

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra fyziky

Komunikační rozhraní počítače

Knihovna JU - PF



3 1 1 5 1 7 1 7 1 8

Vypracoval: Jan Ševčík

Obor: Měřicí a výpočetní technika

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Michal Šerý

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Komunikační rozhraní počítače vypracoval samostatně a použil jsem jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použité literatury.



V Českých Budějovicích dne. 2.12.2005

Jan Ševčík

Je mou milou povinností poděkovat na tomto místě Ing. Michalu Šerému za spolupráci, cenné rady a podnětné připomínky, které mi pomohly při vypracování této práce.

Úvod

1 IEEE

1.1 IEEE 802.11.....	9
1.2 Možnosti fyzické vrstvy.....	10
1.3 IEEE 802.11a.....	10
1.4 IEEE 802.11b.....	11
1.5 IEEE 802.11c.....	11
1.6 IEEE 802.11d.....	12
1.7 IEEE 802.11e.....	12
1.8 Kvalita služby.....	12
1.9 QoS do WLAN podle 802.11e.....	13
1.10 WMM od WiFi Aliance.....	15
1.11 IEEE 802.11f.....	16
1.12 IEEE 802.11g.....	17
1.13 IEEE 802.11h.....	18
1.14 IEEE 802.11i.....	18
1.15 IEEE 802.11j.....	18
1.16 IEEE 802.11k.....	19
1.17 IEEE 802.11m.....	19
1.18 IEEE 802.11n.....	19
1.19 Antény MIMO.....	19
1.20 802.11p.....	21
1.21 802.11r.....	21
1.22 802.11s.....	21
1.23 802.11.2 (802.11t).....	21

2 WiFi

2.1 DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum).....	25
2.2 FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum).....	26
2.3 Shrnutí a porovnání FHSS a DSSS.....	26
2.4 Vrstva přístupu k médiu.....	27
2.5 CSMA/CA.....	27

3 802.15 Bluetooth

3.1 Osobní prostor.....	28
3.2 Specifikace a standardy Bluetooth.....	31
3.3 Třídy zařízení podle maximálního výstupního výkonu.....	31

3.4 Normy.....	32
3.5 Topologie a dosah sítě.....	32
3.6 Aplikace.....	33
4 USB	
4.1 Co je to USB.....	35
4.2 Topologie sběrnice.....	35
4.3 Topologie sběrnice USB.....	36
4.4 konektory a kabely.....	37
4.5 Použité rychlosti toku dat.....	38
4.6 Zapojení vodičů a konektor.....	39
4.7 USB zařízení.....	40
4.8 Huby (rozbočovače).....	41
4.9 Části Hubů	41
4.10 Koncové zařízení.....	42
4.11 Protokol.....	42
4.12 Robustnost.....	43
4.13 Detekce a obsluha chyb.....	43
4.14 Dynamická konfigurace systému.....	44
4.15 Typy datových toků.....	45
4.16 Závěr USB.....	46
5 USB Wireless	
5.1 Rychlost.....	47
5.2 Dosah.....	47
5.3 Spotřeba.....	48
5.4 Využití pásma.....	48
5.5 Komunikace.....	48
5.6 Rozdělení zařízení.....	48
5.7 Přenos.....	48
5.8 Závěr.....	49
6 IEEE 1394 FireWire a FireWireLess	
6.1 IEEE 1394.....	50
6.2 Struktura sítě.....	52
6.3 kabely a konektory.....	53
6.4 IEEE 1394b.....	54
6.5 Druhy kabelů pro IEEE 1394b.....	55

6.6 WiMedia Alliance.....	56
6.7 Nejnovější vývoj standardu UWB.....	56
7. IrDa	
7.1 Historie infračerveného přenosu.....	58
7.2 Fyzická vrstva.....	58
7.3 Dosah a používané rychlosti IrDa.....	58
7.4 Důvod použití pulsní modulace.....	61
7.5 Protokoly používané IrDA zařízeními.....	62
7.6 IrDA v praxi.....	63
7.7 HSDL 1001.....	64
7.8 Možnosti využití	65
7.9 Charakteristika	65
7.10 Technické údaje.....	65
7.11 Popis zapojení.....	65
7.12 Nastavení BIOSU.....	66
7.13 Fotodokumentace HSDL 1001.....	66
7.14 TFDU 4100.....	69
7.15 Technické parametry.....	69
7.16 Nastavění BIOSU.....	70
7.17 Fotodokumentace	70
7.18 Vyhodnocení	72
8 Girda	
8.1 Úvod.....	73
8.2 Popis zařízení.....	73
8.3 Nastavení Softwaru.....	74
8.4 Praktické zkušenosti	75
9. Závěr	
10 Použitá citovaná literatura	

Úvod

Tématem mé bakalářské práce bylo popsat co nejvíce do detailů bezdrátové komunikační rozhraní počítače. A dále specifikovat vlastnosti přenosu dat, založených na rozdílných radiových technologiích. Například WiFi, USB Wireless, Bluetooth a FireWireless. Práce se však netýká jenom radiových přenosů, ale také přenosů pomocí infračerveného záření, který se dá použít jak na vysílání a příjem dat, tak pro ovládání počítače pomocí jednoduchého přijímače a dálkového ovladače.

Theme of my bachelor's work was to in detail describe wireless communication interfaces of computer. And specificate attributes of data transfers, based on different radio technology. For example WiFi, USB Wireless, Bluetooth and FireWireless. Work is not only about radio transfers, but also about transfers via infra-red radiation, which is usable for transmit and receive data and also for remote control of computer via simple receiver and remote control.

1 IEEE



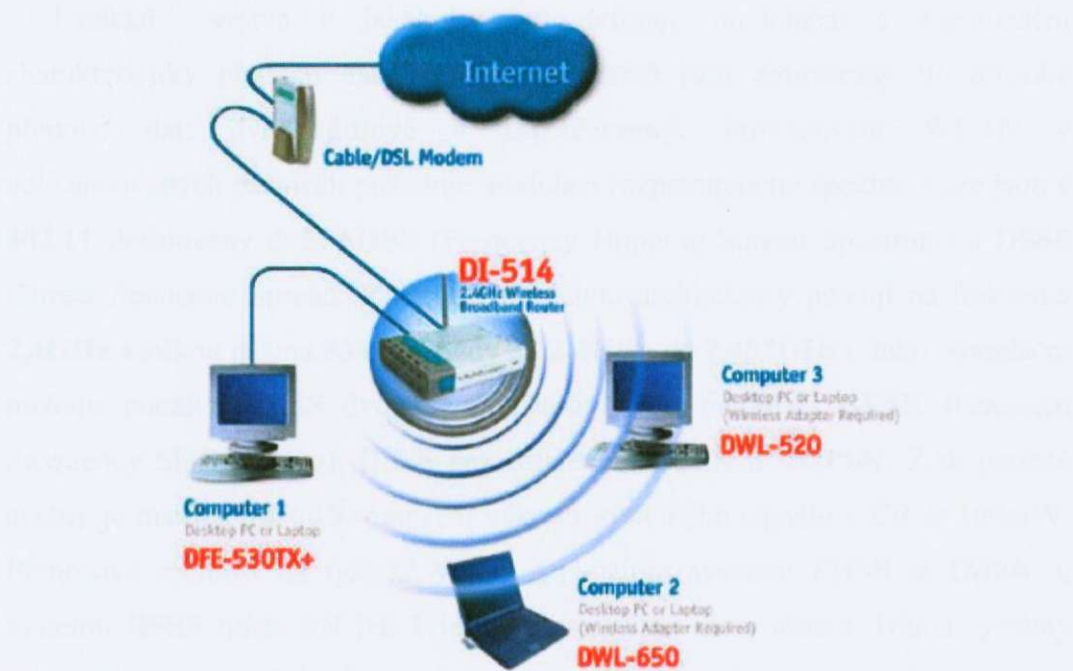
Logo IEEE

Bezdrátové lokální sítě, kterými se budu v dalších částech mé práce zabývat, se řídí jednotlivými specifikacemi **IEEE**. **IEEE** je Institute of Electrical and Electronics Engineers který se zabývá mimo jiné specifikací lokálních a metropolitních sítí. **IEEE** v rámci svého výboru **802** pracuje na řadě zajímavých norem, mezi nimiž jsou i bezdrátové. Jejich dřívější malé rozšíření souviselo s pomalou standardizací, nižšími přenosovými rychlostmi a také dražšími zařízeními. Ale dnes již jsou tyto problémy po většinou vyřešeny a dochází k jejich velkému nástupu, jak v podnikovém nebo domácím prostředí, tak na veřejných místech

Rádiové vysílání, kterým je dnes řešena většina komerčních nasazovaných sítí, je náchylné na rušení, a to všemi prostředky, které mohou na příslušných kmitočtech pracovat (např. i mikrovlnné trouby, to se týká zejména bez licenčního pásma **2,4GHz**). Optické bezdrátové sítě či sítě založené na infračerveném záření, zase nesnesou překážky mezi vysílačem a anténou přijímače. Dosah související s kvalitou přenosu pak omezuje jejich velikost i počet systémů, které se v rámci daného prostoru mohou nacházet, aby nedocházelo k nežádoucímu rušení. Zajištění bezpečnosti bezdrátové komunikace je při rádiovém vysílání jedním z nejobtížnějších problémů.

- **IEEE 802.11**-Bezdrátové lokální sítě (Wireless Local Area network, WLAN)
- **IEEE 802.15**-Bezdrátové osobní sítě (Wireless Personal Area network, WPAN)
- **IEEE 802.16**-Širokopásmový bezdrátový přístup (bezdrátové metropolitní sítě)

1.1 IEEE 802.11



Vzájemná komunikace pomocí WiFi

IEEE 802.11 definuje protokol pro dva druhy sítí: **ad-hoc** a **client/server**. Sít' označovaná jako **ad-hoc** je jednoduchá sít', kde komunikace probíhá pouze mezi několika stanicemi v dané oblasti bez nutnosti použití jakéhokoliv přístupového bodu či serveru. Standard pak specifikuje určitá pravidla, která musí každá stanice dodržovat, aby všechny měly umožněn přístup k přenosovému (bezdrátovému) médiu. Poskytuje pravidla arbitrážního výběru z požadavků na komunikaci jednotlivých stanic tak, aby byla zajištěna maximální propustnost pro všechny tyto stanice.

Sít' **client/server** používá tzv. přístupový bod. Ten zabezpečuje správu času přiděleného každé stanici ke komunikaci a stará se také o roaming mobilních stanic mezi jednotlivými buňkami (tvořenými právě oněmi přístupovými body). Přístupový bod má za úkol transformovat bezdrátovou komunikaci s mobilní jednotkou na jakkoliv jinak postavenou páteřní sít' **client/server**. Přístupový bod zprostředkovává přenos dat buď mezi dvěma mobilními jednotkami nebo mezi mobilní jednotkou a serverem. Typicky bezdrátové **LAN** s jedním centrálním přístupovým bodem budou vykazovat větší přenosovou výkonnost. Standard nespecifikuje technologii nebo implementaci, ale pouze popis fyzické a **MAC** (Media Access Control) vrstvy, která je nižší ze dvou podvrstev spojové vrstvy.

1.2 Možnosti fyzické vrstvy

Fyzická vrstva v jakékoliv síti definuje modulační a signalizační charakteristiky přenosu dat. Na fyzické vrstvě jsou definovány tři způsoby přenosu dat: dva **rádiové** a **infračervený**. Provozování **WLAN** v nelicencovaných pásmech požaduje modulaci rozprostřeného spektra, které jsou v **802.11** definovány dvě: **FHSS** (Frequency Hopping Spread Spectrum) a **DSSS** (Direct Sequence Spread Spectrum). Obě tyto architektury pracují na frekvenci **2,4GHz** s šířkou pásma **83MHz** (tedy od **2,4GHz** do **2,483GHz**). Jako modulační metodu používá **FHSS** dvou až čtyř úrovněnou modulaci **GFSK** (Gaussian Frequency Shift Keying), **DSSS** pak diferenční **BPSK** a **DQPSK**. Zisk použité antény je maximálně **6dB**, omezení výkonu vysílaného signálu v ČR je **100mW**. Přenosová rychlost na fyzické vrstvě s použitím systému **FHSS** je **1Mb/s**, u systému **DSSS** může být jak **1** tak **2Mb/s**. Výběr mezi těmito dvěma systémy záleží na nárocích kladených na koncovou aplikaci a také na prostředí, ve kterém bude aplikace provozována.

1.3 IEEE 802.11a

WLAN IEEE 802.11a (norma byla schválena **1999** – práce na ní byla zahájena dříve než na **802.11b** ale vyžádala si delší čas vzhledem ke složitějšímu způsobu přenosu na fyzické vrstvě) na rozdíl od **802.11b** pracuje již v licenčním pásmu **5GHz** a s výrazně vyšším teoretickou rychlostí: **54Mb/s** (skutečná přenosová rychlost se pohybuje do **30-36Mb/s**, v tzv. **turbo** režimu). Pro její dosažení se poprvé v paketových komunikacích používá ortogonální multiplex s kmitočtovým dělením (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing, **OFDM**), který se dosud uplatňoval pouze ve systémech jako **DAB** (Digital Audio Broadcasting).

Výhoda **802.11a** oproti **802.11b** není ale jen ve vyšších rychlostech, ale také v použitém kmitočtu: kmitočet **5GHz** je méně vytížen a dovoluje využití více kanálů bez vzájemného rušení. Rozdílně využívané kmitočty u obou typů **WLAN** znemožňují jejich vzájemnou spolupráci. **802.11a** nabízí až osm nezávislých, nepřekrývajících se kanálů. Kmitočet **5GHz** nutný pro **IEEE 802.11a** je ale v Evropě věnován konkurenční **WLAN**, **HIPERLAN/2**.

Produkty pro **802.11b** jsou již ve velkém výběru značek k dispozici a byly otestovány **WECA** (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) na vzájemnou spolupráci a tudíž již několik let hojně využívány i u nás. To se ovšem nedá říci o **5GHz 802.11a**, která je u nás dostupná teprve od září **2005**. Dosah je ale bohužel jenom **50-70m**.

1.4 IEEE 802.11b



WiFi karta do PCMCIA

IEEE 802.11b s **2,4GHz WiFi** s (původně zamýšleným) dosahem do vzdálenosti **100-300m** ve volném prostoru (v budovách je to několik desítek metrů dle místních podmínek). Pokud není kvalita signálu dostatečná pro komunikaci rychlostí **11Mb/s**, může se přenosová rychlost snížit na **5,5Mb/s**, **2Mb/s** nebo **1Mb/s**.



WiFi AP

1.5 IEEE 802.11c

Tento dokument řeší práci komunikačních mostů v rámci vrstvy **MAC**. **802.11c** je doplňkem k mezinárodní normě **IS 10038 (IEEE 802.1 D)** o transparentních mostech (konkrétně protokolu Spanning Tree Protocol, **STP**). Doplňěk byl schválen v roce **1998**.

1.6 IEEE 802.11d

Norma **IEEE 802.11d** upravuje **802.11b** pro jiné kmitočty s cílem umožnit nasazení **WLAN** v místech, kde pásmo **2,4GHz** není dostupné (většina zemí tento kmitočet na základě doporučení ITU-T, International Telecommunications Union – Telecommunications Standardization Sector, uvolnila). Norma, která je někdy nazývaná jako internacionalizace **802.11**, byla schválena roku **2001**.

1.7 IEEE 802.11e

Specifikace podpory mechanismu **QoS** (Quality of Service) v bezdrátových sítích (**WLAN**), **IEEE 802.11e**, byla na konci září tohoto roku konečně schválena.

Otevřel se tak prostor nejen pro hlasové služby pro **WiFi**, ale i pro video a interaktivní aplikace. Technologie přenosu hlasu **VoWLAN** (Voice over Wireless LAN, přesněji **VoIP over WLAN**) je realizace **VoIP** konkrétně přes **WLAN** a představuje zajímavé řešení pro konvergenci datové a hlasové komunikace nejen v pevných sítích, ale i bezdrátových **LAN**. Hlasové služby po **WLAN** přinášejí nejvyšší úspory a zvyšují produktivity v prostředích, kde se pracovníci pohybují často na pracovišti (nemocnice, univerzity, sklady, obchody apod.) a doposud komunikují pomocí mobilních telefonů nebo pagerů. Pro zajímavost, podle zprávy Wireless IP Phone Drive Future VoIP Markets společnosti In-stat vzroste podíl uživatelů bezdrátových IP telefonů ze současných dvou procent (firemní řešení) na 73 procenta do roku 2009. **VoWLAN** je někdy označované také jako **VoWiFi** nebo dokonce **VoFi**.

1.8 Kvalita služby

QoS nesouvisí s tím, jak je daná síť „rychlá“, ale jak dokáže zajistit přenos jednotlivých toků dat podle charakteristik souvisejících se **SLA** (Service Level Agreement). Mezi tyto charakteristiky **QoS** patří koncové zpoždění (doba mezi vysláním paketu od zdroje a jeho doručení zamýšlenému příjemci), kolísání zpoždění (jitter, rozdíl v intervalech mezi přijímanými pakety), ztráta paketů (podíl přijatých paketů a vyslaných paketů za jednotku času) a šířka pásma (přenosová kapacita) související s propustností (objem dat úspěšně přenesený za jednotku času).

Stávající řešení přenosu po **WLAN** nečiní žádné rozdíly mezi typy provozu. Pro přenos citlivých dat (na zpoždění, kolísání zpoždění či ztrátu paketů) je potřeba jednotlivým typům paketů (provozu) zaručit „lepší“ zacházení v síti při přenosu od zdroje k cíli. **802.11e** má právě za úkol specifikovat řešení pro identifikaci jednotlivých tříd a zaručení kvality služby pro přenos hlasu, videa a dat po **WLAN**.

Pokud má síť splňovat požadavky na kvalitu služby různých typů provozu, musí systém pokrýt několik funkcí: mapování **QoS** (typicky mezi informací o požadované **QoS** v IP datagramu na informace používané ve **WLAN**), řízení přístupu k médiu (zda je síť vůbec schopná požadavku vyhovět) a přidělování síťových prostředků (typicky šířky pásma).

Poskytování síťových prostředků se řeší buď rezervací (v centralizovaných protokolech), nebo upřednostněním provozu (v distribuovaných protokolech). Upřednostnění je založeno na klasifikaci provozu na základě aplikace a přidělení prostředků podle třídy priority a podle dostupnosti prostředků a momentální poptávky. Rezervační mechanismy **MAC** jsou vhodné pro aplikace v reálném čase, protože redukuje zpoždění při přístupu ke kanálu.

1.9 QoS do WLAN podle 802.11e

Sítě podle **802.11** jsou sítě sdílené, takže všichni (aktivní) uživatelé přidružení k jednomu přístupovému bodu vysílají na stejném sdíleném kanále a žádné pakety nemají přednost před ostatními. Pokud dva uživatelé začnou vysílat současně, dojde ke kolizi. Tomu je třeba zabránit.

Základní specifikace **802.11** protokolu pro přístup k médiu (**MAC**) nabízí dva režimy komunikace: **DCF** a **PCF**, které se uplatňují u všech typů **WLAN** (**802.11 a/b/g**). Standardní mechanismus **DCF** (Distributed Coordination Function) založený na metodě přístupu **CSMA/CA** (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) zajišťuje koordinaci přístupu k rádiovému kanálu: stanice monitoruje aktivitu na kanále, a pokud vysílá někdo jiný, odloží své vysílání na náhodně dlouhou dobu. **DCF** nepodporuje žádné priority přístupu.

Zřídka používaný (volitelný) druhý mechanismus přístupu, **PCF** (Point Coordination Function), podporuje toky dat citlivé na zpoždění, protože přístupový bod vyzývá stanice, zda mají data k odeslání. Pokud ano, získají od přístupového bodu vyhrazenou dobu k vysílání. Ani **PCF** nerozlišuje mezi typy provozu.

IEEE 802.11e na podporu **QoS** rozšiřuje oba režimy přístupu k rádiovému kanálu, povinný **DCF** (rozšíření **EDCF**) i volitelný **PCF** (rozšíření **HCF**). Navíc zajišťuje zpětnou slučitelnost se zařízeními nevybavenými podporou pro **QoS** (podle původních norem **802.11a/b/g**).

EDCF (Enhanced Distribution Coordination Function) je pravděpodobnostní prioritní mechanismus pro alokaci šířky pásma na základě kategorií provozu. Každá stanice může mít až čtyři kategorie provozu na podporu osmi úrovní priority. Vysílání stanic, které nepodporují **QoS**, se automaticky řadí do kategorie „best effort“. Každá stanice může vysílat, jakmile je médium volné, po intervalu čekání, který ovšem odpovídá dané kategorii provozu (**AIFS**, Arbitration Interframe Space).

AIFS se prodlužuje se snižující se prioritou provozu, takže stanice s vysokou prioritou provozu bude čekat kratší dobu než stanice s daty příslušejícími provozu o nižší prioritě. Přístup k médium se tak stává řízeně neférový-provoz s vyšší prioritou je upřednostněn na úkor provozu s prioritou nižší.

Doba **AIFS** je pro každou přístupovou kategorii pevně nastavená a interval čekání ještě doplňuje náhodně dlouhé okno sváru (**CW**, Contention Window); obě v délce vyjádřené v násobku časových úseků (slots), která je 20 mikrosekund pro **802.11b** a devět mikrosekund pro **802.11g**. **CW** brání kolizím paketů stejné kategorie. Zdvojnásobuje svou délku po každé nastalé kolizi a po úspěšném přenosu se zase vrací na minimální hodnotu.

802.11e nabízí volitelně také centralizovaný protokol **HCF** (Hybrid Coordination Function), kdy si mobilní stanice vyžádá od přístupového bodu právo vysílat (přístup k rádiovému kanálu).

Vedle mechanismu **QoS** založeného na upřednostňování provozu nabízí **IEEE 802.11e** složitější rezervační mechanismus: **HCCA** (**HCF Controlled Channel Access**). Podobně jako u původní funkce **PCF** řídí i v rámci **HCCA** přístup ke kanálu přístupový bod pomocí výzev jednotlivým stanicím. **QoS** se bere v potaz při plánování vysílacích dob, kdy některý provoz dostává k dispozici větší část kanálu. **AP** přiděluje právo vysílat na základě osmi možných identifikátorů provozu (**TSID**, **Traffic Stream Identifier**). **HCCA** s dobře nastavenými parametry **QoS** může zajistit efektivnější využití přenosového kanálu zejména u **WLAN** primárně používaných pro přenos hlasu či videa, protože eliminuje „ztrátové“ doby čekání.

1.10 WMM od WiFi Alliance

WiFi Alliance (WFA) původně plánovala dvoustupňový proces pro certifikaci zařízení **WLAN** s podporou pro **QoS**, podobně jako tomu bylo v případě zabezpečení **WLAN** (dočasné řešení **WPA**, **WiFi Protected Access**). Dnes se ve **WFA** testuje a certifikuje také podle **WPA2**, což je ovšem již testování povinných prvků normy **802.11i**.

Dočasné řešení pro podporu **QoS** vytvořila aliance pod označením **WMM** (**Wireless MultiMedia**), původně **WME** (**Wireless Multimedia Extensions**). Testování produktů s **WMM** začalo předloni na podzim a **WFA** certifikovala přes stovku produktů podle **WMM**, nejen přístupových bodů a karet, ale i **USB** adaptérů, mediálních bran a směrovačů.

WMM podporuje pouze některé prvky **802.11e**, jako označování rámců podle priorit a odpovídající řazení do front (**priority tagging and queueing**). **WMM** se neomezuje pouze na hlasové aplikace, ale zahrnuje všechny zvukové, obrazové i multimediální aplikace probíhající v reálném čase. Vychází z řešení podpory **QoS** pro odlišení služeb po protokolu **IP** (mechanismus **Differentiated Services**) a rozděluje provoz do čtyř úrovní priorit. Nejvyšší prioritu má hlas, pak video, následuje best effort a vše ostatní (např. tiskové úlohy, přenosy souborů). Tyto úrovně priorit se shodují s označením priorit podle **802.1d** používaným v pevných **LAN**, takže podpora **QoS** je jednotná např. v podnikové síti.

WMM je dostačující pro nižší rychlosti, které vyhovují **VoIP**, zatímco plnohodnotné řešení podle **802.11e** budou potřebovat větší šířky pásma, typicky video streaming.

V současné době se pracuje na novém programu certifikace **WMM-SA** (**WMM Scheduled Access**), který už bude odvozen od schválené normy **802.11e**. První vlna certifikace je naplánována na první polovinu příštího roku. **802.11e** kromě upřednostňování provozu citlivého na zpoždění, které je součástí **WMM**, podporuje také rezervaci šířky pásma (simuluje tradiční realizaci hlasové komunikace pomocí přepojování okruhů).

1.11 IEEE 802.11f

IEEE 802.11f vylepšuje mechanismus předávání stanic (roaming) při přechodu mezi dvěma rádiovými kanály nebo z jedné sítě do sousední s připojením k jinému přístupovému bodu. Protokol **IAPP** (Inter-Access Point Protocol) umožňuje spolupráci přístupových bodů od různých výrobců ve **WLAN** s distribučním systémem na základě specifikace informací, které si musí při předávání stanic vyměňovat.

Původní norma **802.11** se nezabývala podrobnostmi implementace přístupových bodů a distribučního systému, které navíc zahrnují i záležitosti vyšších vrstev (nejen nejnižších dvou, které definuje **WLAN**). Volnost v návrhu jednotlivých systémů zákonitě vede k neschopnosti spolupracovat mezi zařízeními různých výrobců. Schválen byl v roce 2003.



WiFi do USB

1.12 IEEE 802.11g

Důležitá norma **IEEE 802.11g**, schválená v červnu 2003 rozšiřuje **802.11b** na **54Mb/s**. Systémy podle ní jsou slučitelné s **11Mb/s WLAN**, včetně všech doplňků: **802.11d**–internacionalizace, **802.11e**–kvalita služeb a **802.11i**–bezpečnost. **802.11g** znamená vlastně další alternativu k **802.11a** a **802.11b** řešení fyzické vrstvy je zde založeno na **OFDM**, podobně jako **802.11a**. Pro zpětnou slučitelnost s **802.11b** podporuje také **CCK** (Complementary Code Keying), volitelně rovněž modulaci **PBCC** (Packet Bojary Convolutionnal Cosiny) jako ústupek vůči Texas Instruments (nepřináší nic nového).

Tři modulační mechanismy mohou pracovat simultánně, takže přístupové body podle **802.11g** jsou schopny podporovat jak stávající uživatele, tak nové klienty s vyššími rychlostmi. Práce **802.11b CCK**, **802.11b PBCC** a **802.11g OFDM** vedle sebe, na stejném kmitočtu a v totožném místě ale může vést ke vzájemnému rušení a často i vede.



WiFi síťová karta do PCI slotu

Ke konci roku 2003 dokonce Firma Broadcom oznámila, že začíná nabízet čip pro routery k bezdrátovým sítím, který je schopen přenášet data až neuvěřitelnou rychlostí **125Mb/s** (přes **15MB/s**) a při tom vychází ze standardu **802.11g**, který standardně nabízí pouze **54Mb/s** a dále že, firma Buffalo Technology s tímto čipem nabízí bezdrátový **CATV/DSL** router s 4portovým switchem, čímž se takovéto zařízení stalo nejrychlejší svého druhu. Doposud nejrychlejší byla nabídka **Super-G** technologie od firmy Atheros Communication, která dokázala z komunikace vycházející ze standardu **802.11g** „vyždímat“ dvojnásobek, tedy **108Mb/s**.



AP + Routek + switch

1.13 IEEE 802.11h

Doplněk **IEEE 802.11h** vylepšuje řízení využití kmitočtového spektra (výběr kanálu a řízení vysílacího výkonu) a doplňuje **802.11a**. Evropské regulátory požadovali pro schválení produktů **802.11a** použití dynamického výběru kanálu (Dynamic Channel Selection, pro venkovní i vnitřní komunikaci) a řízení vysílacího výkonu (Transmit Power Control) u zařízení pracujících na kmitočtu **5GHz**. **IEEE 802.11h** právě tyto možnosti doplnil do normy **802.11a**. Tyto doplňky se tedy celé týkají pouze pásma **5GHz**, nikoliv **2,4GHz**. Schváleno v roce **2003**.

1.14 IEEE 802.11i

IEEE 802.11i je rok stará norma doplňující bezpečnost do vrstvy **MAC** na podporu všech fyzických vrstev používaných v **IEEE 802.11** sítích, místo **WEP** (Wireless Encryption Privacy) použije nový způsob šifrování: Advanced Encryption Standard (**AES**) pro autentizaci uživatele i přístupového bodu, utajení a integritu dat.

1.15 IEEE 802.11j

IEEE 802.11j byla schválena v roce **2004** pro řešení koexistence **802.11a** a **HIPERLAN/2** na stejných vlnách. **HIPERLAN/2** je evropská norma (**ETSI**) využívající pásmo **5GHz** a podporující rychlosti (na fyzické vrstvě do **54Mb/s**). Mezi výhody **HIPERLAN/2** patří, že používá **OFDM** a má zabudovanou podporu pro **QoS** (řešení fyzické vrstvy totiž vychází z bezdrátového Asynchronous Transfer Mode, **ATM**). Je doplňkem pro využití pásma **4,9–5GHz** v Japonsku.

1.16 IEEE 802.11k

Radio Resource Measurement Enhancements-doplněk pro WLAN pro zefektivnění využití přenosového média;zatím ve vývoji.

1.17 IEEE 802.11m

Maintenance – revize stávající normy

1.18 IEEE 802.11n

Enhancements for Higher Throughput – nový typ rychlé WLAN nabízející uživateli kapacitu minimálně **100Mb/s** tedy s propustností několikanásobně vyšší než u **802.11g**. Ve stadiu vývoje a postupného schvalování. Tento standard bude nejspíše používat antény na bázi **MIMO**, tzv. Chytré antény (smart). **MIMO** původně vyvinuli v Bell Labs v 70. letech minulého století a první systémy se už vyzkoušely ve firemních řešeních (např. pro prodloužení dosahu WLAN), ale teprve teď se začíná uvažovat o jejich využití i v otevřených bezdrátových technologiích.

1.19 Antény MIMO



Logo MIMO

MIMO pracuje na bázi vysílání několika signálů různými cestami, prostřednictvím více antén u vysílače a přijímače. Propustnost se pak úměrně zvyšuje s počtem antén. Teoreticky je tak možné přidáváním antén stále propustnost zvyšovat, prakticky se ale zatím uvažuje o čtyřech anténách pro vnitřní prostředí a menší dosah a 16 anténách pro metropolitní vysílání.

Algoritmy uplatněné v čipové sadě vysílače vysílají informace jednotlivými anténami. Signály se odrážejí od překážek a šíří se různými cestami, což v konvenčních systémech může vést k rušení a útlumu signálu (multipath distortion). V **MIMO** se však prostřednictvím více cest získává na propustnosti celého přenosového systému. Na straně přijímače jsou přijaté signály přijaty více anténami a zkombinovány prostřednictvím chytrých algoritmů: na základě matice manipulace specifikující zpracování signálu (podle cesty a příslušného útlumu) a detekce cesty, kterou signál přišel, se signály korelují (a současně se „vyruší“ rušení). **MIMO** systémy si také mohou pro větší spolehlivost vybrat ty antény, které zajistí nejčistší signál.

MIMO přísluší k nejnižší, tedy fyzické vrstvě přenosového systému, takže jej lze uplatnit prakticky pro jakýkoli bezdrátový přenosový protokol vyšší vrstvy. Bud' se dá použít pro zvýšení přenosové kapacity díky paralelnímu vysílání nebo pro podporu více uživatelů či překonání větší vzdálenosti.

Airgo v loňském roce přišel s první plně **MIMO** implementací pro **WLAN**, kdy použil tři antény na vysílací straně a tři na příjmu. Letos chce firma přijít na trh s **MIMO** čipy pro **WLAN** karty. Čipy by měly v prvopočátcích zvednout náklady na **WLAN** kartu o 20 dolarů. Broadcom se také letos chystá přijít na trh se svým firemním řešením. Firemní řešení samozřejmě mohou mít problémy se vzájemnou spoluprací produktů od jiných výrobců.

MIMO má navíc konkurenci ve firemních řešeních, např. ArrayComm nasazuje svůj systém do základnových stanic mobilních sítí v Japonsku a Číně. Nicméně princip **MIMO** je již součástí normy **802.16d** pro metropolitní přístupové sítě a zvažuje se také v **3GPP** (Third Generation Partnership Project) do budoucích mobilních sítí. Někdy minimálně v roce **2006**.

1.20 802.11p

Wireless Access for the Vehicular Environment (**WAVE**) – první podpora mobility v rámci „lokálních“ sítí pro připojení rádiových stanic v automobilu k pevným bezdrátovým přístupovými bodům. schválení **2007+**.

1.21 802.11r

Fast Roaming/Fast BSS Transition-doplňek **MAC** pro rychlejší předávání uživatelů (roaming) mezi přístupovými body **WLAN** v rámci **ESS** (Extended Service Set) pro aplikace v reálném čase (např. pro hlasové služby); schválení **2007+**;

1.22 802.11s

ESS Mesh Networking – podpora topologie smyčkové sítě v lokálních bezdrátových sítích pro zvýšení dosahu sítě (data se přenášejí přes jednotlivé bezdrátové uzly stylem multi-hop) a snížení nákladů na instalaci (automatická konfigurace sítě). schválení **2007+**;

1.23 802.11.2 (802.11t)

Recommended Practice for the Evaluation of **802.11** Wireless Performance – vytvoření souboru metrik, metodologií pro měření a podmínek pro testování zařízení **WLAN**.

2 WiFi



Logo WiFi

	802.11b	802.11a	802.11g	802.11b+ *	Dual Band
Přenosová rychlost	11Mbps	54Mbps	54Mbps	22,4Mbps	11,54Mbps
Reálná propustnost	6-7Mbps	27Mbps	20-25Mbps	6Mbps	27Mbps
Frekvence	2,4GHz	5GHz	2,4Ghz	2,4GHz	2,4 5GHz
Rozdělení pásma	83,5MHz	300MHz	83,5MHz	83,5MHz	83,5 100MHz
Modulace	DSSS/CCK	CFDM	DSSS/OFDM	PBCC	DSSC/CCK, OFDM
Nepřekrývající kanály	11/3	12/8	11/3	11/3	11/3, 12/8

Tabulka porovnávající technické parametry jednotlivých norem 802.11

WiFi (Wireless Fidelity) je bezdrátová, síť určená primárně k náhradě kabelového ethernetu v bezlicenčním pásmu, které je dostupné prakticky v celém civilizovaném světě.

Samotný název **WiFi** vytvořilo **WECA** a v principu jde o bezdrátovou technologii v bezlicenčním nekoordinovaném pásmu **2,4GHz** (ISM-Industry, Science, Medical), založenou na protokolu **802.11b**. **WiFi** je pouze komerční název.

Hlavní výhodou této technologie je její nízká cena, způsobená mimo jiné tím, že certifikovaná zařízení jsou k dispozici ve velkých sériích. Protože požadavky na certifikaci zařízení jsou běžně dostupné a norma **802.11b** dokonce volně k dispozici na webu, existují řádově desítky (možná již stovky) různých výrobců. Cena a možnosti jednotlivých zařízení na trhu se přirozeně velmi liší, nicméně jejich „interoperabilita“ je zabezpečena právě logem **WiFi**.



Zařízení kombinující WiFi acces point, router, switch podporující jak IEEE 802.11b tak IEEE 802.11g

Další výhodou je že při použití bezdrátového systému je skutečnost, že odpadá nutnost instalačních prací a s tím spojené zpracovávání projektové dokumentace kabelového rozvodu, neexistují problémy s potenciálovými rozdíly v napájecích systémech, které se vyrovnávají přes datové rozvody. Zjednodušuje se diagnostika systému, odpadá přeměřování kabelových rozvodů. V případě změn a přesunů odpadají veškeré další instalační práce. Většina sítí založených na **WiFi** funguje na buňkovém principu, kdy centrální přístupový bod zprostředkovává připojení všem stanicím v dosahu a body dohromady tvoří jakousi plášt, analogicky s **GSM** sítí. Propojení těchto přístupových bodů je řešeno různě, nejlevněji vychází spojit je stejnou technologií (po lokální kabelové „ethernet“ síti, nebo dokonce přenášet i sdílená data vzduchem), druhý extrém představuje vyhrazené optické vlákno.

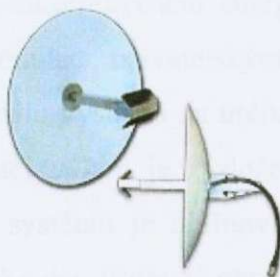
Nekritičtí obhájci dokonce považují **WiFi** za funkční mobilní síť čtvrté generace, které poskytují služby dříve než síť generace třetí (založené například na **UMTS**). Pravdou je, že **WiFi** síť sice disponují kapacitou, které budou síť **3G** jen obtížně dosahovat (**11Mb/s** na médiu), nicméně **UMTS** síť jsou budovány na výrazně robustnějších základech.

Hlavním argumentem je to, že **WLAN** v žádném případě není mobilní síť, mobilitu poskytuje technologie jen v dosahu jedné sítě – samozřejmě je možné a pracuje se na tom, aby mezi „**hot-spoty**“ existovala možnost plynulého přechodu, ale to zase ve většině případů vyžaduje, aby veřejné **WLAN** byly nějak propojeny (typicky **GSM/GPRS** nebo **UMTS**).

WiFi samozřejmě není vrcholem dokonalosti (jako ostatně žádná lidmi produkováná technologie) a hlavní výhrady směřují k zabezpečení proti zneužití. Přestože nová zařízení disponují podporou 128 bitového šifrování protokolem **WEP**, obecné principy zabezpečení **WiFi** nejsou dostatečné pro všechny aplikace.

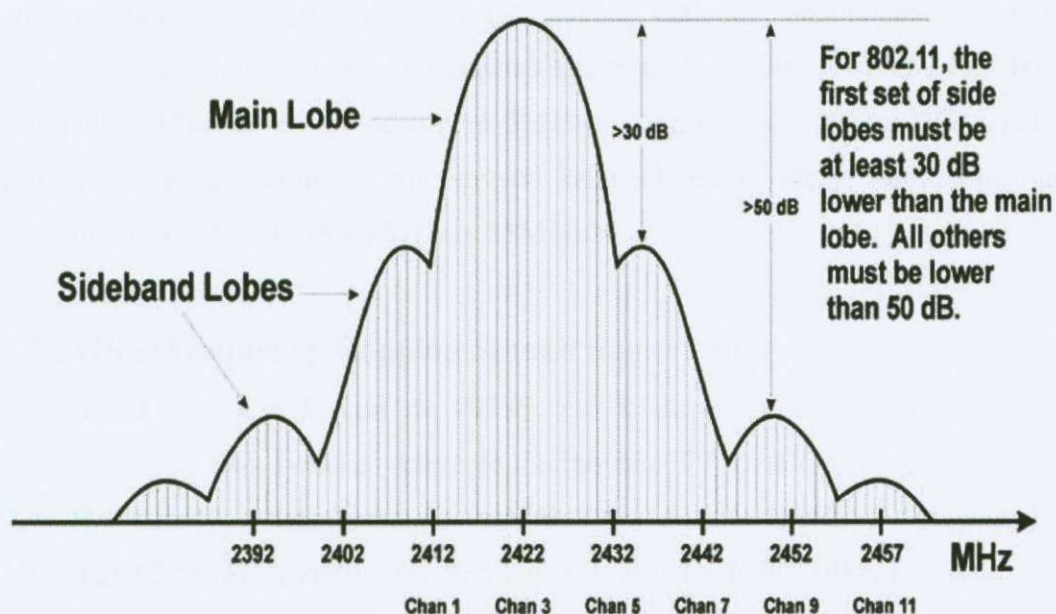
Další a možná největší výhrada je směřována k faktu, že pásmo **2,4GHz** je na exponovaných místech (například okolí prakticky veškerých výškových budov v centru Prahy) vyčerpáno a rušení je natolik silné, že je možné budovat pouze vnitřní pokrytí. Spoj, který ještě včera perfektně fungoval, si dnes nemusí ani škrtnout, protože některý z provozovatelů otočil anténu.

Na rozdíl od položené **RS-485** je **WiFi** živý organismus, který se vyvíjí, například už jenom instalací nové verze firmware na routeru. Teoreticky může síť přestat jednoho dne fungovat a nepodaří zjistit proč. Prakticky je to však poněkud složitější a technologie rozprostřeného spektra dokáže vskutku dělat divy. **WiFi** síť dnes slouží především ke dvěma účelům a to jako korporátní síť a jako veřejné přístupové síť k Internetu.



Typická parabolická WiFi

2.1 DSSS (Spektr Sequence Spread Spektrum)



Šířka pásma a amplituda u DSSS

Fyzická vrstva pracující na **DSSS** používá k „rozprostření“ dat před přenosem **11bitovou** Barkerovu sekvenci (u rychlostí **11Mb** a **5,5Mb 8bitovou**). Každý přenášený bit je zpracován touto sekvencí, každému informačnímu bitu je přiřazena určitá bitová sekvence. Do přenášených dat se tím zavádí mnohonásobná redundance, která na přijímací straně zlepšuje proces rekonstrukce dat.

Celý proces rozprostírá vysokofrekvenční energii na širší frekvenční pásmo než by odpovídalo přímé modulaci uživatelským datovým tokem. Spektrální výkonová hustota (úroveň signálu vysílaná na určitém kmitočtu) je přitom velice nízká, protože celkový vysílací výkon je rozložen do širokého kmitočtového pásma. Procesní zisk tohoto systému je definován jako desítkový logaritmus poměru rozprostření (chip rate) a dat. Přijímač obnovuje data zpětným pochodem. Hlavní výhodou technologie rozprostřeného spektra je především eliminace interferencí (rušení) úzkopásmových zdrojů při klasickém přenosu.

Vzhledem k typické šířce **DSSS** kanálu mohou v přiděleném bezlicenčním pásmu **2400-2483MHz** pracovat vedle sebe nezávisle **3 kanály DSSS**. Jejich středové kmitočty musí být voleny tak, aby se vzájemně nedotýkaly ani okraji zabraných pásem. Uvažujeme-li označení kmitočtů dle **ETSI** (1. kanál **2412MHz**, 2. kanál **2417MHz**, dále s odstupem **5MHz**), vidíme, že 2 zařízení **DSSS** nelze provozovat na sousedních kmitočtových kanálech **ETSI**, ale je nutné zachovat rozestup min. 5 kanálů ($5 \times 5\text{MHz} = 25\text{MHz}$).

2.2 FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)

Fyzická vrstva, založená na **FHSS**, má k dispozici **22** modelů (skokové sekvence). Na této fyzické vrstvě je definováno **79** kanálů v okolí frekvence **2,4GHz**. Každý z těchto kanálů zabírá šířku pásma **1MHz** a “přeskakuje” minimálně **2,5krát** za vteřinu (ve Spojených státech), typicky **20krát**.

Oba popisované systémy mají definovaný vlastní inicializační sekvenci bitů (hlavičku–header), aby přijímač byl schopen rozpoznat použitý modulační formát a očekávanou délku datového řetězce. Tyto hlavičky jsou vždy přenášeny na rychlosti **1,6Mb/s** a obsahují pole, na základě kterého následná rychlost přenosu dat může být zvýšena na **3,2Mb/s**. Tuto technologii typicky používá Izraelský Breezcom (zařízení breeznet).

2.3 Shrnutí a porovnání FHSS a DSSS

- **DSSS** dokáže přenést větší šířku pásma než **FHSS**.
- **DSSS** ale vysílá na jednom frekvenčním kanále, přičemž data vysílá víckrát, čímž je zajištěna robustnost přenosu dat a znemožněno snadné „zarušení“ úzkopásmovým vysílačem.
- **DSSS** rozděluje pásmo **2,4GHz** prakticky na **3** nezávislé kanály-**1,6** a **11** (kmitočty **2412**, **2437** a **2462MHz**). Ostatní kanály se navzájem překrývají.
- **FHSS** umožňuje provozovat omezeném prostoru více zařízení pracujících na různých technologiích ve stejném frekvenčním pásmu.
- Přenos dat na **FHSS** je pomalejší, robustnost přenosu dat je dána nepoužíváním kanálů, které již používá jiná technologie.

2.4 Vrstva přístupu k médiu

Specifikace této vrstvy ve standardu **802.11** má určité společné prvky se standardem **802.3** pro klasický (ne bezdrátový) Ethernet. Tato vrstva ověřuje před zahájením přenosu dat, zda na komunikačním médiu už nevysílá někdo jiný.

Standard **802.11** používá protokol **CSMA/CA** (Carrier-sense, multiple-access, collision avoidance). Tento protokol používá techniku předcházení kolizi (collision avoidance) oproti technice detekce kolize, kterou používá standard **802.3**, a to z důvodu obtížnosti detekce kolizí v sítích používajících bezdrátové médium při vysokofrekvenčním přenosu.



Síťová karta WiFi s jiným typem antény

2.5 CSMA/CA

Omezením bezdrátových LAN je problém tzv. „skrytého uzlu“, který může omezit komunikaci na síti až o **40** a více procent. Jedná se o uzel, který není schopen detekovat používání přenosového média a může se tak pokoušet k němu přistupovat právě v okamžicích, kdy je již síť používána. Tento problém řeší následující postup.

Jeden z uzlů bezdrátové sítě vyšle požadavek na komunikaci zasláním rámce **RTS** (Ready to send) s udáním adresy příjemce a délkou zprávy. Na základě **RTS** se v každém uzlu vypočítá **NAV** (Network allocation vector), ostatní uzly jsou tak upozorněny, že síť je na nejbližší dobu již používána.

Adresát zprávy na **RTS** odpovídá zasláním **CTS** Clear to send, čímž dává na vědomí, že je schopen přijímat. Neobdrží-li vysílací uzel **CTS**, je to považováno za kolizi a celý proces začíná znovu. Po úspěšném přijetí dat zasílá přijímací stanice potvrzení o přijetí **ACK** (Acknowledge).

3 802.15 Bluetooth



Logo Bluetooth

Vedle známějších bezdrátových lokálních sítí **WLAN**, existují také bezdrátové osobní sítě určené pro komunikaci na krátkou vzdálenost mezi pevnými i pohyblivými komunikačními zařízeními v rámci tzv. osobního prostoru. Vyznačují se malými nároky napájení a také nižší přenosovou rychlostí.

3.1 Osobní prostor

Osobní prostor (Personal Operating Space, **POS**), tedy rozsah osobní bezdrátové sítě **WPAN**, činí asi 10 metrů v průměru, proto se **WPAN** řadí k bezdrátovým sítím s malým dosahem.



Vysílač a přijímač Bluetooth do portu USB

První bezdrátovou osobní síť byl rádiový systém **Bluetooth**. Vývojem **Bluetooth** se zabývá od roku 1998 **Bluetooth SIG** (Special Industry Group), kterou jako neziskové průmyslové sdružení založily firmy Ericsson, IBM, Intel, Nokia a Toshiba.

Název technologie je odvozen od přezdívky dánského krále **Haralda II – Blatand (modrý zub)**, prý podle jeho mimořádné záliby v borůvkách a ostružinách), který během 10.století sjednotil skandinávský lid a zavedl křesťanství. A technologie **Bluetooth** má také za cíl sjednotit osobní komunikační a výpočetní zařízení. Jméno technologie, původně zvolené pouze dočasně, nakonec zůstalo, a tak se dostalo i do povědomí uživatelů.

Mezi nejvýznamnější prosazovatele **Bluetooth**, coby levné bezdrátové technologie s krátkým dosahem, dnes patří vedle zakladatelů **SIG** společnosti 3Com, Agere, Microsoft a Motorola.

Specifikace **Bluetooth** (první verze byla k dispozici v roce 1999) je charakteristická nízkými nároky na napájení a spoluprací s malými koncovými zařízeními. Rychlost na fyzické vrstvě dosahuje **1Mbit/s**, přičemž skutečná propustnost dat se pohybuje maximálně kolem **720kbit/s**. Komunikace po **Bluetooth** nabízí až tři hlasové kanály. **Bluetooth** pracuje podobně jako **WLAN 802.11b** v bezlicenčním pásmu **2,4GHz**. Na rozdíl od **802.11b** ale **Bluetooth** využívá metody rozprostřeného spektra s přeskokováním kmitočtů (Frequency Hopping Spread Spectrum, **FHSS**), kdy rádiový signál velmi rychle (**1600krát za sekundu**) náhodně přeskakuje mezi **79** jedno-MHz kanály.



Zařízení kombinující Bluetooth a USB hub

Veškerou komunikaci v síti **Bluetooth** řídí hlavní stanice (**master**) prostřednictvím protokolu výzvy: podřízená stanice (**slave**) může komunikovat s ostatními výhradně prostřednictvím hlavní stanice. Komunikace mezi hlavní stanicí a podřízenou stanicí je asynchronní bez spojení (**asynchronous connectionless**). Hlavní stanice alokuje časové úseky podle potřeb pro každý typ komunikace (synchronní nebo asynchronní) prostřednictvím mnohonásobného přístupu s časovým dělením (Time Division Multiple Access, **TDMA**). **Bluetooth** používá stejné kmitočty pro vysílání a příjem s využitím Time Division Duplexing (**TDD**), které také umožňuje, aby jedna stanice sítě byla současně podřízenou i hlavní stanicí.

Specifikace **Bluetooth** umožňuje různorodé služby prostřednictvím zabudované podpory kvality služeb **QoS** a volitelně nabízí až tři hlasové kanály o **64kbit/s** (tento volitelný typ spojení je synchronní se spojením, synchronous connection-oriented). **Bluetooth** pro zabezpečení používá stejný protokol jako **WLAN**, protokol **WEP**, ale s **128bitovým** klíčem. Malý dosah sítě řádově do deseti metrů je s ohledem na bezpečnost velkou výhodou ve srovnání se sítěmi **802.11**, kde se lze do sítě „nabourat“ až stovky metrů daleko. Bohužel ale bylo vyvinuto zařízení **Blue sniper rifle** a tím se dá bez problému **Bluetooth** „odposlouchávat“ na dost velké vzdálenosti. Je to velmi silný vysílač a přijímač a dají se s ním posílat třeba i viry či jinak zneužít.



Tohle zařízení má dosah až 1km takže není pro něj problém ani Bluetooth 2.0, který má dosah 100m ve volném prostředí.

3.2 Specifikace a standardy Bluetooth

Bluetooth 1.0

- Schválená v roce **1999**
- První produkty měla společnost Ericsson
- Drobné nepřesnosti

Bluetooth 1.1

- Schválená roku **2001** ve spolupráci s Japonskem a Jižní Koreou
- Doplněna řadou změn a odstraněny nepřesnosti
- Maximální dosah **10m**
- Maximálně **7** zařízení

Bluetooth 1.2

- Schválená roku **2003**
- Rozšiřuje dosah na **100m**
- Používá adaptivní přeskokování mezi kmitočty **AFH**, díky němuž je méně problematické používání s jinými technologiemi, které také používají bezlicenční pásmo **2.4GHz**
- Méně problematické simultánní používání více **Bluetooth** produktů
- Zlepšení přenosu hlasu a vylepšená **QoS** (Quality of service)
- Rychlost přenosu dat **721kb/s** což je přibližně **90kB/s**

Bluetooth 2.0

- Schválena v roce **2005**
- Nová modulační technologie **EDR** (Enhanced Data Rate)
- Zvyšuje datovou propustnost na trojnásobnou hodnotu
- Navýšení přenosové rychlosti na **2.1Mb/s** což je **250kB/s**
- Snížení spotřeby

3.3 Třídy zařízení podle maximálního výstupního výkonu

- **10mW (20dBm)**
- **2,5mW (4dBm)**
- **1mW (0dBm)** – standardní specifikace

Mobilní telefon samozřejmě nemůže mít výkon nejvyšší třídy s dosahem **100m**, protože by v pohotovostním režimu vydržel jenom pár hodin.



Kombinace WiFi a Bluetooth v jednom zařízení do portu USB

3.4 Normy

Bluetooth v březnu roku **2002** převzalo **IEEE** jako jednu z normalizovaných variant **WPAN (IEEE 802.15.1)**. Normalizací **WPAN** se zabývá podvýbor **IEEE 802.15** s cílem umožnit bezdrátovou komunikaci bez velkých nároků na konfiguraci i spotřebu energie u malých příručních zařízení.

První pracovní skupina již schválila, byť jen podmíněčně, normu pro **WPAN**: norma **802.15.1** je plně slučitelná se specifikací **Bluetooth 1.1**, ale není se specifikací identická. **IEEE** přidala mj. specifikaci přístupových bodů služby (Service Access Points, **SAPs**), zahrnující rozhraní **LLC/MAC** pro jednotný protokol řízení logického spoje (součást druhé vrstvy architektury) v lokálních sítích typu **802**.

3.5 Topologie a dosah sítě

Jestliže topologie (konfigurace) **WLAN** je realizovaná především s návazností na síťovou infrastrukturu, v případě **WPAN** se primárně jedná o **ad-hoc** (náhodné) seskupení komunikujících zařízení, což znamená, že se zařízení může snadno připojit nebo odpojit od sítě. Někdy se tento princip budování sítě nazývá **Spontaneous Networking**. Současně je však možné využít připojení k přístupovému bodu (**Access Point, AP**) jako ve všech typech **WLAN**.

Bluetooth podporuje jak dvoubodovou, tak mnohabodovou komunikaci. Pokud je více stanic propojeno do **ad-hoc** sítě, tzv. **pikosítě** (piconet), jedna rádiová stanice působí jako **master** a může simultánně obsloužit až **7 slave** zařízení. Všechna zařízení v **pikosíti** se synchronizují s taktem hlavní stanice a se způsobem přeskokování mezi kmitočty.

Specifikace dovoluje simultánně použít až **10 pikosítí** na ploše o dosahu 10metrů. **Pikosítě** lze sdružovat do tzv. **scatternets** („rozprostřených“ sítí). Bezdrátové lokální sítě **WLAN (IEEE 802.11)** a osobní sítě **WPAN (Bluetooth a IEEE 802.15)** se řadí k technologiím nenáročným na napájení, s malým dosahem a malou prostorovou kapacitou. Umožňuje nám to ultra-širokopásmová technologie **UWB**. Má i střední dosah a zejména se vyznačuje vysokou prostorovou kapacitou, tj. agregovanou šířkou pásma na jednotku plochy. Osobní sítě mají ještě menší dosah než **WLAN** a rovněž přenosová kapacita je nižší.

Bluetooth ve svém nízko výkonovém režimu má dosah pouze **10m** s vrcholnou rychlostí **1Mb/s**. Studie ukázali, že **10 pikosítí Bluetooth** tvořících tzv. **Scatternet**, může pracovat v jednom okruhu o průměru **10metrů** s minimálním dopadem na kvalitu přenosu, což znamená agregovanou rychlost všech deseti sítí **10Mb/s**. Tato rychlost dělená plochou kruhu dává prostorovou kapacitu přibližně **30 kb/s/m²**.

3.6 Aplikace

Prvotní aplikace **Bluetooth 802.15.1** byla **pro domácí síť**: (komunikace mezi mobilními komunikačními zařízeními PDA, telefon a periferními zařízeními zejména tiskárnami či počítači pro sdílení a přenos souborů, tisk, elektronickou komunikaci). Kromě komunikačních a výpočetních systémů lze **Bluetooth** využít i pro komunikaci se spotřební elektronikou a domácími spotřebiči

Mezi aplikacemi, které mohou přispět k rozšíření Bluetooth i pro firemní účely, patří přístup klientů k elektronické poště, personal information management (**PIM**), sdílení souborů a synchronizace se vzdálenými zařízeními.

Bluetooth má však ještě další uplatnění. Stává se totiž podstatnou součástí **telematických systémů v automobilech**, které začínají sloužit na cestách nejen jako prostředky navigace, asistence a přístupu k potřebným informačním zdrojům (včetně přístupu k Internetu), ale i jako vnitro automobilová komunikace mezi osobními elektronickými zařízeními i elektronickým vybavením automobilu.

Důvodem pozdějšího průniku na masový trh byla cena: **Bluetooth** byl příliš drahý, aby se uplatnil ve větší míře u více předmětů denní potřeby. Teprve v posledních letech se začínají masově využívat v mobilních telefonech střední třídy a u notebooku.



Zařízení umožňující komunikovat vzájemně přes Bluetooth

9.5. 2005 se objevila informace, že nejnovější **bluetooth** bude mnohem rychlejší a dokonce se **Bluetooth SIG** chce spojit s vývojáři technologie **UWB**. Ta je energeticky poměrně nenáročná a na krátkou vzdálenost dokáže impulsním způsobem poslat obrovské množství dat

4 USB



Logo a značka USB

Nejprve si něco řekneme o klasickém **USB** a pak přejdeme na **USB Wireless**. Sběrnice **USB** je už naprosto samozřejmou součástí výbavy osobních počítačů. Na rozdíl od starších sériových rozhraní (**RS-232**) má **USB** mnohem větší možnosti a schopnosti, což je na druhou stranu vyváжено její složitostí a nákladnějším vývojem zařízení.

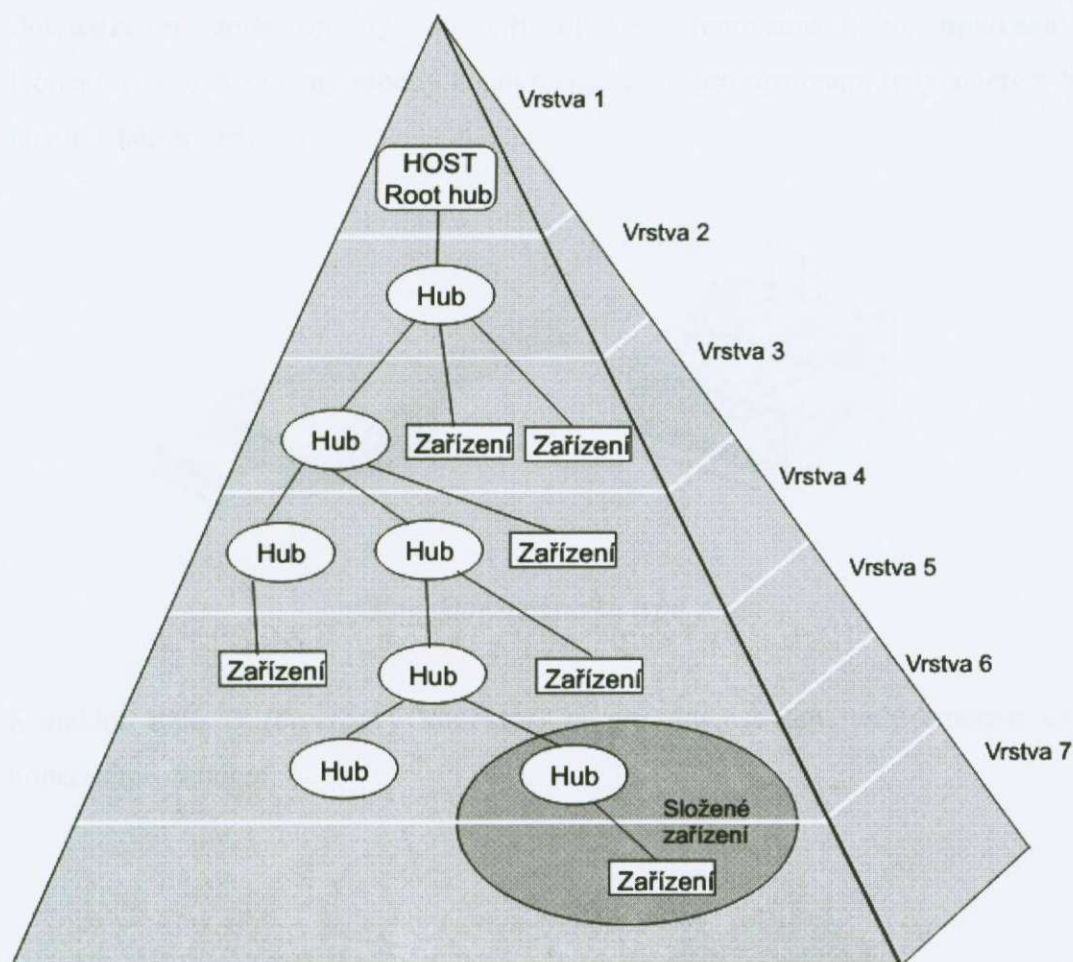
4.1 Co je to USB

USB je sériová sběrnice, umožňující připojit širokou škálu zařízení k osobnímu počítači. Pomocí **USB** lze připojit téměř každou periférii: klávesnicí, myši a tiskárnou počínaje, kamerami, zvukovými kartami či pevnými disky konče. V současné době je její nejnovější specifikací **USB 2.0**. Kromě velkého množství hotových periférií k **PC** je na trhu i široká nabídka integrovaných obvodů pro použití s **USB** sběrnici, od jednoúčelových převodníků (např. **USB** na **RS-232**, **FT232**) až po jednočipové mikrokontrolery se zabudovaným **USB** rozhraním (např. PIC18F2455 nebo HC08JB/JW). **USB** lze dokonce řešit čistě softwarově viz např. IgorPlug-**USB**.

4.2 Topologie sběrnice

USB dle **USB 2.0** specifikace využívá vrstevnou hvězdicovou topologii, kde je v centru každé hvězdice tzv. **USB** hub. K tomuto hubu může být připojen buď další hub (na další úrovni), nebo koncové zařízení. Někdy se **USB** topologie znázorňuje také ve formě pyramidy

4.3 Topologie sběrnice USB



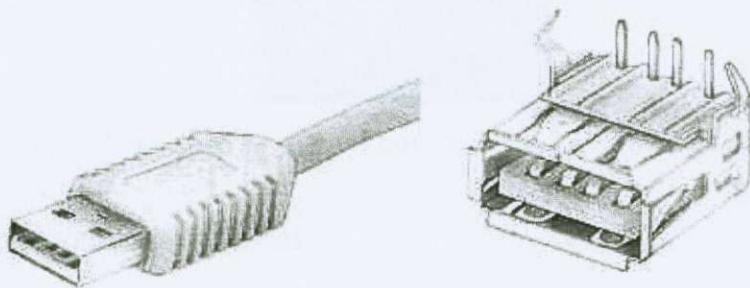
Topologie sběrnice USB

USB sběrnice obsahuje jeden tzv. kořenový rozbočovač (root hub), který je považován za nejvyšší (první) úroveň a k němuž jsou připojeny další huby a zařízení. Rozhraní mezi **USB** systémem a hostitelským počítačem je nazýváno hostitelský řadič (Host Controller). Tento řadič může být implementován hardwarově nebo softwarově. Kořenový rozbočovač je integrován spolu s hostitelským řadičem do hostitelského systému a nabízí nejčastěji dva přípojné body.

S ohledem na zpoždění signálu v kabelech a **hubech** povoluje specifikace maximálně sedm úrovní včetně kořenové vrstvy. To znamená, že mezi kořenovým rozbočovačem a koncovým zařízením může být zapojeno maximálně pět rozbočovačů.

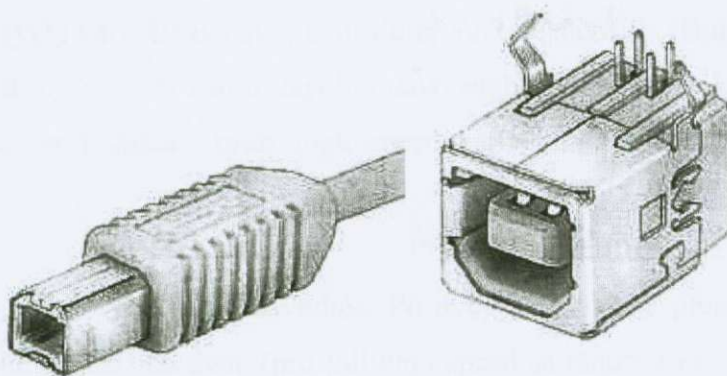
4.4 Konektory a kabely

V USB systémech jsou použity dva typy konektorů, které pomáhají odlišit směr zapojení. Směr od kořenového hubu ke koncovému zařízení se nazývá **downstream**, směr opačný, od zařízení ke kořenovému hubu, **upstream**. Konektor typu A (známý plochý konektor) je vždy pro upstream, tedy směrem k hostitelskému zařízení.



Konektor a zásuvka typu A

Konektor typu B (čtvercový konektor) je pro downstream, tedy směrem ke koncovému zařízení.



Konektor a zásuvka typu B

Pro zjednodušení lze říci, že do počítače nebo hubu se vždy zasouvá plochý konektor typu A, do zařízení konektor B. Kromě těchto dvou základních typů konektorů jsou občas používány i další typy, většinou nazývané **Mini-B**. Tyto konektory se používají zejména v malých zařízeních, např. v digitálních fotoaparátech, kde by byl klasický konektor B příliš velký.

Mini-B konektor se vyskytuje buď jako plochý (zmenšený konektor typu **A**), nebo jako čtvercový (zmenšený typu **B**).



Zmenšená zásuvka typu B používaná u digitálních foťáků

4.5 Použité rychlosti toku dat

- Low speed-max. **1,5Mb/s**
- Full speed-max. **12Mb/s**
- High speed-max. **480Mb/s**

High speed **huby** jsou kompatibilní s low/full speed zařízeními, stejně tak high speed zařízení lze připojit k low/full speed **hubu** a provozovat je (samosebou s omezením rychlosti). **USB** navíc není omezeno „nejslabším článkem“ a je-li ke kořenovému high speed **hubu** zapojen další high speed **hub** a k němu pomalé zařízení, tak komunikace mezi high speed zařízeními probíhá v režimu high speed.

USB sběrnice využívá čtyři vodiče. Po dvou vodičích je přenášeno napájecí napětí a zem, po dalších dvou (pro full/high speed se používá kroucený pár) jsou přenášena diferencially vlastní data. Díky tomu má **USB** sběrnice i při vysokých přenosových rychlostech značnou odolnost proti šumu a proti rušení. **USB 2.0** specifikuje parametry kabelů pro propojování zařízení. Pro full/high speed je vyžadován stíněný kabel maximální délky **5m**, pro low speed není stínění vyžadováno a délka kabelu je pak omezena na **3m**.

4.6 Zapojení konektorů

Pohled zepředu



Pohled shora

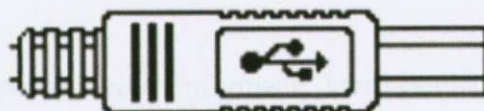


USB konektor typu A

Pohled zepředu



Pohled shora



USB konektor typu B

Barva vodiče	Číslo pinu	Popis
Červená	1	VBUS-napájecí napětí 5V
Bílá	2	D-
Zelená	3	D+
Černá	4	GND-zem

Zapojení jednotlivých vodičů

4.7 USB zařízení

USB zařízení jsou dělena do tříd, jako jsou např. rozbočovače (huby), vstupní zařízení a tiskárny. Huby jsou speciální třídou **USB** zařízení, která poskytují další přípojný body. **USB** zařízení musí obsahovat informace o své konfiguraci a své identifikaci.

Ke každému **USB** zařízení je přístupováno pomocí **USB** adresy, která je zařízení přiřazena poté, co je zařízení připojeno a začísleno (enumerated) během inventarizace sběrnice. Každé **USB** zařízení dále poskytuje jednu či více komunikačních „rour“ (pipes), přes které komunikuje hostitelský systém se zařízením. Každé zařízení musí poskytovat speciální komunikační „rouru“ ke koncovému bodu 0 (endpoint zero), která je použita pro řízení **USB** zařízení. Všechna **USB** zařízení mají stejný mechanismus přístupu k informacím přes tuto řídicí „rouru“.

- pro datové proudy (streams)
- pro zprávy (messages)

K řídicí „rouře“ jsou přiřazeny informace, které popisují dané **USB** zařízení. Tyto informace spadají do následujících kategorií:

- **Standardní:** Toto jsou informace, jejichž definice je společná všem **USB** zařízením, a obsahují položky jako např. identifikace výrobce, třída zařízení nebo řízení napájení.
- **Informace závislé na třídě:** Formát a definice těchto informací se různí podle třídy **USB** zařízení.
- **Informace výrobce:** Výrobce zařízení může do této kategorie vložit libovolné informace. Jejich formát není nijak specifikován. Navíc každé **USB** zařízení nese informaci o svém stavu a své konfiguraci.

4.8 Huby (rozbočovače)



USB huby

Huby jsou klíčovým prvkem v plug-and-play architektuře **USB**. **Huby** zjednodušují připojování **USB** zařízení z hlediska uživatele a zajišťují robustnost **USB** sběrnice s nízkými náklady.

Huby umožňují připojení většího počtu zařízení ke sběrnici. Připojné body jsou nazývány **ports** (ports). Každý hub převádí jeden připojný bod na více připojných bodů. **USB** architektura podporuje spojování více hubů.

4.9 Části Hubů

- **Řadič hubu** (hub controller): zajišťuje komunikaci s hostitelským systémem.

- **Opakovač** (hub repeater): je protokolem ovládaný přepínač mezi porty, který zároveň zpracovává signály pro inicializaci (reset) a pozastavení/spuštění (suspend/resume) komunikace.
- **Převaděč transakcí** (transaction translator): poskytuje mechanismy pro podporu full/low speed zařízení, připojených k hubu, který je připojen k nadřazenému zařízení high speed protokolem.

4.10 Koncové zařízení

Koncové zařízení (function) je zařízení, které je schopno přijímat nebo vysílat data nebo řídicí informace po sběrnici. Koncové zařízení je typicky implementováno jako periferní zařízení, připojené kabelem k portu hubu. Někdy ovšem jedno fyzické zařízení může implementovat více funkcí a může obsahovat vestavěný **USB hub**. Takové zařízení je označováno jako složené (compound).

Složené zařízení se z hlediska hostitelského systému tváří jako **USB hub** s jedním nebo více neodpojitelnými koncovými zařízeními.

Každé koncové zařízení obsahuje informace, které popisují jeho funkce a požadavky na systémové zdroje. Před tím, než může být koncové zařízení použito, je třeba, aby bylo hostitelským systémem nakonfigurováno.

4.11 Protokol přenosu

USB je řízená sběrnice, kde veškeré datové přenosy inicializuje host controller. Většina sběrnicových transakcí (přenosů dat) sestává z vyslání až tří paketů. Každá transakce začíná tím, že Host Controller vyšle **USB** paket popisující typ a směr přenosu, adresu zařízení a číslo koncového bodu (endpoint) v zařízení.

Tento paket je označen jako **token paket**. **USB** zařízení, které rozpozná svou adresu, se připraví k přenosu. Směr přenosu, tedy zda jde o přenos dat ze zařízení do hostitelského systému nebo z hostitelského systému do zařízení, je určen token paketem. Poté zdroj dat (zařízení nebo systém) vyšle datový paket nebo oznámí, že nemá žádná data k vyslání. Transakce bývá ukončena tím, že příjemce (cíl dat) vyšle **handshake paket**, kterým potvrdí úspěšnost přenosu.

Některé transakce mezi hostitelským systémem a **hubem** se sestávají ze čtyř paketů. Transakce tohoto typu jsou používány pro řízení datových přenosů mezi hostitelským systémem a full/low speed zařízeními.

Datový proud nemá, na rozdíl od zpráv, pevně definovanou strukturu. „Roura“ má dále přiřazené některé parametry, jako jsou šířka přenosového pásma (bandwidth), typ přenosu a charakteristiky koncového bodu, směr a velikost bufferu. Většina rour je vytvořena v okamžiku konfigurace **USB** zařízení. Jedna „roura“ pro přenos zpráv, tzv. Default Control Pipe, existuje ihned po připojení zařízení a poskytuje přístup ke konfiguračním, stavovým a řídicím informacím zařízení.

4.12 Robustnost

Robustnost **USB** sběrnice je založena na několika vlastnostech. Jsou to:

- **Signálová integrita**, zajišťovaná použitím diferenciálních vysílačů, přijímačů a stínění.
- **CRC** pro řídicí a datová pole.
- **Detekce připojení a odpojení** zařízení a konfigurace zdrojů na systémové úrovni.
- **Samoopravné prvky** v protokolu.
- **Řízení toku datových proudů**, zajišťující izochronnost, a hardwarově řízené bufferů.
- **Datové a řídicí „roury“**, zajišťující nezávislost jednotlivých zařízení a omezující jejich případné vzájemné interakce.

4.13 Detekce a obsluha chyb

Protokol obsahuje oddělené kontrolní součty (**CRC**) pro řídicí a datová pole každého paketu. Chybný **CRC** kód indikuje poškozený paket a pokrývá **100%** případů chyb v jednom či dvou bitech.

Protokol umožňuje obsluhovat chyby hardwarově i softwarově. Hardwarová obsluha chyb spočívá v hlášení chyb a v opakování přenosů chybně přijatých paketů. Hostitelský radič se pokusí opakovat přenos, který skončil s chybou, až třikrát před tím, než oznámí klientskému softwaru chybu. Klientský software může opravit tuto chybu podle svých možností a potřeb.

4.14 Dynamická konfigurace systému

USB umožňuje připojování a odpojování zařízení v libovolném okamžiku. S tím souvisí nutná schopnost systémového softwaru dynamicky se přizpůsobit změnám ve fyzickém zapojení sítě.

Všechna **USB** zařízení jsou ke sběrnici zapojena přes porty **hubů**. **Huby** mají status bity, které sledují připojování a odpojování **USB** zařízení na jednotlivých portech. Hostitel si může z **hubu** tyto informace vyžádat. Pokud hostitel zjistí nově připojené zařízení, povolí dotyčný port a komunikuje s daným **USB** zařízením prostřednictvím řídicí „roury“ (Default control pipe) na defaultní adrese.

Hostitel přiřadí novému zařízení unikátní adresu a zjistí, zda jde o **hub** nebo koncové zařízení. Následně vytvoří „řídicí rouru“ pro toto **USB** zařízení a nasměruje ji na přiřazenou adresu a koncový bod číslo 0.

Pokud je připojeným zařízením **hub**, ke kterému jsou připojena další zařízení, opakuje se výše popsaná procedura rekurzivně pro každé z těchto zařízení. Pokud je připojeným zařízením **koncové zařízení (function)**, je o připojení informován hostitelský software, odpovídající danému zařízení (ovladač).

Když je **USB** zařízení odpojeno od portu, zakáže hub dotyčný port a informuje o odpojení hostitelský systém. Hostitelský systém musí tuto informaci programově zpracovat. Pokud je odpojeným zařízením **hub**, musí hostitelský systém správně odpojit nejen tento hub, ale i všechna zařízení k němu připojená.

Výše uvedené akce jsou součástí tzv. inventarizace sběrnice (bus enumeration). Inventarizace je proces, ve kterém jsou identifikovány a přiřazovány adresy jednotlivým zařízením připojeným k **USB** sběrnici. V rámci inventarizace jsou také detekovány a obslouženy zprávy o odpojení zařízení. Inventarizace je kontinuální proces a je prováděna průběžně, protože zařízení mohou být připojována a odpojována v libovolném okamžiku.

4.15 Typy datových toků

USB umožňuje výměnu dat a řídicích informací mezi hostitelským systémem a koncovým zařízením pomocí množiny jednosměrných či obousměrných „rour“. Každá z těchto „rour“ je připojena k jednomu koncovému bodu (endpoint) daného zařízení. Komunikace v jednotlivých „rourách“ je na sobě navzájem nezávislá.

Specifikace **USB** obsahuje čtyři základní typy datových přenosů:

- **Řídící (control) přenosy** jsou používány ke konfiguraci zařízení při jeho připojení a mohou být použity k dalším účelům, jako např. k řízení dalších „komunikačních rour“.
- **Hromadné (bulk) přenosy** slouží k přenosům velkého množství dat a jsou na ně kladena nejmenší omezení.
- **Přerušovací (interrupt) přenosy** slouží k včasnému a spolehlivému doručení dat, nejčastěji pro asynchronní události.
- **Izochronní (isochronous) přenosy** zabírají předem smluvené množství přenosového pásma a mají předem dohodnuté zpoždění. Tento druh přenosů je také nazýván proudový přenos v reálném čase (streaming real-time transfer).

Hromadné přenosy obsahují velká množství dat, např. data pro tiskárny nebo získaná ze scannerů. Hromadná data jsou přenášena sekvenčně a spolehlivost jejich přenosu je zajišťována detekcí chyb na hardwarové úrovni a omezeným počtem opakovaných pokusů. Šířka pásma, využitá hromadným přenosem, může být různá a záleží na ostatním provozu na sběrnici.

Přerušovací přenosy přenášejí data do nebo ze zařízení. Zařízení může požádat o přenos těchto dat v kterýkoliv okamžik a tato data jsou doručena **USB** sběrnici v nejkratším možném čase. Nejčastěji se jedná o upozornění na nějakou událost, například na stisk klávesy na klávesnici nebo změnu pozice myši, tedy taková data, která zaberou jen několik bajtů.

Izochronní přenosy (stejnodobé, plynulé) jsou trvalé přenosy, u nichž probíhá vytváření, přenos a zpracování dat v reálném čase. Přesné časování přenosu je zajištěno rovnoměrným rozložením úseků, ve kterých jsou **izochronní** data přijímána a odesílána, v čase. **Izochronní** data musí být předávána **hubem** se stejnou frekvencí s jakou jsou přijímána, aby bylo dodrženo časování. Tato data mohou být také citlivá na zpoždění při přenosu. **Izochronní** „roury“ mívají šířku přenosového pásma odvozenou nejčastěji od vzorkovací frekvence daného zařízení. Požadavky na zpoždění (latency) jsou dány velikostí vyrovnávací paměti daného koncového bodu.

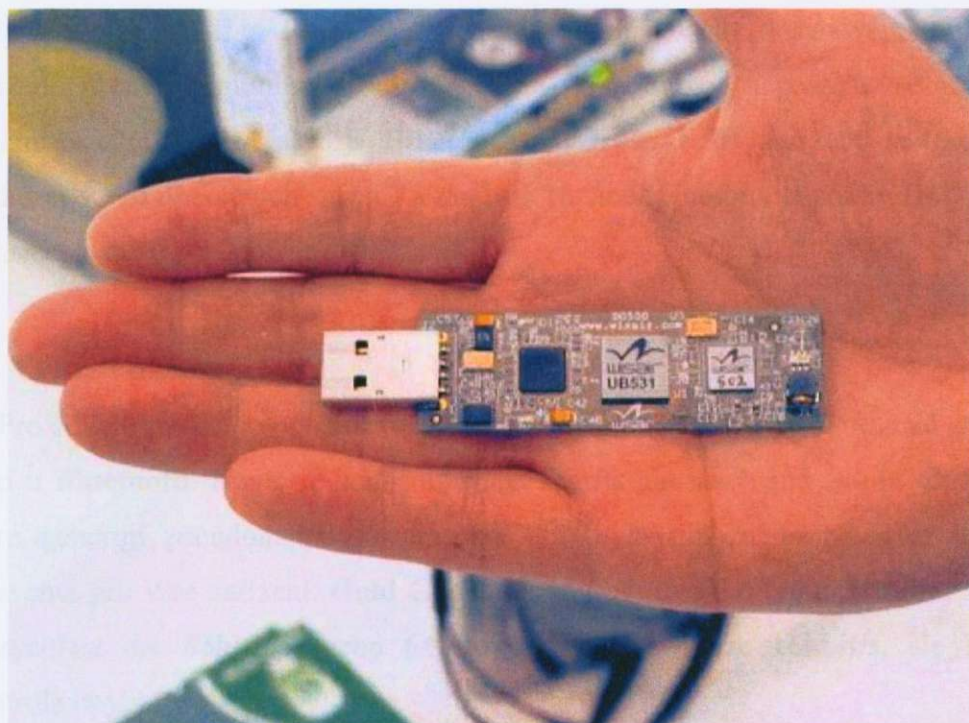
Typický příklad **izochronních** dat je digitálně zpracovaný hlas. Pokud není zajištěn stejnoměrný tok dat, objeví se ve výsledném zvuku výpadky, způsobené podtečením či přetečením **bufferů**. I v případě, že jsou data doručována v pravidelných intervalech, může zpoždění při přenosu vést až k nepoužitelným výsledkům, zejména v aplikacích vyžadujících plynulou a rychlou odezvu v reálném čase, jako jsou např. audiokonference.

Za přesně časované doručování **izochronních** dat se na druhou stranu platí rizikem možných ztrát při přenosu. Případná chyba při přenosu není totiž opravena hardwarovými prostředky, jako jsou např. opakovaná vysílání. V praxi se předpokládá, že ztráty dat nebudou tak velké, aby přinesly problémy.

4.16 Závěr USB

V této části jsem zhruba popsal koncepci sběrnice **USB** tak, jak je specifikována v **USB Specification revision 2.V** další části si něco krátce řekneme o nové technologii bezdrátového **wireless USB**.

5 USB Wireless



Nejnovější zařízení USB Wireless

USB Wireless je registrovaná ochranná známka pro bezdrátové řešení pro propojování **USB** zařízení od firmy společnosti Cypress Semiconductor. Ta vyvinula vlastní protokol, který umožňuje bezdrátové připojení periferních zařízení ovládaných člověkem (**HID**), jako jsou například bezdrátové klávesnice a myši. Je určeno jako náhrada klasického kabelového **USB**, přičemž počítač nepotřebuje žádný speciální software pro obsluhu tohoto bezdrátového připojení.

5.1 Rychlost

Jelikož je technologie určena především pro přenos informací z myši a klávesnice, je pro ni maximální dosahovaná rychlost **62,5kb/s** dostačující.

5.2 Dosah

Základní dosah je pouhých **10m**, ale zvýšením výkonu lze dosáhnout maximální vzdálenosti až **100m**.

5.3 Spotřeba

Je zde použita metoda přímo rozprostřeného spektra (**DSSS**) a tak dosahuje nižší spotřeby než-li u **Bluetooth**. Šetření energie je také dosahováno tím, že zařízení spolu komunikují pouze, když je potřeba (nepřenáší se žádné synchronizační údaje jako u **Bluetooth**). **WirelessUSB** zařízení se mohou nacházet v **5-ti** operačních stavech a mají tak různou spotřebu (až pouhý **1mikroA** ve „sleep“ stavu při „power down“).

5.4 Využití pásma

Pro sdílení pásma je použito frekvenčního dělení (**FDMA**) na 79 kanálů stejně jako u **Bluetooth**. Navíc je zde používána sada kódů nazývaná „**Gold Codes**“, které generují pseudonáhodný šum, tak aby bylo umožněno používat jednu frekvenci pro více zařízení. **Gold Codes** mohou být dvojího typu: **32bitový** (zde je rychlost dat **32kbit/s**) nebo **64bitový** (rychlost pouze **16kbit/s**, ale lepší kontrola chyb).

5.5 Komunikace

WirelessUSB umožňuje připojit až **6** zařízení k jednomu koncovému bodu metodou „point-to-multipoint“, které mohou navzájem komunikovat v obou směrech (případně i jednosměrně).

5.6 Rozdělení zařízení

Zařízení se člení na typ **Master** a **Slave**, kde **Master** je běžně nastaven do stavu příjem a **Slave** na stav „sleep mod“.

5.7 Přenos

Když je **Slave** připraven přenášet data, přejde do stavu vysílání a odešle data. Poté přechází do stavu příjem a čeká na potvrzení dat, načež přechází zpět do stavu „sleep mod“. **Master** po příjmu dat přechází do stavu vysílání a odesílá potvrzení a ihned se navrácí do přijímacího stavu. Díky tomuto postupu je minimalizována spotřeba na straně **Slave**. Pokud je vyžadována oboustranná komunikace, tak **Slave** posílá v určitých intervalech požadavek na data „(data request)“. Když nejsou připravena žádná data, tak **Master** odešle pouze standardní potvrzení, jinak odesílá data a čeká na jejich potvrzení od **Slave**.

5.8 Závěr

Ze začátku byly na trhu pouze dvě komerční přenosová zařízení a to typ **WirelessUSB LR DSSS Radio** s maximálním dosahem **50m**, rychlostí **62kb/s** a **WirelessUSB LS DSSS Radio** s menším dosahem **10m**, ale stejnou rychlost **62,5kb/s**. **15. prosince 2005** společnost Wisair oznámila, že má hotov referenční design pro **WUSB (Wireless USB)** hub i vysílač. A co je **WUSB**? Nejde o náhradu **WiFi**, ale prostě o „**USB bez drátů**“ vycházející z technologie **UWB** (Ultra Wideband). Komunikuje na frekvencích **3,1GHz** až **10,6GHz** a zachovává vysoké přenosové rychlosti: **480Mb/s (do 3m)** a **110Mb/s (do 10m)**. Zaručena je kompatibilita s **USB 2.0/1.1**. Hub má mít **2 až 4** porty, integrovanou anténu a maximální dosah asi **9,2m** od zdroje. Založen je na druhé generaci **UWB** čipsetu od Wisair, pracovat by měl i v přítomnosti **WiFi** a **Bluetooth** bez vzájemného rušení signálu.



Nejnovější zařízení Wireless USB

6 IEEE 1394 FireWire a FireWireLess



6.1 IEEE 1394

Standard **IEEE 1394** je vysoce výkonná sériová sběrnice původně vyvinutá pro přenosy audio, videa a dat. Dnes ho známe v několika verzích a od několika výrobců. Každý výrobce má svůj obchodní název:

- **FireWire** – Apple
- **iLink** – Sony
- **SB 1394** – Creative Labs

Nejčastěji se s tímto rozhraním setkáme u digitálních kamer jelikož nabízí dostatečné prostředky pro přenos a zpracování videa jak mezi klasickými koncovými zařízeními (kamera, videopřehrávač a monitor), tak mezi **PC**.

Postupně se zjistilo, že toto rozhraní by se dalo využít i k jiným účelům než k jakým bylo původně plánováno. Kvůli svým přednostem, jako je dostatečná rychlost a dostatečná propustnost, našlo brzy nová uplatnění.



zálohovací přenosné médium s 1394

První byla firma **Apple**, která si toto rozhraní nechala patentovat v roce **1995**. Po té ho institut **IEEE** schválil jako **IEEE 1394**. Jedná se o universální systém umožňující jak **asynchronní**, tak i **isochronní** přenos.

- **Asynchronní** – pro přenos dat na disky a zaručuje kvalitní chybovou kontrolu pro zajištění integrity dat. Není však vhodný pro časově náročné aplikace jako on-line video přenos, protože případné chyby v přenosu tento přenos zpomalují.
- **Isochronní** – jelikož neprovádí kontrolu chyb, garantuje stabilní přenosovou rychlost. Síť může přenášet **asynchronní** pakety (odpovídající paketům na běžných sítích typu **Ethernet**) nebo **isochronní** data, tj. datový stream se zaručenou přenosovou rychlostí, generovaný jedním zařízením a čtený synchronně libovolným množstvím dalších zařízení (tj. odesílá-li např. videokamera nasnímaná data jako **isochronní** stream, můžeme je zároveň nahrávat na přehrávači, zobrazovat na monitoru i ukládat na pevný disk v počítači). Díky konstantní přenosové rychlosti přitom ani na straně odesílajícího ani na straně přijímajícího nepotřebuje prakticky žádné buffery. **Isochronní** přenos je tedy nejen efektivní, ale také z hlediska koncových zařízení velmi levný (díky tomu, že rozhraní je sériové, zůstává levný i kabel). Aplikace samozřejmě mohou využívat **asynchronní** i **isochronní** komunikace podle potřeby. **Asynchronní** komunikace složí převážně pro předávání příkazů mezi zařízeními, zatímco **isochronní** obvykle zabezpečí přenos vlastních dat.



Externí disk do USB 2.0 a FireWire 1394

Od začátku vývoje tohoto rozhraní vzniklo několik verzí týkajících se hlavně rychlostí a propustnosti dat:

IEEE 1394

- Norma z roku **1995**
- Přenosová rychlost **50Mb/s**

IEEE 1394a

- Norma z roku **1999**
- Přenosová rychlost **100, 200 a 400Mb/s**

IEEE 1394b

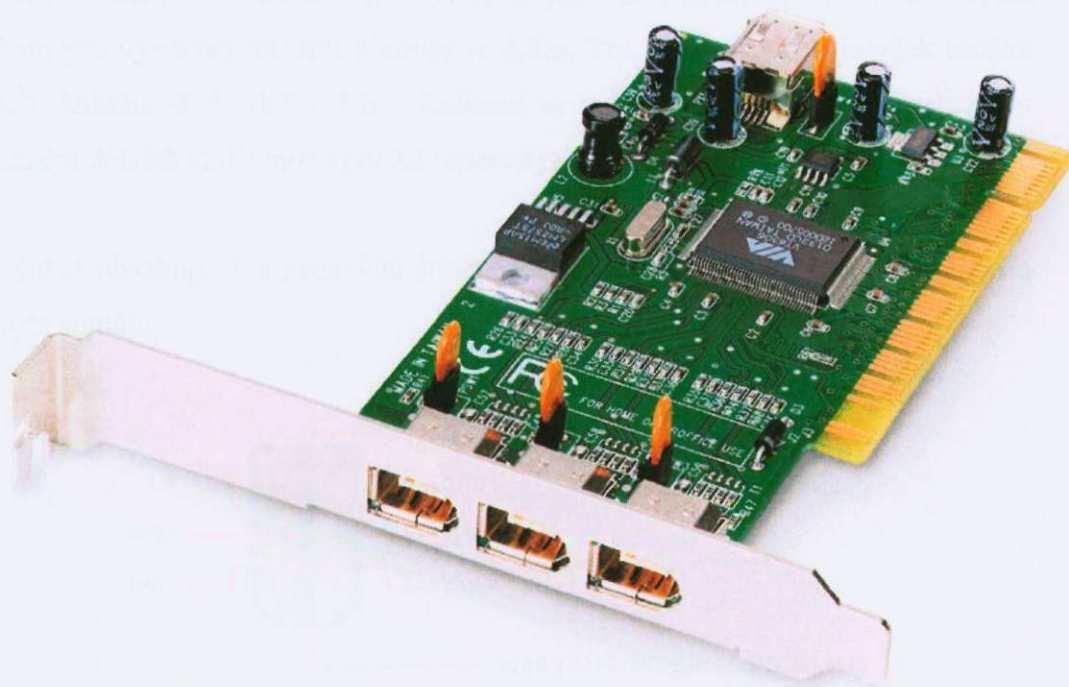
- Přenosová rychlost **800Mb/s a 3,2Gb/s**

Specifikace **IEEE 1394** nabízí možnost podpory i pro to, aby se data mezi různými uzly předávala různě rychle, podle potřeby konkrétní sítě. Jinak je síť tak pomalá jako její nejpomalejší zařízení.

6.2 Struktura sítě

IEEE 1394 definuje tři nejnižší úrovně síťového modelu **ISO/OSI**:

- **Transakční** – nejvyšší, na této úrovni je zabezpečeno předávání asynchronních paketů
- **Linkovou** – zabezpečuje předávání „datagramů“ a řízení **isochronního** přenosu.
- **Fyzická** – definuje mechanismy zabezpečující inicializaci sběrnice, její synchronizaci (tj. zabezpečení toho, aby v jednom okamžiku vysílal data pouze jediný uzel) a konečně i definice fyzického provedení kabelů.



Přídavná karta s konektory IEEE 1394 FireWire do slotu PCI

6.3 kabely a konektory

IEEE 1394 definuje dva druhy zakončení kabelů

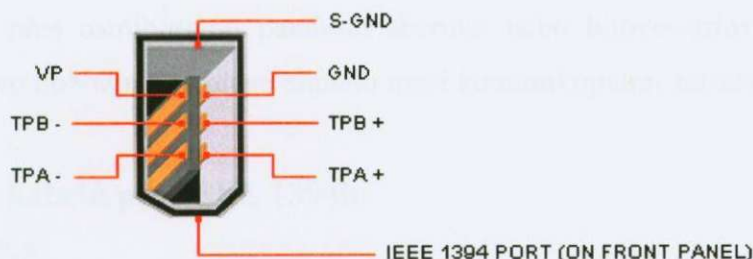


6-pinový konektor (10x5 mm) 4-pinový konektor (5x3 mm)

Konektory jsou odvozeny od konektorů hrací konzole Nintendo Game Boy. Videokamery jsou obvykle osazeny menšími konektory, které na rozdíl od standardních konektorů **IEEE 1394** neobsahuje napájení. Tyto menší konektory jsou popsány v dodatečném standardu **IEEE 1394.1** a chceme-li zařízení, které je jimi vybaveno propojit se sítí **IEEE 1394**, potřebujeme kabelovou redukci.

Napájení ze sběrnice je možné až do příkonu **60W**. Využívá se jak pro vlastní provoz zařízení, tak třeba i pro nabíjení jeho akumulátorů. Maximální délka kabelu pro vysokorychlostní přenosy je **4,5m**. Pro nižší rychlosti je však možno použít kabelu až do délky **14m**. Zařízení se mohou řetězit nebo je možné pro dosažení delších vzdáleností použít repeatery.

Kabel obsahuje dva nezávislé stíněné páry kroucených vodičů pro vysílání a příjem signálu.



Zásuvka IEEE 1394

V případě **6pinových** konektorů obsahuje kabel i dvojici vodičů pro napájení. Napájení je stejnosměrné a může být v rozsahu od **8** do **30V**. Celý kabel je potom v dalším stínění. Napájení je důležité z několika důvodů: předně linkové obvody mohou být napájeny i v případě, že je zařízení jako celek odpojeno od sítě, díky tomu síť **IEEE 1394** pracuje korektně i v případě, že jsou zapojena jen některá z jejích zařízení. Jednoduchá zařízení s nevelkou spotřebou proudu (typické např. kamery nebo mikrofony) mohou být napájeny přímo z kabelu a nepotřebují tedy samostatný síťový přívod nebo baterie, což dále zjednodušuje zapojení sítě.

6.4 IEEE 1394b

V roce **2003** byl schválen nový standard **IEEE 1394b** High-Speed Serial Buses Allowing Gigabit Signaling. Tím se doplnily stávající normy **IEEE 1394-1995** **IEEE Standard for a High Performance Serial Bus – Firewire** a **IEEE 1394a – 2000 IEEE Standard for a High Performance Serial Bus – Amendment 1**.

Standard umožňuje gigabitovou signalizaci na vzdálenost až **100m**, narozdíl od původních **4,5m** v nejstarší normě **IEEE 1394**. **IEEE 1394b** navíc podporuje více přenosových prostředků: od **UTP** (unshielded twisted pair) kategorie **5** pro optická skleněná (do **100m**) i plastová (do **50m**) vlákna. Norma spolupracuje s šesti a čtyř kolíkovými konektory podle **IEEE 1394** a **IEEE 1394a**.

IEEE 1394b specifikuje mj. kabely a konektory pro „gigabitovou“ signalizaci, detekci a řešení fyzických smyček ve sběrníkové topologii, návrh obvodů pro přenos signálů kódovaných pomocí **8b/10b**. Rozšíření rozhraní k vyšším rychlostem přes osmibitovou paralelní sběrnici nebo bitově-sériovou sběrnici. Protokoly pro dohodu o rychlosti signálu mezi komunikujícími zařízeními.

6.5 Druhy kabelů pro IEEE 1394b:

- **UTP-5**
- **POF** (Plastic Optical Fibre)
- **50microm.** Multi-mode Glass Fibre (**GOF** – Glass Optical)

Použitá kabeláž závisí na požadavku aplikace, ceně a očekávaném rozšíření v budoucnu. **UTP-5** a **POF** jsou nejlevnější, podporují však nižší šířku pásma (nižší rychlost). **GOF** podporuje výrazně rychlejší přenosy, ale je dražší a instalace je náročnější. Pro **UTP – 5** stačí standardní 4-párový kabel s konektory **RJ-45**. Pouze **2** páry budou využity pro **1394b**. Pro **POF** a **GOF** by se měla používat zdvojená optická kabeláž s **PN** konektory pro **POF** a **LC** konektory pro **GOF**.

Médium	Měděný vodič	UTP-5	POF	GOF
Vzdálenost	4,5 m	100 m	100 m	100 m
Maximální rychlost	800 - 3200 Mbit/s	100 Mbit/s	400 Mbit/s	3200 Mbit/s

Parametry jednotlivých druhů kabelů pro IEEE 1394b

K jedné kartě s rozhraním **FireWire** lze připojit až **63** uzlů sběrnice (zařízení) pomocí speciálních zařízení a tzv. „mostů“. Tohoto můžeme dosáhnout v jednom řetězci nebo větvením. Ke každému uzlu lze připojit maximálně **16** zařízení.

Pokud nám ani toto množství nebude stačit, standard tohoto rozhraní umožňuje propojení až **1 023** sběrnic pomocí „mostů“. To znamená, že počet připojených uzlů stoupne na **64 000**. Tato zařízení samozřejmě sdílejí komunikační linku a s množstvím se tato rychlost snižuje.

K identifikaci používá **16-ti** bitové adresování, kdy adresa je přidělována dynamicky buď při startu sběrnice nebo při připojení nového uzlu. Na strukturu sítě jsou kladeny i některé požadavky – maximální vzdálenost mezi dvěma uzly např. nesmí přesahovat **16** kroků (tj. nesmí mezi nimi být více než **15** meziuzlů).

6.6 WiMedia Alliance



Logo WiMedia Alliance

V roce **2004 1394** Trade Association požehnala technologii **WiMedia Alliance**, která bude umožňovat **FireWire** zařízením komunikovat bezdrátově pomocí **UWB** (Ultra Wideband). To je stejná technologie, skrz kterou komunikuje i **WUSB**. Bezdrátový **FireWire** má takto komunikovat rychlostí **480Mb/s**.

Technologie **WiMedia Alliance** spočívá v jakési konvergenční vrstvě (convergency layer) pracující nad **MAC** (Medium Access Control) a **PHY** (fyzickou vrstvou) **UWB**. Na konvergenční vrstvě je pak vytvořena **PAL** (Protocol Application Layer), která v podstatě představuje **PHY** a **MAC** pro samotný bezdrátový **FireWire**. Prakticky stejně to funguje i v případě **Wireless USB**, tam je jen jiná (vlastní vrstva **PAL**).

6.7 Nejnovější vývoj standardu UWB

Dne **9. prosince 2005** se konečně podařilo **WiMedia Alianci** pod vedením Intelu dosáhnout standardizaci **UWB**. Tím je „tak trochu ze hry“ **IEEE**, jejíž **UWB** standardizační skupina se nebyla schopna dohodnout, i když prozatím se povedlo schválit konkurenční **DS-UWB**.

Zajímavé však je, že u **ECMA** zatím byly standardizovány jak fyzické (**PHY**), tak logické (**MAC**) pro **UWB** radič s frekvencemi v rozsahu od **3,1** do **10,6GHz** s propustností **53,3**, **106,7** a **200Mb/s**. Zatím tedy propagovaných **480Mb/s** nebylo standardizováno a **WiMedia** momentálně připravuje strategii, s jakou bude spravovat rozšíření pro již definovaný standard.

Stalo se tedy přesně to, co se očekávalo, Intel a jím vedená **WiMedia Alliance** se na nějaké **IEEE** prostě vykašlala a šla si svou cestou. Pozitivní je, že tato cesta alespoň vede přes jinou standardizační organizaci a v polovině příštího roku bychom se prý měli dočkat standardizování i u **ISO**.

Díky tomu, že bezdrátové **USB** i **FireWire** využívají stejně definované **UWB**, budou moci „koexistovat“ a nebudou si navzájem vadit. Jinak **UWB** je poměrně hodně univerzální a počítá se s ním i ve spotřební elektronice nedaleké budoucnosti.

7. IrDA



IrDA zařízení do portu USB 2.0

IrDA je standard vytvořený **IrDA** konsorciem (Infrared Data Association), který definuje jak bezdrátově přenášet digitální data pomocí infračerveného záření. **IrDA** ve svých specifikacích definuje standardy jak fyzických koncových zařízení, tak protokolu jimiž komunikují **IrDA** zařízení. **IrDA** standard vznikl z potřeby mobilně propojit různé zařízení mezi sebou. Hlavní využití **IrDA** je pro spojení notebooku či různých osobních komunikátorů jako mobilů.

Ale **IrDA** rozhraním jsou vybavovány například i videokamery a moderní digitální fotografické přístroje nebo některé měřicí přístroje jako lepší multimetry.

7.1 Historie infračerveného přenosu

První možnost infračerveného bezdrátového přenosu bylo řešení pomocí **DfIR (diffuse infrared)** rozprostřeného infračerveného světla (tj. nebylo třeba nastavení vysílače přesně na přijímač, signál se šířil všude okolo, dosah byl jednotky metrů, max. **rychlost 2Mb/s**. Tento standard se ale vůbec neujal.

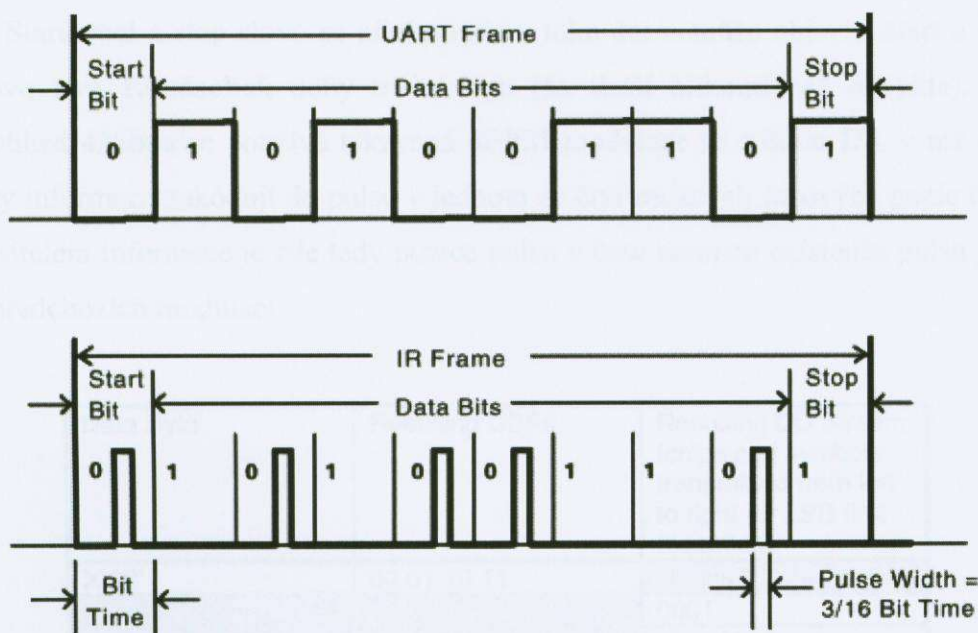
7.2 Fyzická vrstva

IrDa zařízení komunikují pomocí infračervených **LED** diod s vlnovými délkami vyzařovaného světla **875nm** a tolerance výroby (**asi 30nm**). Na tuto vlnovou délku jsou citlivé i mnohé **CCD** kamery. Přijímačem jsou **PIN** fotodiody, které pracují v generačním režimu (při dopadu světla na přijímač „vyráží“ světlo elektrony, které se odvádí do filtru (elektrického), který propustí jen ty frekvence, které jsou povoleny pro daný typ **IrDA** modulace). Existuje přímá úměra mezi energií dopadnutého záření a nábojem, který optická část přijímače vygeneruje.

7.3 Dosah a používané rychlosti IrDA

IrDa zařízení dle normy **IrDA 1.0 a 1.1** pracují do vzdálenosti **1m** při bitové chybovosti **BER** (bit error ratio, poměr chybně přenesených bitů ku správně přeneseným) a maximální úrovni okolního osvětlení **10klux** (denní světlo). Tyto hodnoty jsou definovány pro nesouosost vysílače a přijímače **15 stupňů**, pro jednotlivé optické prvky se měří výkon do **30 stupňů**. Jsou směrové vysílače (**IR LED**) pro větší vzdálenosti, které nedodrží předepsaný úhel **30 stupňů** od osy, pro který má vysílač útlum **3dB**.

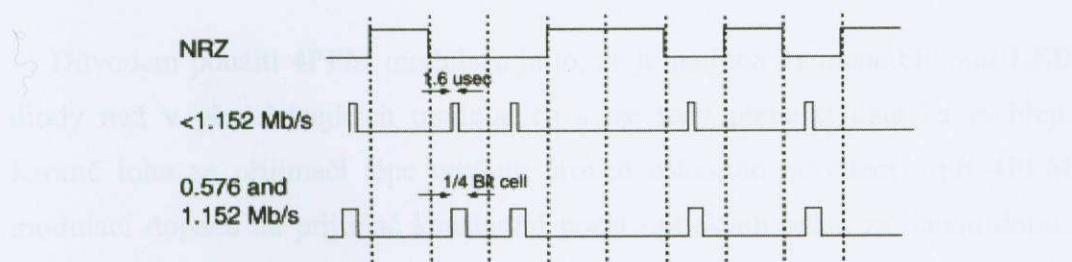
Rychlosti jsou pro **IrDA** verze **1.0** od **2400** do **115200 kbps**, používá se pulzní modulace **3/16** délky původní doby trvání bitu. Formát dat je stejný jako na sériovém portu, tedy asynchronně vysílané slovo uvozené startbitem.



UART a IR frame

Vysílací strana může používat buď $3/16$ délky trvání bitu nebo používat fixní délku optického impulsu $1,63\mu\text{s}$, což by odpovídalo rychlosti **115kbps** při fixní délce a rychlosti **38400bps** by vyšly na 1 vysílaný bit 3 světelné impulsy (bliknutí).

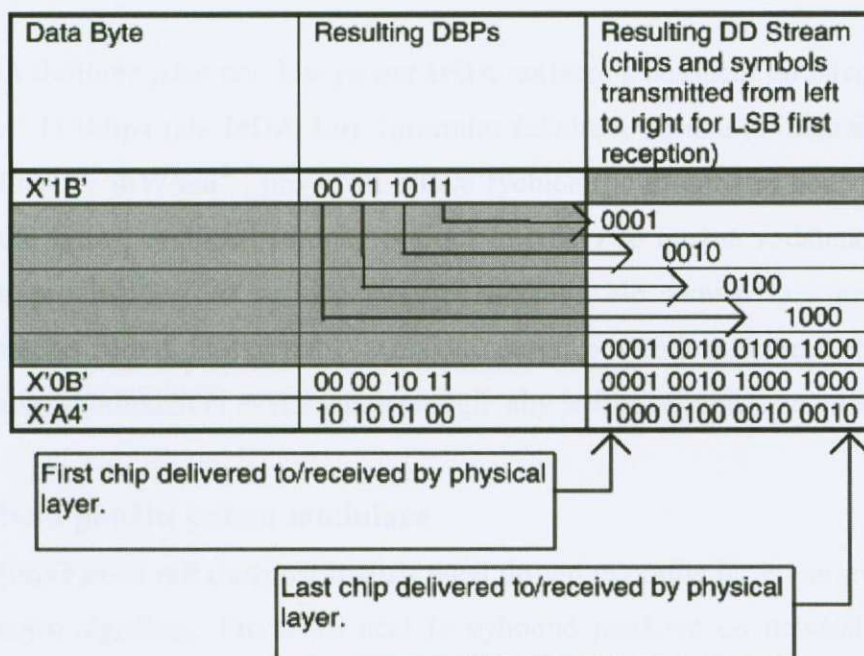
IrDA verze 1.1 definuje navíc rychlosti **0,576** a **1,152Mbps** s pulzním kódováním $1/4$ délky doby trvání původního bitu (**střída $1/4$**). Při těchto rychlostech je již základní jednotka (**paket**) vysílán synchronně uvozen startovní sekvencí.



Datový tok bez modulace a s modulací

Paket se skládá ze dvou startovních slov následovaných cílovou adresou (**IrDA** zařízení se přiřazují čísla v rámci **IrDA** protokolu, aby se zařízení jednoznačně poznaly) a dat ukončených **CRC-16** a stop slovem.

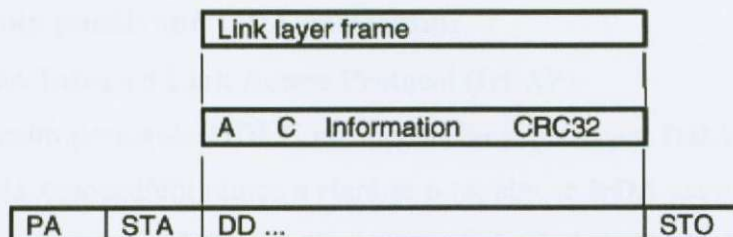
Startovací a stop slovo se nikde jinde v toku dat nemůže objevit. Start a stop slovo trvá **1,5násobek** doby trvání bitu (6x delší bliknutí než obvykle). Pro rychlost **4Mbps** se používá takzvaná **4PPM** modulace se střídou **1/4**, v níž se **2** bity informace zakódují do pulsu v jednom ze čtyř možných časových pozic čipu, nositelem informace je zde tedy pozice pulsu v čase namísto existence pulsu jako u předchozích modulací.



Například bity 00 se vyšlou jako sekvence 1000 (blik-nic-nic-nic), bity 01 jako 0100, bity 11 jako 0001.

Důvodem použití **4PPM** modulace je to, že je potřeba **2x** méně bliknutí **LED** diody než v předcházejících modulacích - lze tedy přenášet data **2x** rychleji. Kromě toho se přijímači lépe udržuje úroveň ostatního osvětlení - při **4PPM** modulaci dopadá na přijímač konstantní počet optických pulsu za danou dobu.

Vysílač při bitové rychlosti **4Mbps** bliká v rytmu **2MHz**. Pakety při této modulaci mají ovšem na rozdíl od rychlosti **0,576** a **1,152Mbps** použit kontrolní kód **CRC-32**. Většina „čipsetů“, které umí tuto modulaci, generuje **CRC-32** samo o sobě a při příjmu je kontroluje, některé „čipsety“ špatně přijaté rámce zahazují.



Paket při modulaci

IrDA definuje ještě tzv. low-power **IrDA** zařízení s dosahem do **20cm** a max. rychlosti **115kbps** (ala **IrDA 1.0**). Limitním faktorem dosahu je intenzita záření na přijímací v mW/cm^2 , pro vyšší bitové rychlosti je minimální hodnota vyšší, pro nízké bitové rychlosti (dlouhé optické impulsy) se možná vzdálenost **IrDA** zařízení prodlužuje (což se sice v normě napraví, ale souvisí to s množstvím dopadnutého záření, krátké pulsy s malou energií považuje **přijímač** za šum, je třeba pulsy prodloužit či zvýšit jejich energii, aby je filtr přijímače zaregistroval).

7.4 Důvod použití pulzní modulace

Přijímač musí mít možnost rozlišit mezi úrovní okolního osvětlení, rušením a přijímaným signálem. Pro tento účel je výhodné používat co největší vysílací výkon, protože čím větší výkon tím větší proud v přijímači a tím pádem větší odstup signál/šum. Vysílací infradiody ovšem nemohou vysílat maximálním výkonem 100% času, používá se proto střída jen **3/16** či **1/4** celkové doby trvání bitu s **4** až **5** násobným výkonem, jež by byl možný při nepřerušeném svitu diod. Když vezmeme v úvahu, že přenosová cesta nepřenáší stejnosměrnou složku (přijímač se neustále přizpůsobuje průměrnému osvětlení a detekuje jen změny), tak je použití pulsní modulace nutné. Integrované **IrDA transceivery** (kombinovaná vysílací **infra LED dioda** a **přijímací PIN fotodioda**) mají již zabudované filtry, které zabraňují rušení mimo frekvenční oblast **IrDA 2400-115200bps** a **0,576-4Mbps (2Mbliky/sec)**.

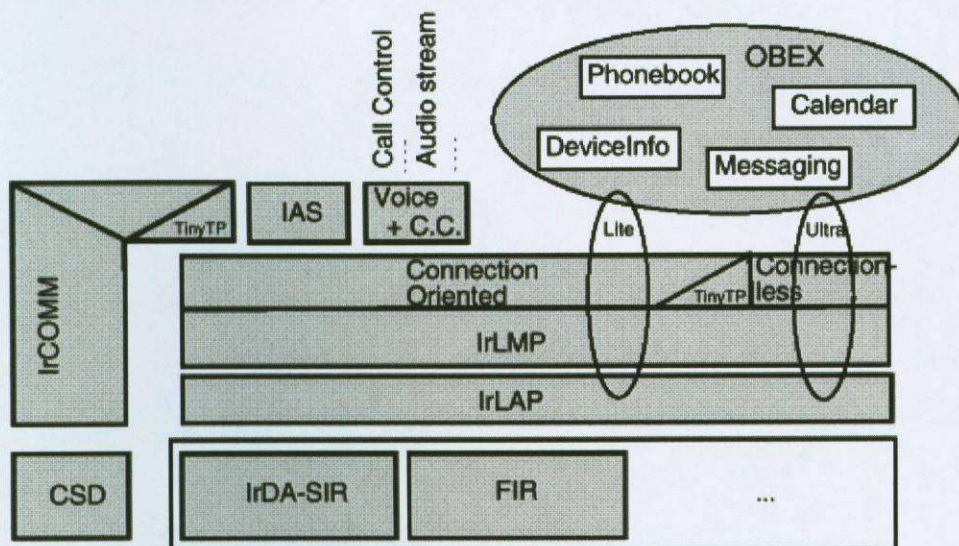
7.5 Protokoly používané IrDA zařízeními

▪ IrDA Infrared Link Access Protocol (IrLAP)

Je upravením protokolu **HDLC** pozměněného k potřebám **IrDA** komunikace. V zásadě dělá zapouzdření rámců a stará se o to, aby se **IrDA** zařízení nepletly v případě komunikace více **IrDA**. Zařízení existuje jen jedno primární a ostatní jsou sekundární. Připomínám, že vždy se jedná jen o **half duplex** komunikaci. **IrLAP** také popisuje, jak spolu navazují zařízení komunikaci, ukončí či jak se budou interně číslovat. Navázání spojení začíná na rychlosti **9600Bd** a po výměně informací o rychlostech jednotlivých koncových účastníků komunikace se vytvoří logické kanály řízené vždy jen jedním primárním zařízením.

▪ IrDA Infrared Link Management Protocol (IrLMP)

Protože konfigurace **IrDA** zařízení se mění (za běhu zapnu **IrDA** kameru a přisunete ji k notebooku), každé zařízení o sobě dává vědět pomocí **IrLMP** protokolu, který běží nad **IrLAPem** (**IrLAP** je linkový protokol, který bych přirovnal k **IP** protokolu, ačkoliv rozlišení adres je jiné). **IrLMP** má za úkol detekovat přítomnost zařízení která nabízejí nějakou službu, kontrolovat tok dat a dělat **multiplexor** pro konfigurace, kde se účastní více stanic s různými schopnostmi (přirovnání k socketům v **TCP/IP** komunikaci). Aplikace potom využívají vrstvy **IrLMP** k dotazům, zda je v dosahu požadované zařízení apod. V této vrstvě však není definován spolehlivý způsob vytvoření kanálu ala **TCP**, ten je definován až v **IrDA** Transport Protocols (Tiny TP).



IrDA Fyzická vrstva

- **Irda Transport Protocols (Tiny TP)**

Je vrstva, která udržuje virtuální kanál mezi zařízeními a sama **opravuje chyby** na lince (**ztráta paketu** apod.), provádí rozdělení dat do paketu a jejich znovu sestavení se nejvíce podobá TCP.

- **IrDA Object Exchange Protocol (IrOBEX)**

Je jednoduchý protokol s příkazy **PUT** a **GET**, který dovoluje přenášet binární data mezi stanicemi. Je postaven na **TinyTP** a norma definuje co napsat do paketu, aby se systémy poznaly a komunikovaly.

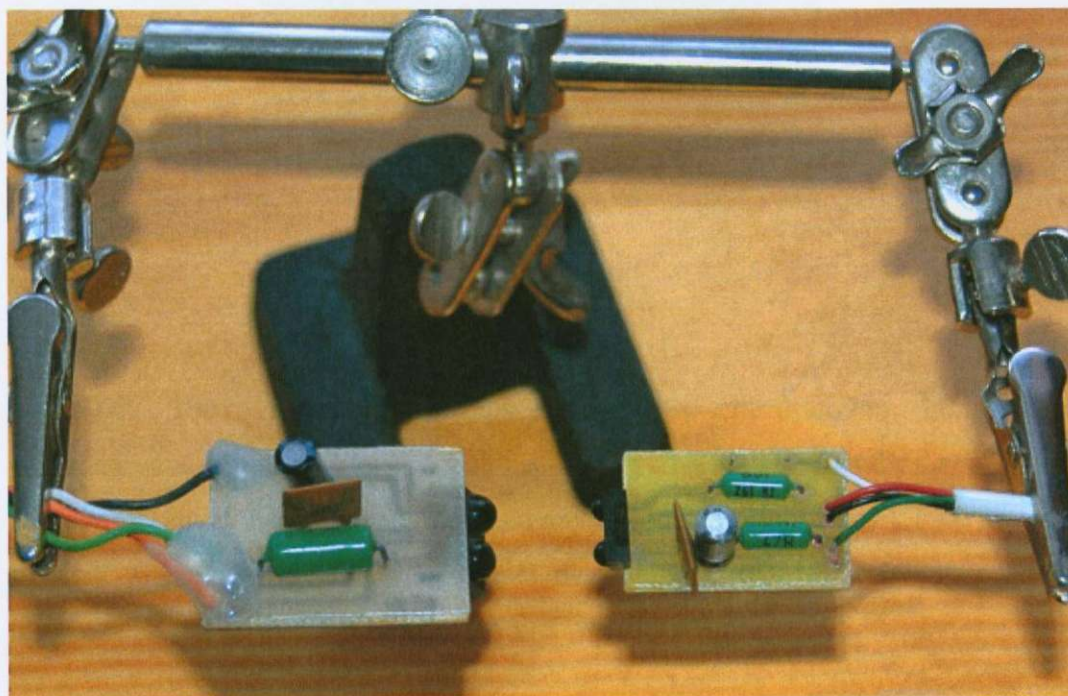
- **Extensions to IrOBEX for Ir Mobile Communications**

Je rozšíření **IrOBEX** pro mobilní zařízení-handheldy, PDA, mobily-definuje jak přenášet informace vztahující se k **GSM** síti (adresáře, SMSky, kalendář, ovládání vytáčení čísel, digitální přenos voice over **IrDA**, obrázky, pozadí, melodie a další..).

- **IrTran-P (Infrared Transfer Picture) Specification**

Je definice, kterou si vymyslely velké firmy vyrábějící digitální fotoaparáty k přenosu obrázku přes **infra rozhraní**. Je postaven také nad **TinyTP**.

7.6 Irda v praxi

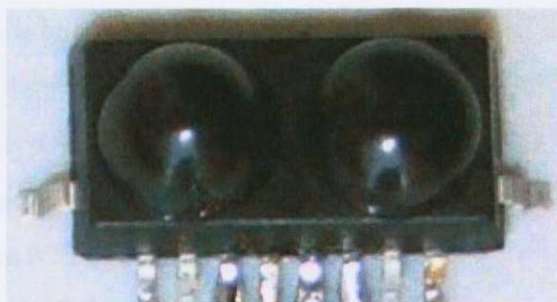


HSDL 1001 s TFDU 4100

Z mých osobních zkušeností musím bohužel říci, že mě **IrDA** dost zklamala a to ať se jedná o dostupnost součástek na trhu, pro který je už teď naprosto nedostatečná, nebo zkušenosti s propojením dvou počítačů pomocí této bezdrátové technologie. Přenosová rychlost je dosti mizerná.

I když náklady byly ze začátku celkem zanedbatelné a byl snadno sehnatelný i u nás v Českých Budějovicích výborný obvod **HSDL 1001** za asi 200Kč. Tento obvod je vysílač a přijímač v jednom a ke své funkci potřebuje pouze pár pasivních součástek. Zapojuje se přímo do konektoru základní desky počítače. Ovšem když **IrDA** má, protože jsem se i setkal s novými základními deskami, které bohužel už **IrDA** nemají a musí se to řešit pomocí dosti drahého zapojení s převodníkem **RS232** a „mikrokontrolorem“ do sériového portu nebo do **USB** na který se mi doposud nepodařilo sehnat dostatek součástek. Práce s obvodem **HSDL 1001** byla naprosto bez problémů, protože je asi **12mm** dlouhý a vývody má dostatečně od sebe, takže se dobře pájí asi i klasickou páječkou a nepotřebuji na něj silnou lupu jako na **TFDU4100**, který je skutečně miniaturní a bez kvalitní „mikropáječky“ a lupy se neobejdu.

7.7 HSDL 1001



HSDL 1001

HSDL 1001 je modul „transceiveru“ pro bezdrátovou komunikaci v infračervené oblasti, který obsahuje **IR vysílač**, **PIN fotodiody** a řídicí analogový obvod. Modul je navržen tak, aby byl přímo připojitelný k řadě obvodů s pulsně šířkovou modulací/demodulací např. **HSDL7000**. **HSDL7000** se tedy musí použít pro zapojení **IrDA** do sériového portu **RS 232**.

7.8 Možnosti využití

- Přenos dat mezi počítačem a periferií (notebook)
- Přenos telekomunikačních dat (modemy, faxy, telefon)
- Přenos signálu v průmyslu
- Přenos informací v medicíně
- Přenos zvukového signálu (bezdrátová sluchátka)
- Přenos barevného obrazového signálu (kamera => tiskárna, magnetoskop)

7.9 Charakteristika

- Nízká cena datového spojení
- Konstruováno ve standardu **IrDA** (Infrared Data Association)
- Pracovní vzdálenost **0,01 – 1m (IrDA)**, při použití externí **LED** větší dosah
- Pracovní úhel $\pm 15^\circ$
- Přenosová rychlost **2,4 – 115,2kbps**
- Potlačení rušení denním světlem
- Vynikající odolnost proti rušení elektromagnetickým polem

7.10 Technické údaje

- Pracovní teplota **0-70°C**
- Proud LED typ. **100 mA**, pulzně až **0,5A**, špičkově až **1A**
- Typ pouzdra **A1001 SMD**
- Vlnová délka **875/880nm**
- Napájecí napětí **2,7 – 5,5V**
- $I_{cc} = 10-25mA$

7.11 Popis zapojení

HSDL-1001 je **IrDA** vysílač přijímač pro rychlosti do **115kbps (IrDA 1.0)**, který pracuje v poloduplexním režimu. Protože většina součástek je už obsažena v samotném chipsetu základní desky, potřebuje tento obvod pouze další tři součástky pro svou funkci. Na základní desce se tedy nachází převodník signálu sériového portu na **IrDA** impulzy a opačně. Impulzy z „infra“ přijímače jsou negované.

Její zapojení je velice jednoduché, vedle pouzdra samotného „transcieveru“ je pouze pár kondenzátorů pro potlačení rušení a filtraci signálu a rezistor, který plní funkci omezovače proudu pro vysílací **infra LED**.

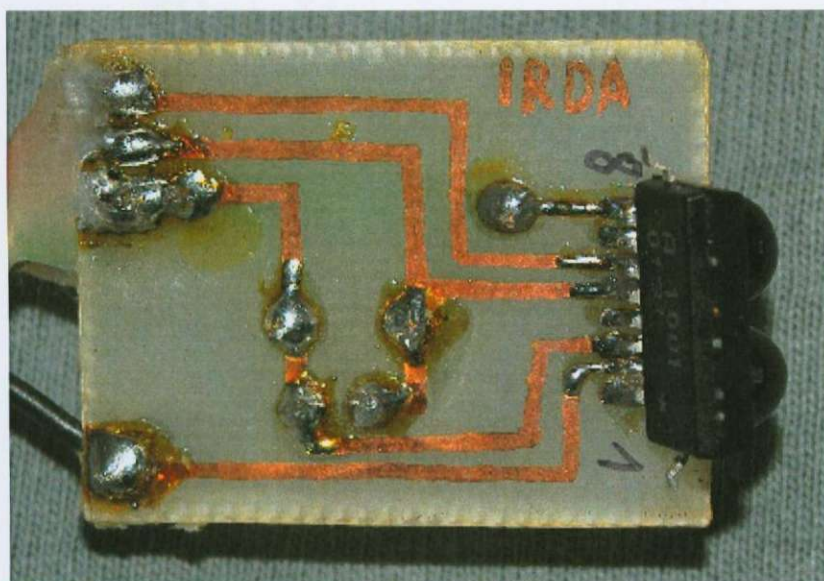
7.12 Nastavení BIOSU

Pro správnou funkci **IrDA** je třeba v **BIOSU** základní desky (V mém případě **SL-75 DRV4**) nastavit několik parametrů. V položce **Integrated Peripherals** složku **Super IO device** a dále pod složku **UART mode select** na parametr **IrDA** a pod ním položka **UR 2 Duplex mode na half**. Po té už vše bez problémů funguje.

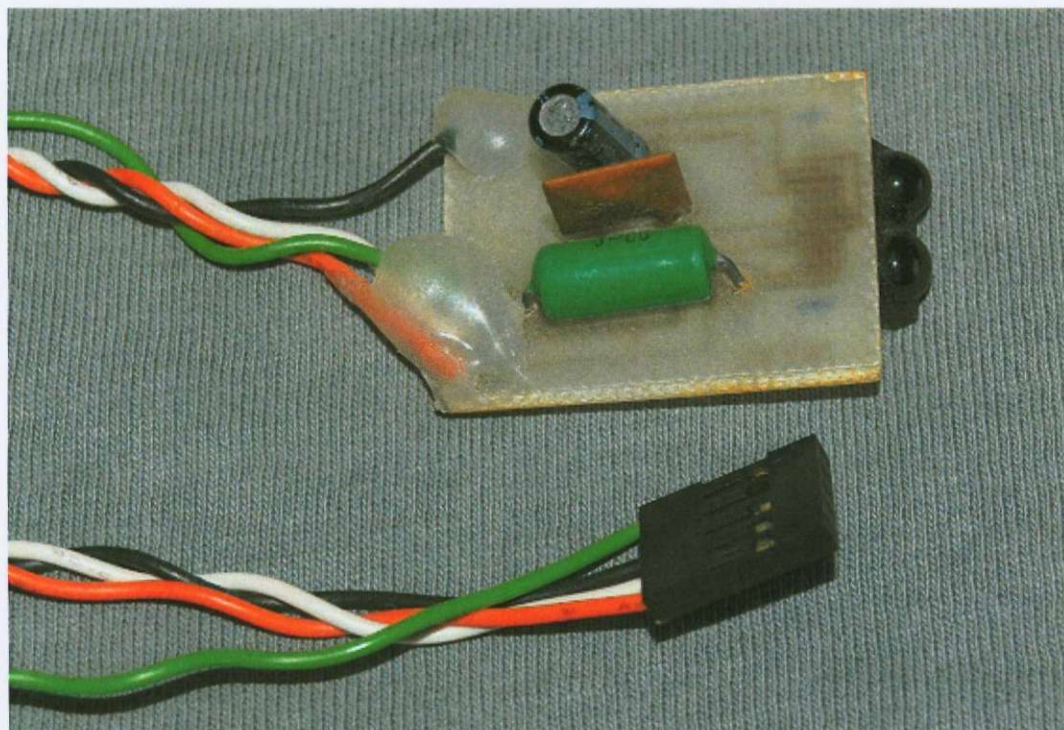
7.13 Fotodokumentace



Pohled na umístění součástek na modulu IrDA s HSDL 1001



Pohled na modul IrDA ze strany tištěného spoje s obvodem HSDL 1001



Pohled na modul IrDA i s konektorem do MB

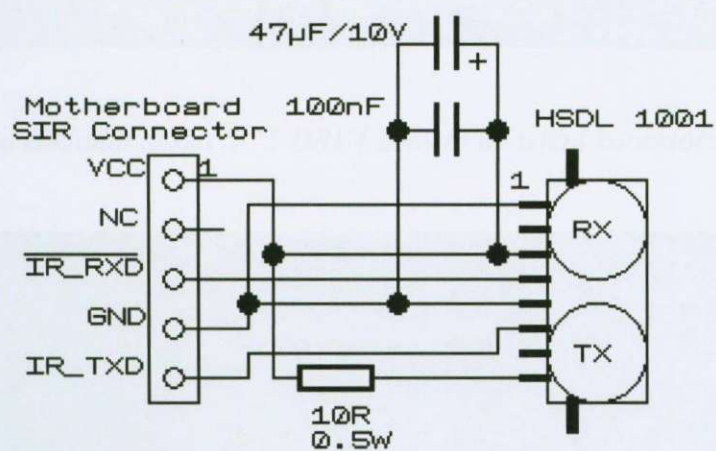
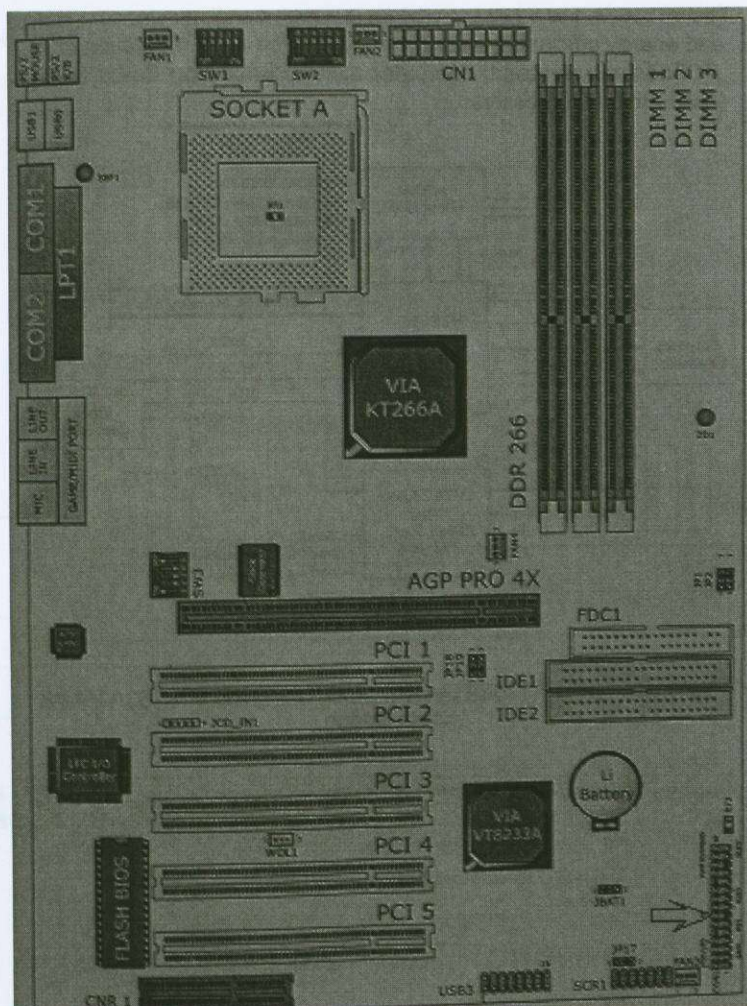
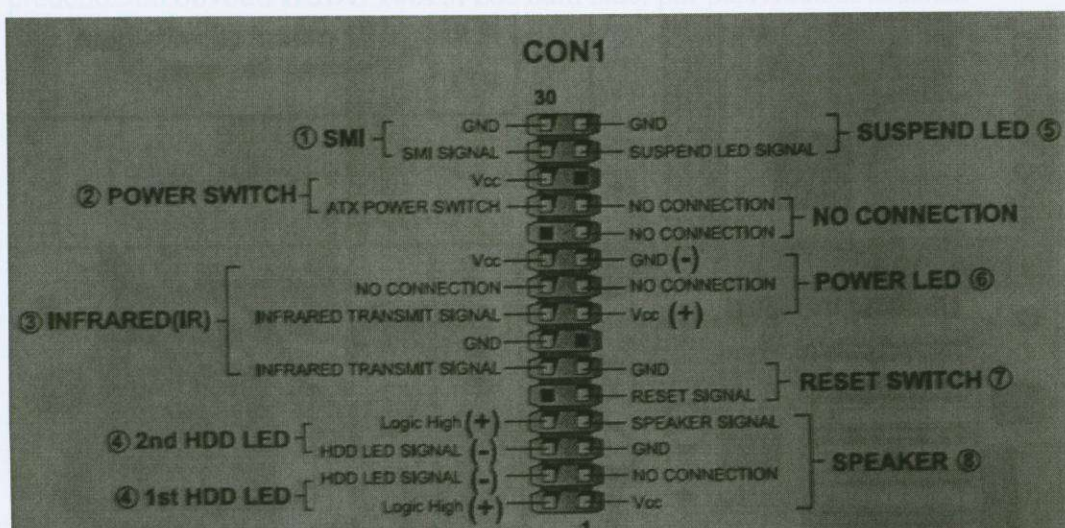


Schéma s HSDL 1001

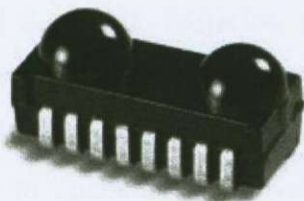


Použitá základní deska S-75 DRV4 a místo umístění konektoru IrDA



detail zapojení konektoru v MB pro IrDA

7.14 TFDU 4100



TFDU 4100

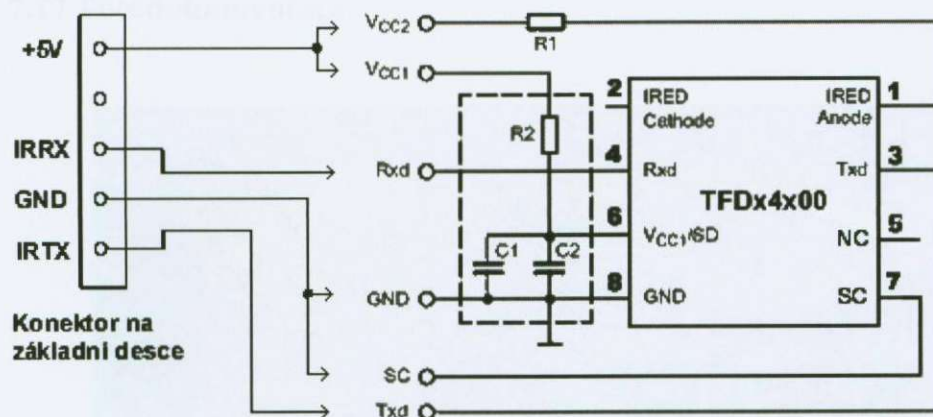


Schéma s TFDU 4100

TFDU 4100 je nízko příkonový transciever vyráběný firmou Vishay – Telefunken pracující na standard **IrDA 1.2** pro sériovou infračervenou komunikaci (**SIR**), podporující rychlost až do **115,2kbit/s**. Stejně jako u předchozího obvodu **HSDL 1001**, i zde nám stačí pár pasivních součástek.

7.15 Technické parametry

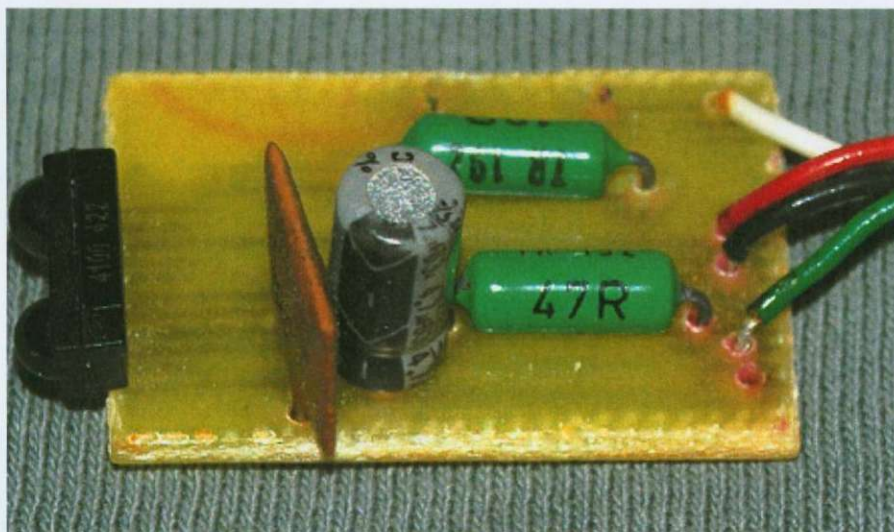
- Podporuje Standard **IrDA 1.2** s rychlostí do **115,2 kbit/s**
- Napájecí napětí **2,7 – 5.5 V**
- Nízký příkon **1,3mA**
- Příkon v režimu sleep mode **5nA**
- Velký dosah až **3m**

Tato **IrDA** pro svou činnost opět potřebuje dva kondenzátory pro potlačení rušení a filtraci signálu a rezistor, který plní funkci omezovače proudu pro vysílací **infra LED**. Její největší nevýhoda je rozměr. Protože je skutečně miniaturní, je třeba při práci co největší opatrnost. Na víc je třeba její nožičky ohnout, aby se dala dobře přichytit a připájet.

7.16 Nastavění BIOSU

V případě základní desky a to **K8 Triton GA-K8NS Pro** je nastavení trochu odlišné než v případě starší desky **SL-75DRV4**. Zde už se zařízení nejmenuje **IrDA**, ale **CIR** neboli Customer IrDA, přestože jde o to samé. V BIOSU si najdeme položku Integrated Peripherals a v ní nastavení **CIR**. Můžeme nastavit adresu a port aby se nám to „nehádalo“ s jiným zařízením. Zde už ale není položka duplex mod. Rychlost se dá omezit nastavením ve Windows.

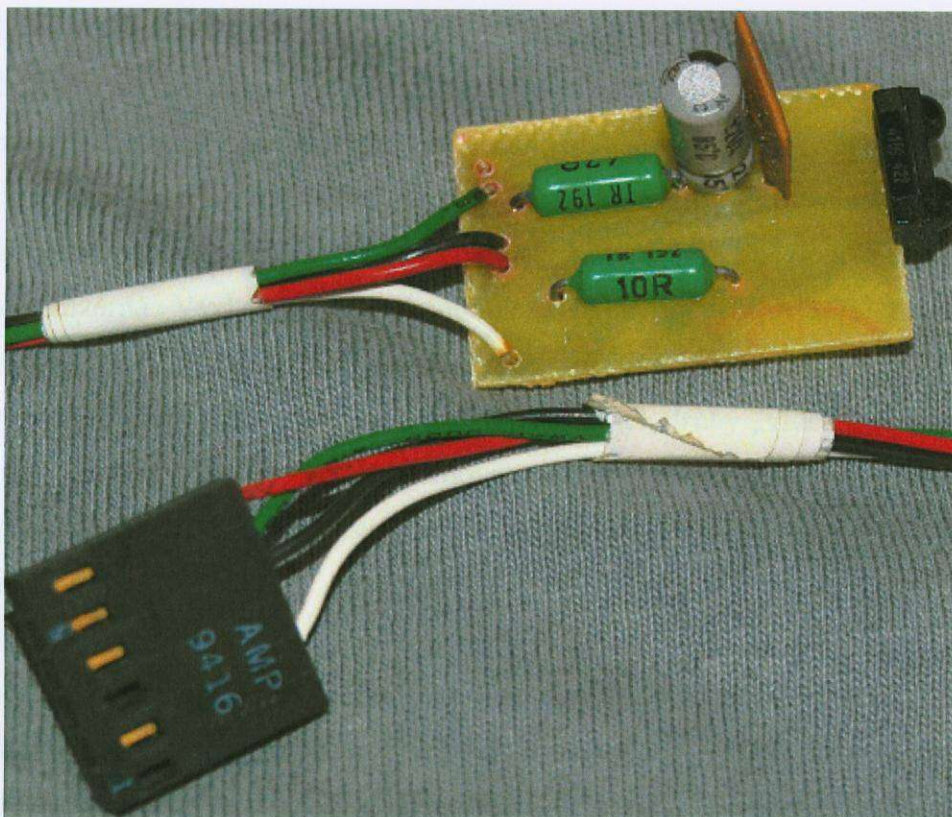
7.17 Fotodokumentace



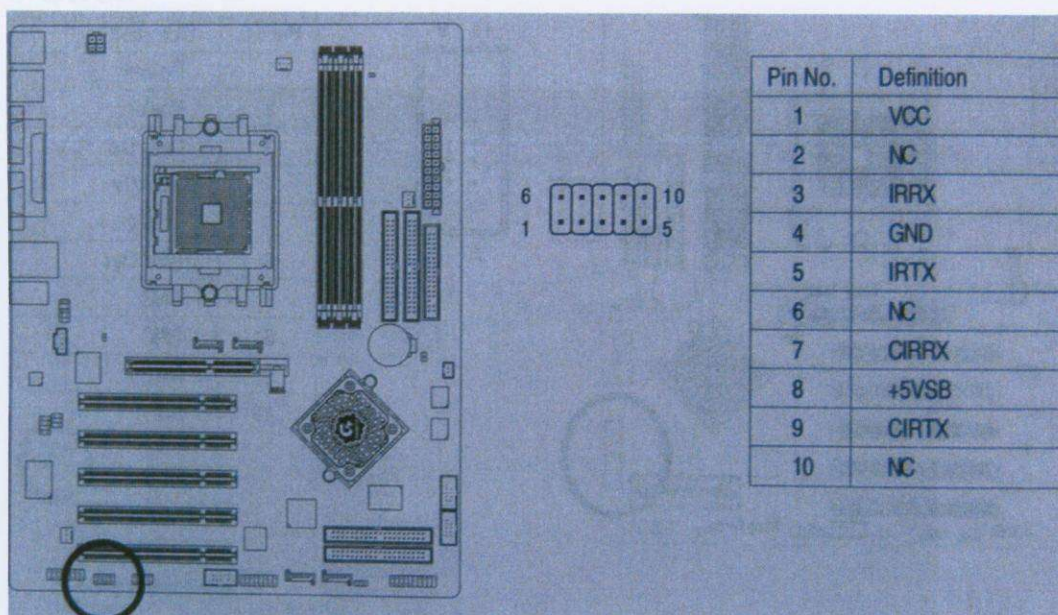
Pohled na umístění součástek na modulu IrDA s TFDU 4100



Pohled na modul IrDA ze strany tištěného spoje s obvodem TFDU 4100



Pohled na modul IrDA i s konektorem do MB



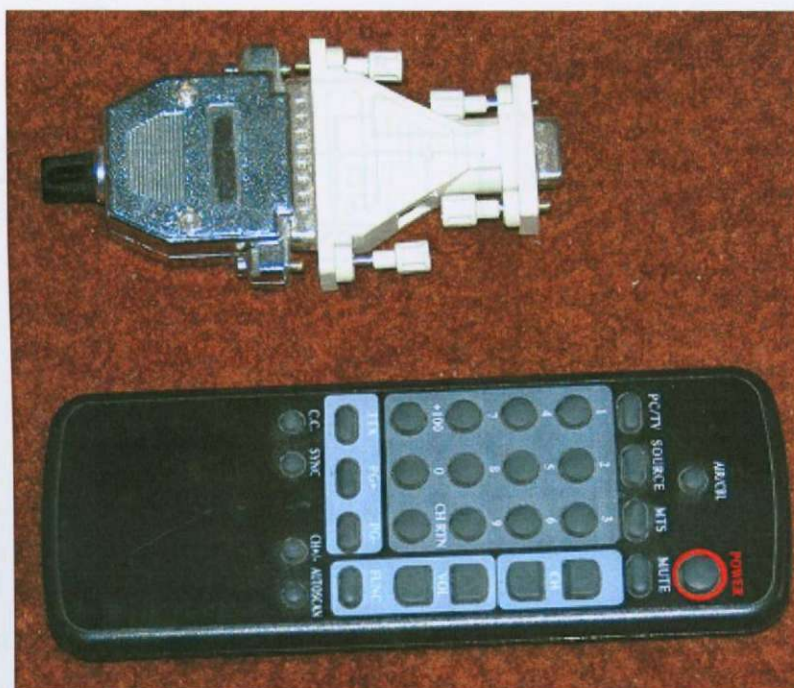
detail zapojení konektoru v MB pro IrDA

7.18 Vyhodnocení

IrDA se perfektně hodí například pro „synchronizování“ dat třeba **Outlooku** s mobilním telefonem, posílání obrázků a melodií, ale pro přenos většího objemu dat řádově MB se nehodí vůbec. Rychlost je velmi slabá. Výrobní náklady jsou však velmi příznivé (řádově několik stovek Kč), ovšem dostupnost součástek velice mizerná. Vyzkoušel jsem komunikaci dvou počítačů s **IrDa**. Nastavení poměrně složité a obě zařízení na sebe musí perfektně vidět, takže to dalo dost práce než jsem to vůbec rozhodil. Jeden počítač ten druhý „viděl“, ale na opak nikoliv. Zkoušel jsem je různě kombinovat a nastavovat rychlosti ve Windows až se konečně povedlo. Zkusil jsem kopírovat pár stovek MB. Trvalo to několik hodin.

Když ale připojím **IrDA** k mobilnímu telefonu a vyšlu požadavek na odeslání nějakého souboru vše proběhne bez problému a rychle. Těchto jednoduchých a finančně nenáročných modulů jsem postavil již několik, ale lepší použití než ke komunikace počítače s mobilem jsem zatím nenašel.

8 Girda



Girda s tv ovladačem

8.1 Úvod

Tohle zařízení jsem si postavil pro účel ovládání mého počítače pomocí dálkového ovladače **IR přenosem**. Na rozdíl od **IrDA** je tedy **Girda** pouze přijímač a pro svůj chod potřebuje poměrně složitý program jménem **Ginder**. Ze začátku jsem to využíval například pro ovládání programu jako je Winamp a jiné. Hlavně na regulaci hlasitosti a spouštění všemožných programů. Když jsem si ale koupil TV tuner, tak už používání modulu **Girda** ztratilo smysl, protože obě zařízení měla IR ovládání, která spolu fungovat najednou nemohla.

8.2 Popis zařízení

Zapojení využívá **integrováný infračervený přijímač** používaný pro příjem modulovaného signálu. Ten obsahuje obvody potřebné na příjem a demodulaci infračerveného signálu. Z jeho výstupu dostaneme už čistý digitální signál (obálka amplitudově modulovaného signálu vysílače). Použitelné jsou přijímače typu **SFH56-xx** a **TSOP17-xx**. Obvody typu **SFH56-xx** se neprodávají, protože skončila výroba. Číslo „xx“ znamená použitou frekvenci příjmu. Já jsem použil **TSOP 1736**. Tedy s frekvencí **36kHz**, což je asi nejpoužívanější frekvence u dálkových ovladačů například u Sony.

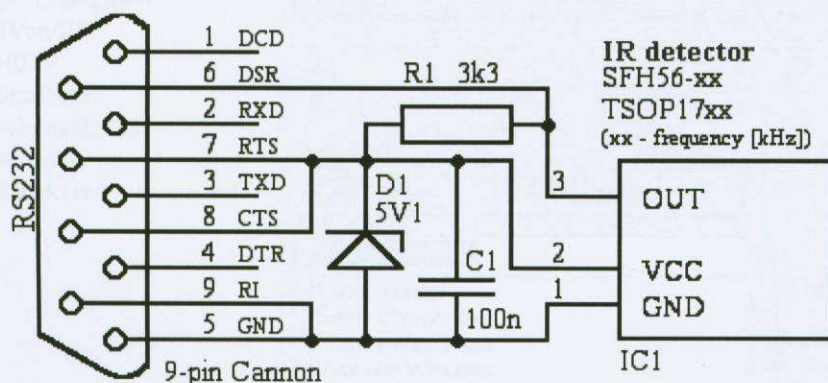


Schéma GIrDA

Obvod je napájený přímo ze sériového portu počítače z vývodu **RTS**. Stabilizaci napětí na **5V** zabezpečuje Zenerova dioda **D1**. Je zapojena bez omezovacího odporu, neboť využívá toho, že sériový port má proudové omezení cca **10mA**.

Kondenzátor **C1** je filtrační (odběrové špičky). Rezistor **R1** představuje „pull-up“ podle doporučení výrobce **TSOP17xx**. Výstup přijímače je vyvedeny na signál **DSR** sériového portu, kde se softwarově přijímá.

Obslužný driver je řešený jako plug-in modul „**IgorPlug.dll**“ do programu **Girder**, kterému posílá přijímaný kód. **Girder** následně vykoná funkci, kterou jsme si zvolili. Přiřazování vyslaného kódu k dané akci probíhá tzv. učením a to následovně: V programu **Girder** vytvoříme danou akci a potom stlačíme tlačítko „Learn Ebony“. Následně na vysílacím **DO** stlačíme tlačítko, čímž se přijme kód a přiřadí se dané akci. Funkčnost akce otestujeme stlačením stejného tlačítka na **DO**.

8.3 Nastavení Softwaru

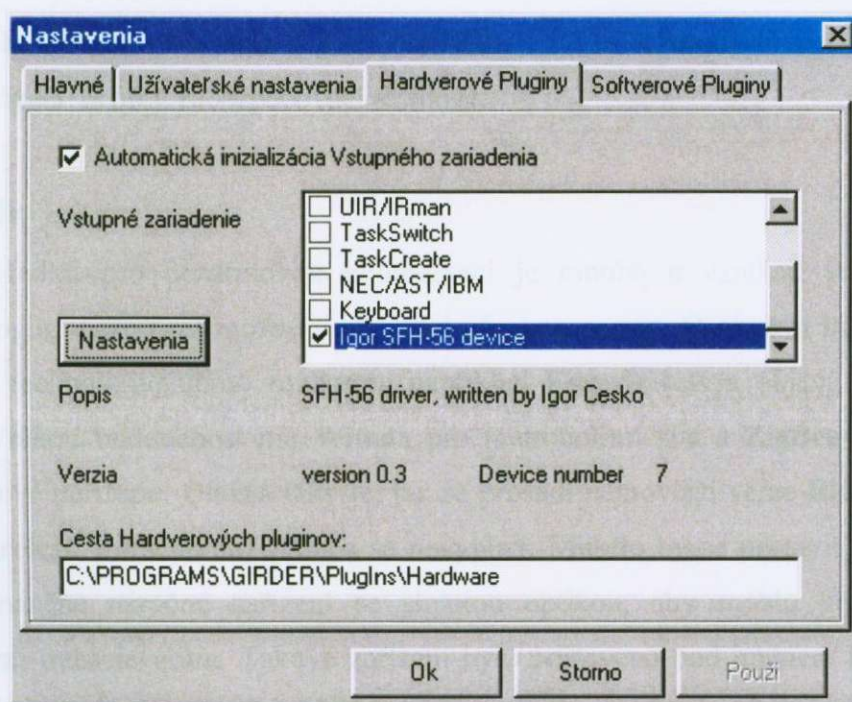


Obslužný program Girder

K ovládání jsem si tedy zvolil program **Girder**, který má dobře vyřešenou podporu **softwarových** a **hardwarových pluginů**. Po nainstalování tohoto programu je třeba zvolit v nastavení hardwarových pluginů **IgorSFH-56 device**.



Dále nastavit který COM port použijeme.



Nastavení hardwarového pluginu

8.4 Praktické zkušenosti

Škála využití tohoto programu je skutečně široká. Můžeme si nastavit, že jedním zmáčknutím tlačítka **DO** program spustíme a druhým zmáčknutím program zavřeme.

Nebo si předdefinujeme ke každému tlačítku různé příkazy, třeba maximalizovat, minimalizovat, otevřít Word a podobně. Praktické je třeba tlačítko na vypnutí počítače.

Citlivost snímače je obdivuhodná. I když je zasunutý přímo v sériovém portu zezadu počítače (který je pod stolem), je snímání překvapivé (jako ovládání televizoru). Při výběru frekvence snímače („xx“ v schématu) je třeba dbát na přizpůsobení frekvence IR-dálkového vysílače s použitým přijímačem.

Výběr však není kritický: např. snímače v mém případě na **36kHz TSOP1736** přijímá s dostatečnou citlivostí a vysílače na **38kHz** (dokonce i **40kHz**). Nejlepší je zvolit přijímač na **38kHz TSOP1738**, který přijímá s dostatečnou citlivostí všechny dálkové ovladače.

Mnohé využití by se našlo nejen u domácího PC ale i v průmyslové automatizaci nebo v zabezpečovací technice.

9 Závěr

Prostředků pro bezdrátovou komunikaci je mnoho a vznikají stále nové technologie, takže není možné v mé práci všechny popsat. Osobně si myslím, že některé technologie úplně zaniknou, například **Firewireless** a objeví se úplně nové. Velkou budoucnost má **Wimax** pro metropolitní sítě a **ZigBee** zase pro bezdrátové periférie. Otázka taky je, jak se prosadí nejnovější verze **Bluetooth** a **USBwireless**. Infračervený přenos se nevyplatí. Muselo by se postavit poměrně dost finančně náročné zařízení se složitou optikou, aby mohlo konkurovat radiovým transceiverům. Takové zařízení bylo postaveno pod jménem **RONJA**, ale náklady jsou příliš vysoké. Uvidíme, co nám přinese budoucnost.

10 Použitá citovaná literatura

www.cdr.cz

www.hw.cz

www.lupa.cz

www.czechcomputer.cz

www.kfn.fujitsu.com

www.futureelektrronics.com

www.atlantis.cz

www.wifinetnews.com

www.axis.com

www.streakwave.com

www.wi-fi.org

www.logopremiums.com

www.pavouk.org

www.rs232.hw.cz

www.internetprovsechny.cz

www.google.com (obrázky)

Katalog elektronických součástek GM Elektronik 2005

Manuál základní desky Soltek 75-DRV4

Manuál základní desky Gigabyte K8NS Pro