [20] Hruška, F.: Technické prostředky automatizace IV. UTB ve Zlíně, 2001.
- [21] Klaus, T.: Příručka pro elektrotechnika. Europa – Sobotáles, 2005.
- [22] Flajzar, T.: GSM alarm – přenos poplachu na mobilní telefon. Praha, BEN 2005.
- [23] Krejčířík, A.: SMS – Střežení a ovládání objektů pomocí mobilu a SMS. Praha, BEN, 2004.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

3G	Third generation – třetí generace
8PSK	8 Phase Shift Keying – 8 fázová
A / D	Analogue to Digital – analogově digitální převodník
AOC	Advice Of Charge – služba kalkuluje hovorné
APN	Access Point Name (Node) - přístupový bod
AT	Apple Talk - AT příkazy
AutoBR	Auto Baud Rate – automatické nastavení rychlosti
BTS	Base Transceiver Station – základnové stanice
BSC	Base – základnové řídicí stanice
CAN	Controller Area Network - rozhraní sběrnice
CDMA	Code Division Multiple Access – dělení frekvenčních kanálů technikou kódového multiplexu
CS	Coding Scheme – kódovací schéma
CSD	Circuit Switched Data – datový přenos fungující na principu přepojování okruhů
DCE	Data Communication Equipment – standard obecných zásad pro řízení datového toku, koncové zařízení
DIN	Deutsches Institut für Norming - standard pro lišty
DSP	Digital Signal Processor – digitální procesor pro hlasové a datové služby
DTE	Data Terminal Equipment – standard obecných zásad pro řízení datového toku, nadřazené zařízení
DTMF	Dual Tone Multi Frequency – telefonní technologie, která umožňuje vytvořit 16 různých tónů za použití 8 kmitočtů
ECSD	Enhanced Circuit Switched Data – rozšířený datový přenos fungující na principu přepojování okruhů

EDGE	Enhanced Data for Global Evolution – technologie pro přenos dat v mobilních sítích
EGPRS	Enhanced General Packet Radio Service – rozšířené GPRS = EDGE
EMI	External Machine Interface – externí rozhraní
ETSI	European Telecommunication Standard Institute – Institut evropských telekomunikačních standardů
FCC	Federal Communication Commission - směrnice
FDD	Frequency Division Duplex – dělení frekvenčním duplexem
FEM	Front End Module – modul s harmonickým filtrem a anténovým přepínačem
FDMA	Frequency Division Multiple Access – dělení frekvenčních kanálů technikou frekvenčního multiplexu
FTA	Flexography Technical Association - směrnice
FTP	File Transfer Protocol – protokol pro přenos souborů
GCF	Global Certification Forum - směrnice
GBS	- čidlo reagující na rozbití oken
GGSN	Gateway GPRS Support Mode – uzel plnící úlohu brány mezi mobilní sítí a vnější datovou sítí
GMSK	Gaussian Minimal Shift Keying – způsob modulace
GPIO	General Purpose Input Output – rozhraní vstupů a výstupů
GPRS	General Packet Radio Service – paketová technologie přenosu dat
GPS	Global Positioning System – globální systém určování pozic
GSM	Global System for Mobile communication – globální systém mobilní komunikace
GTP	GPRS Tunneling Protocol – přenosový protokol technologie GPRS
H – ARQ	Hybrid Automatic Repeater reQuester – hybridní automatický požadavek nna opakování přenosu
HDLC	High-level Data Link Control - linkový komunikační protokol

HLR	Home Location Register - registr
HSCSD	High Speed Circuit Switched Data – vysokorychlostní datový přenos fungující na principu přepojování okruhů
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access – protokol mobilní telefonie 3,5 generace
HTTPS	Hyper Text Transfer Protocol Secure – zabezpečená verze HTTP protokolu
IC	Integrated Circuit – integrovaný obvod
IP	Internet Protocol – Internetový protokol
IR	Incremental Redundancy – mechanismus technologie EDGE, který vede ke zmenšení rozptylu přenosových vlastností
ISDN	Integrated Services Digital Network – integrované služby digitální sítě
ISM	Industrial, Scientific and Medical radio bands - volné komunikační pásmo
IWU	Inter Working Unit – analogový modem v místě, kde dochází k propojení digitální sítě GSM a analogové telefonní sítě
JPEG	Joint Photographic Experts Group - standard pro formát komprimovaných digitálních obrázků
LA	Link Adaptation - mechanismus technologie EDGE, který vede ke zmenšení rozptylu přenosových vlastností
M2M	Machine to Machine – technologie, aby zařízení spolu komunikovaly bez lidského zásahu
MAC	Medium Access Control – řízení přístupu k médiu
MCS	Modulation and Coding Scheme – modulační a kódovací schéma
MCU	Micro Controller Unit – jednotka mikrokontroléru
MMCX	Miniature Micro CoaX – miniaturní koaxiální rozhraní pro připojení antény
MO	Mobile Originating – přenos dat z mobilního terminálu do SMSC
MSC	Mobile services Switching Centre – přepojovací ústředna mobilních služeb
MT	Mobile Terminating – přenos dat z SMSC k mobilnímu terminálu

NODE – B	Node – B – Uzel B
OTAP	Ohio Technology Access Project - bezpečný softwarový update bezdrátovou technologií
PBB	Poly Brome Bifenyl - Polybromované bifenyly
PBDE	Poly Brome Difenylether - Polybromované difenylethery
PC	Personal Computer – osobní počítač
PCM	Pulse Code Modulation – pulzní kódová modulace
PCMCIA	Personal Computer Memory Card International Association – standard rozšiřujících karet pro notebooky
PCO	Pult Centrální Ochrany
PDA	Personal Digital Assistant – osobní digitální asistent (velmi malý počítač)
PDP	Packet Data Protocol context – kontext paketového datového protokolu
PIR	Passive Infra Red detector – pasivní infračervený pohybový detektor
PKI	Public Key Infrastructure - šifrování dat v bezpečném prostředí
PLC	Programmable Logic Controller – programovatelný automat
PMIC	Power Management IC – centrum pro regulaci napájení
PPP	Point to Point – komunikační protokol
PTCRB	PCS (Personal Communications Services) Type Certification Review Board – směrnice určující pravidla osazování desek
QoS	Quality of Services – různé úrovně kvality služeb
R&TTE	Radio & Telecommunications terminal Equipment - směrnice
RF	Radio Frequency – radio frekvenční
RIL / NDIS	Reliance Industries Limited / Network Device Interface Specification – směrnice určující pravidla pro rozhraní zařízení
RLP	Radio Link Protocol – rádiový linkový protokol
RNC	Radio Network Controller – rádiová část sítě

RoHS	Restricted of the use of Hazardous Substances – direktiva zakazující použití nebezpečných látek ve výrobcích a výrobě
RTC	Real Time Clock – obvod reálného času
SAP	SIM Access Profile – definuje protokol a procedury, které mohou být použity k přístupu ke kartě SIM prostřednictvím Bluetooth linky
SGSN	Serving GPRS Support Node – uzly mající na starosti doručování dat do (z) mobilních stanic v okruhu své působnosti
SIM	Subscriber Identity Module - označení pro SIM karty
SMS	Short Message Service – služba krátkých textových zpráv
SMSC	Short Message Service Centrum – centrum pro příjem, odesílání SMS zpráv
SMTP	Simple Mail Transfer Protokol – protokol pro přenos emailů
SPIC	Signal Processing IC – slouží pro příjem a vysílání dat v síti GSM
TCP	Transmission Control Protocol – komunikační protokol
TCP / IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol – komunikační protokol
TDD	Time Division Duplex – dělení časovým duplexem
TDMA	Time Division Multiple Access – dělení frekvenčních kanálů technikou časového multiplexu
TS	Time Slot – time slot
UDP	User Datagram Protocol – komunikační protokol
UL	- směrnice
UMTS	Universal Mobile Telephone System – síť třetí generace
UPS	Uninterruptible Power Supply - záložní systém (zdroj)
USB	Universal Serial Bus – univerzální sériová sběrnice (rozhraní)
USSD	Unstructured Supplementary Services Data - služba, při které se data uvnitř sítě přenášejí po signalizačních kanálech
VDA	Verband Der Automobilindustrie - standard pro hlasové přenosy



WCDMA      Wide band Code Division Multiple Access - dělení frekvenčních kanálů  
                 technikou širokopásmového kódového multiplexu

WLAN        Wireless Local Area Network – bezdrátová lokální síť

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1. Modul Insys a LOGO!.....	14
Obr. 2. GSM automat GB 060 211 .....	17
Obr. 3. GSM kontrolér SG20.....	19
Obr. 4. Virtuální sériové rozhraní pomocí funkce easy GPRS.....	22
Obr. 5. ModemCom – TM2 .....	24
Obr. 6. GSM zařízení Majordom.....	25
Obr. 7. Datový přenos mezi sítí GSM a ostatními typy sítí.....	27
Obr. 8. Propojení sítě GSM s analogovou sítí .....	28
Obr. 9. Propojení sítě GSM a ISDN .....	28
Obr. 10. Propojení sítě GSM s jinou sítí GSM.....	28
Obr. 11. Netransparentní přenos pomocí protokolu RLP.....	30
Obr. 12. Transparentní přenos .....	31
Obr. 13. Závislost propustnosti na vzdálenosti mobilní stanice od středu buňky .....	35
Obr. 14. Datové přenosy rychlostí 9,6 a 14,4 kb/s .....	35
Obr. 15. Rozšíření sítě GSM o GPRS.....	40
Obr. 16. Klíčovací diagramy pro GPRS a EDGE.....	46
Obr. 17. Časový multiplex (TDMA) .....	50
Obr. 18. Kódový multiplex (CDMA) .....	51
Obr. 19. GSM modul G24 .....	54
Obr. 20. Stav napájení během GSM komunikaci .....	63
Obr. 21. Stav signálů během zapnutí modulu G24.....	64
Obr. 22. Stav signálů během zapnutí modulu G24 signálem ON_N.....	65
Obr. 23. Stav signálů během vypínání modulu G24 signálem ON_N.....	65
Obr. 24. Stav signálů během zapínání modulu G24 signálem IGN.....	66
Obr. 25. Stav signálů během vypínání modulu G24 signálem IGN .....	67
Obr. 26. Aktivace úsporného módu (sleep) modulu G24 AT příkazem ATS24 .....	69
Obr. 27. Kontrola stavu GSM sítě při úsporném (sleep) módu .....	70
Obr. 28. Přepínání úsporného a standardního módu signálem WKUPI_N .....	71
Obr. 29. Návrat do úsporného módu po ukončení sériové komunikace.....	72
Obr. 30. Schéma (signály) primárního sériového rozhraní UART1.....	73
Obr. 31. Schéma (signály) sekundárního sériového rozhraní UART2.....	74

Obr. 32. Schéma (signály) sériového rozhraní USB.....	75
Obr. 33. Schéma (signály) SIM rozhraní.....	76
Obr. 34. Schéma (signály) audio rozhraní.....	77
Obr. 35. Stav signálu VREF po zapnutí modulu G24 .....	85
Obr. 36. Řízení signálu WKUPO_N pomocí AT příkazů .....	86
Obr. 37. Stav signálů TXEN_N a GSM Tx během GSM komunikace .....	87
Obr. 38. Magnetické kontakty SA – 200A Jablotron .....	95
Obr. 39. JS-25 Combo .....	96
Obr. 40. Požární hlásič SD-212SP.....	98
Obr. 41. Charakteristika snímače pohybu (čočky) .....	99
Obr. 42. Schéma zabezpečovacího systému .....	101
Obr. 43. Schéma detektoru JS-25 Combo.....	106
Obr. 44. Schéma požárního hlásiče .....	106
Obr. 45. Schéma požárního hlásiče .....	107

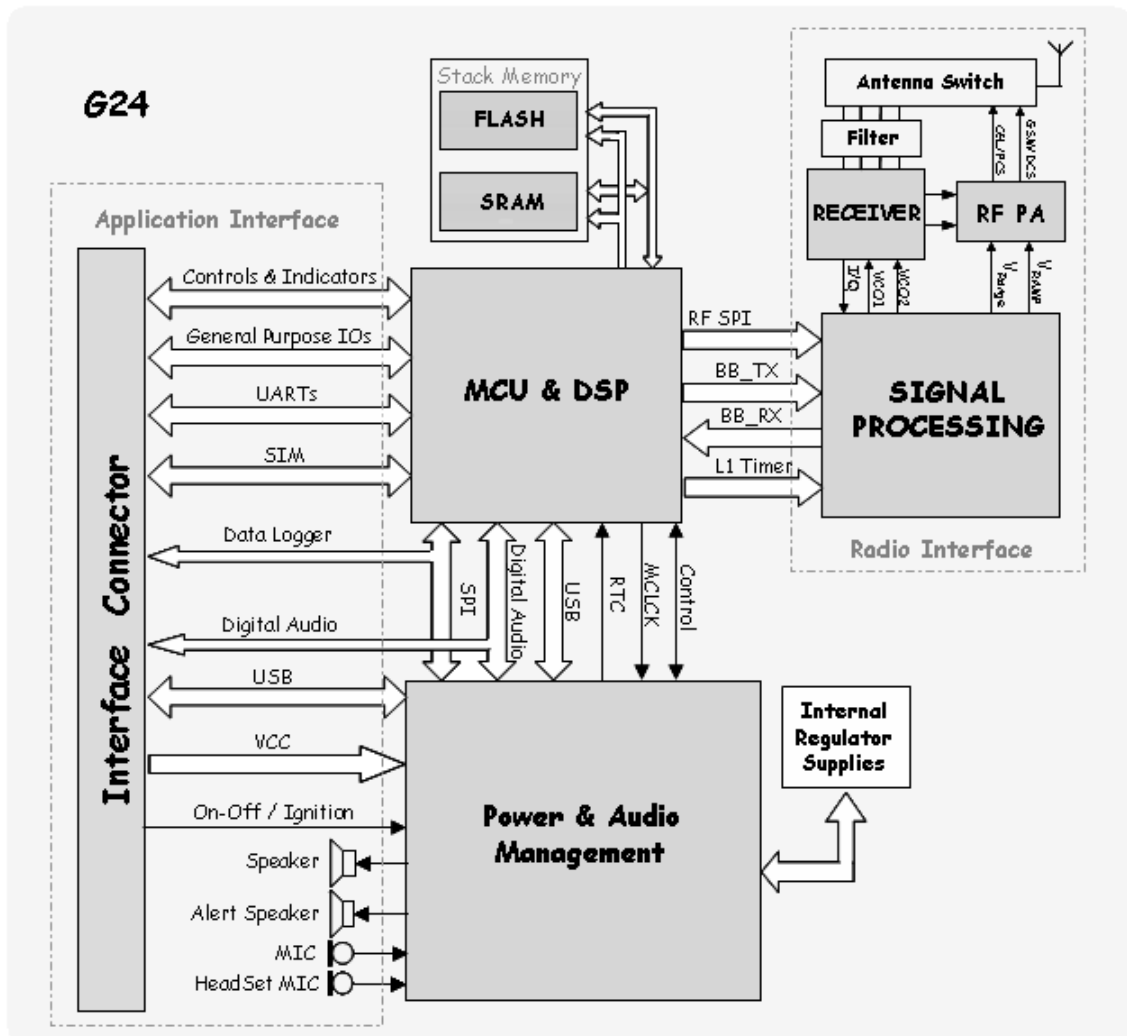
**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1. Třídy HSCSD .....	37
Tab. 2. Třídy spolehlivosti v GPRS .....	42
Tab. 3. Třída garantovaného zpoždění v GPRS.....	42
Tab. 4. Třídy přenosu GPRS pro jeden timeslot.....	42
Tab. 5. Třídy přenosu GPRS.....	44
Tab. 6. Přehled kódovacích schémat .....	47
Tab. 7. Třídy HSDPA .....	52
Tab. 8. Kontakty napájecího rozhraní modulu G24.....	63
Tab. 9. Pracovní stavy (módy) modulu G24.....	68
Tab. 10. Standardní audio cesty audio rozhraní modulu G24 .....	77
Tab. 11. Popis sady AT příkazů pro programování audio rozhraní.....	78
Tab. 12. Definované zvukové formáty digitálního audio rozhraní.....	81
Tab. 13. Popis interních a externích A/D signálů.....	82
Tab. 14. Popis signálů rozhraní pro řízení a indikátory (detektory).....	84
Tab. 15. Signály napájecího konektoru .....	89
Tab. 16. Hodnoty požadovaného napětí .....	90
Tab. 17. Směrování hodnoty napětí na požadovaný A/D převodník.....	90
Tab. 18. Mapování LED diod na GPIO signály modulu G24 .....	91
Tab. 19. Vlastnosti přepínače S100 .....	91
Tab. 20. Zapojení SIM konektoru.....	92

## SEZNAM PŘÍLOH

- P I Blokové schéma modulu G24
- P II Tabulka pro výpočet teploty
- P III Vývojový kit, modul G24 a příslušenství
- P IV Popis vývojového kitu
- P V Seznam všech propojek a přepínačů vývojového kitu
- P VI Seznam všech konektorů vývojového kitu
- P VII Seznam všech pinů konektoru rozhraní modulu G24
- P VIII Seznam všech LED ukazatelů vývojového kitu
- P IX Seznam všech podporovaných AT příkazů
- P X Příručka modulu G24
- P XI Příručka nastavení a ovládání vývojového kitu

# PŘÍLOHA PI: BLOKOVÉ SCHÉMA MODULU G24



## PŘÍLOHA P II: TABULKA PRO VÝPOČET TEPLoty

Teplota (°C)	Hodnota ADC
-30	229
-29	226
-28	223
-27	219
-26	216
-25	213
-24	210
-23	206
-22	203
-21	199
-20	196
-19	192
-18	189
-17	185
-16	182
-15	178
-14	175
-13	171
-12	168
-11	164
-10	160
-9	157
-8	153
-7	150
-6	146
-5	143
-4	140
-3	136
-2	133
-1	130
0	127
1	123
2	120
3	117

Teplota (°C)	Hodnota ADC
4	114
5	111
6	108
7	105
8	102
9	100
10	97
11	94
12	92
13	89
14	87
15	84
16	82
17	79
18	77
19	75
20	73
21	71
22	69
23	67
24	65
25	63
26	61
27	59
28	57
29	56
30	54
31	52
32	51
33	49
34	48
35	47
36	45
37	44

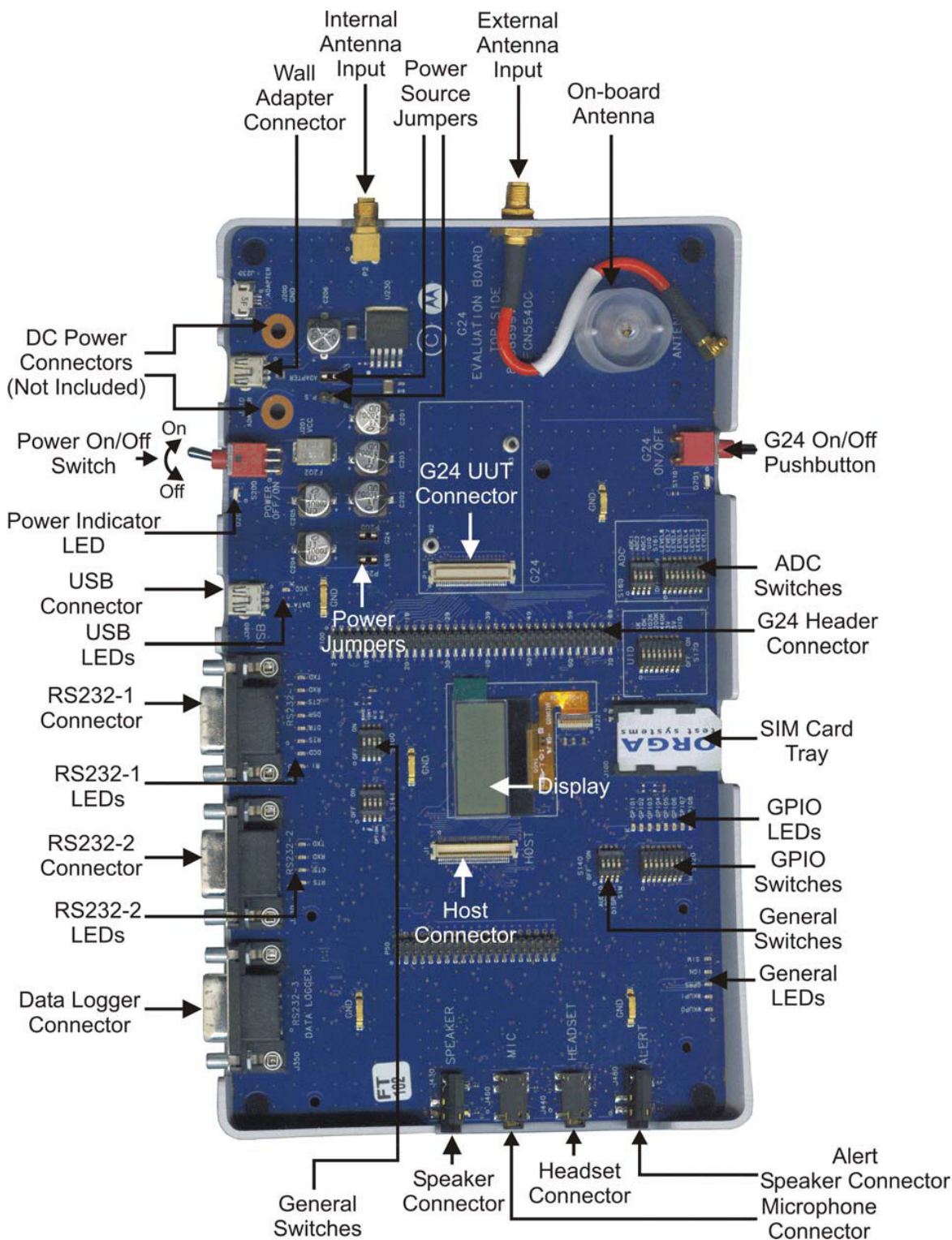
Teplota (°C)	Hodnota ADC
38	43
39	41
40	40
41	39
42	38
43	37
44	36
45	34
46	33
47	32
48	31
49	31
50	30
51	29
52	28
53	27
54	26
55	26
56	25
57	24
58	23
59	23
60	22
61	21
62	21
63	20
64	20
65	19
66	19
67	18
68	18
69	17
70	17

## PŘÍLOHA P III: VÝVOJOVÝ KIT, MODUL G24 A PŘÍSLUŠENSTVÍ





# PŘÍLOHA P IV: POPIS VÝVOJOVÉHO KITU



## PŘÍLOHA P V: SEZNAM VŠECH PROPOJEK A PŘEPÍNAČŮ

Označení	Přepínač / Jumper	Popis
<b>Přepínače</b>		
S200	POWER ON/OFF	Vypínač vývojového kitu ON / OFF
S110	G24 ON/OFF	Vypínač modulu G24 ON / OFF
S100	Přepínače různých funkcí	4 přepínače pro nastavení signálů (WAKE, IGN)
S141	Přepínače různých funkcí	4 přepínače pouze pro vývojové použití
S140	Přepínače různých funkcí	4 přepínače pro nastavení určitých signálů
S120	GPIO	8 přepínačů k nastavení GPIO signálů
S170	UID	8 přepínačů pouze pro vývojové použití
S160	ADC	4 přepínače pro nastavení ADC signálů
S161	ADC	8 přepínačů pro nastavení velikosti ADC signálů
<b>Propojky / Jumpery</b>		
P201	EVB	Zpřístupnění napájení pro vývojový kit
P200	G24	Zpřístupnění napájení pro modul G24
P203	ADAPTER	Pro výběr napájení pomocí externího adaptéru
P204	P.S	Pro výběr napájení pomocí zdroje stejnosměrného napětí

## PŘÍLOHA P VI: SEZNAM VŠECH KONEKTORŮ

Označení	Konektor	Popis
<b>Interní konektory (nejdou vidět když je kryt nasazený)</b>		
P1	G24	Konektor pro připojení modulu G24
J1	HOST	Host konektor pro připojení modulu
P100	Header	Konektor rozhraní (70 pinů) modulu G24
P50	Header	Pouze pro vývojové použití
J201	VCC	Konektor pro připojení VCC DC napětí
J200	GND	Konektor pro připojení GND DC napětí
<b>Externí konektory (viditelné když je kryt nasazený)</b>		
J380	USB	USB mini konektor typu AB
J300	RS232-1	Primární RS - 232 konektor
J330	RS232-2	Sekundární RS - 232 konektor
J350	RS232-3	RS - 232 pro ladění a diagnostiku, pouze pro vývojové použití
J430	SPEAKER	3,5 mm jack pro reproduktor
J460	MIC	2,5 mm jack pro mikrofon
J440	HEADSET	2,5 mm jack pro Headset (handsfree)
J480	ALERT	3,5 mm jack pro alert reproduktor
J210	ADAPTER	Konektor pro připojení napájení pomocí externího adaptéru
J100	SIM	Slot pro vložení SIM karty (s detekcí)
P2	Konektor antény	SMA konektor pro připojení interní antény (M1)
M1	ANTENNA	Interní anténa

## PŘÍLOHA P VII: SEZNAM VŠECH PINŮ KONEKTORU ROZHRANÍ

Číslo pinu	Označení pinu	Číslo pinu	Označení pinu
1	GND	2	GND
3	GND	4	GND
5	VCC	6	VCC
7	VCC	8	VCC
9	RTS_N	10	USB_VBUS
11	RXD_N	12	USB_D+
13	DSR_N	14	USB_D-
15	CTS_N	16	WKUPI_N
17	DCD_N	18	PCM_DIN
19	DTR_N	20	PCM_DOUT
21	TXD_N	22	PCM_CLK
23	RI_N	24	PCM_FS
25	RESET_N	26	WKUPO_N
27	VREF	28	GPIO1
29	RXD2_N	30	GPIO2
31	TXD2_N	32	GPIO3
33	RTS2_N	34	GPIO4
35	CTS2_N	36	GPIO5
37	ADC1	38	GPIO6
39	TX_EN_N	40	GPIO7
41	ANT_DET	42	GPIO8
43	ADC2	44	SIM_RST_N
45	UID	46	SIM_CLK
47	ADC3	48	SIM_VCC
49	GPRS_DET_N	50	SIM_PD
51	IGN	52	SIM_DIO
53	ON_OFF_N	54	LCD_CS
55	HDST_INT_N	56	LCD_SD
57	HDST_MIC	58	LCD_CLK
59	AGND	60	LCD_RS
61	MIC	62	DNU
63	ALRT_N	64	DNU
65	ALRT_P	66	DNU
67	SPKR_N	68	DNU
69	SPKR_P	70	DNU

## PŘÍLOHA P VIII: SEZNAM VŠECH LED UKAZATELŮ

Skupina	Označení LED	Název	Popis
<b>General</b>	WAKEUPO	D768	Stav výstupního signálu Wake-up out
	WAKEUPI	D704	Stav vstupního signálu Wake-up in
	IGN	D702	Stav signálu IGN
	GPRS	D710	Detektor pokrytí GPRS / EDGE
	SIM	D707	Indikátor stavu SIM karty
<b>GPIO</b>	GPIO1	D760	Stav signálu 1. I/O
	GPIO2	D761	Stav signálu 2. I/O
	GPIO3	D762	Stav signálu 3. I/O
	GPIO4	D763	Stav signálu 4. I/O
	GPIO5	D764	Stav signálu 5. I/O
	GPIO6	D765	Stav signálu 6. I/O
	GPIO7	D766	Stav signálu 7. I/O
	GPIO8	D767	Stav signálu 8. I/O
<b>Power</b>	G24	D701	Stav modulu G24 - ON / OFF
	Power	D200	Stav vývojového kitu - ON / OFF
<b>USB</b>	VCC	D780	Stav signálu USB VBUS
	DATA	D711	Stav signálu USB D+
<b>RS232-1</b>	RXD	D722	DTE přijímá data
	TXD	D721	DTE odesílá data
	RTS	D724	Žádost pro odeslání
	CTS	D723	Připraven k poslání / přijímání dat
	DTR	D725	Data terminál připraven
	DSR	D726	Data připravena
	DCD	D727	Detekován datový provoz
	RI	D728	Indikátor zvonění (vyzvánění)
<b>RS232-2</b>	RXD	D743	DTE přijímá data
	TXD	D742	DTE odesílá data
	CTS	D744	Připraven k poslání / přijímání dat
	RTS	D745	Žádost pro odeslání

## **PŘÍLOHA P IX: SEZNAM VŠECH PODPOROVANÝCH AT PŘÍKAZŮ**

Seznam všech podporovaných AT příkazů je velmi obsáhlý (522 stran) a proto je soubor „G24\_AT\_Commands\_Reference\_Manual\_ver\_E.pdf“

umístěn na CD přiloženém k bakalářské práci ve složce:

„Přílohy\P\_IX\G24\_AT\_Commands\_Reference\_Manual\_ver\_E.pdf“.

## **PŘÍLOHA P X: PŘÍRUČKA MODULU G24**

Příručka modulu G24 je velmi obsáhlá (104 stran) a proto je soubor „G24\_Cell\_Engine\_Module\_Description\_Ver\_E.pdf“

umístěn na CD přiloženém k bakalářské práci ve složce:

„Přílohy\P\_X\G24\_Cell\_Engine\_Module\_Description\_Ver\_E.pdf“.

## **PŘÍLOHA P XI: PŘÍRUČKA K NASTAVENÍ A OVLÁDÁNÍ VÝVOJOVÉHO KITU**

Příručka k nastavení a ovládání vývojového kitu je velmi obsáhlá (86 stran) a proto je soubor „G24\_Developer\_kit\_ver\_E.pdf“

umístěn na CD přiloženém k bakalářské práci ve složce:

„Přílohy\P\_XI\G24\_Developer\_kit\_ver\_E.pdf“.