

Vzdálený přístup do počítačových sítí

Petr Grygárek

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

1

Možnosti vzdáleného přístupu

- Komutované připojení (placeno za dobu připojení)
 - Klasická telefonní síť
 - (Plain Old Telephone System - POTS)
 - ISDN – Integrated Services Digital Network
 - GSM
- Trvalé připojení (placeno za přenesená data/paušál)
 - xDSL – Digital Subscriber Line
 - CDMA – Code Division Multiple Access
 - GPRS/EDGE
 - General Packet Radio Service/Enhanced Data rates for GSM Evolution
 - garantováno operátorem
 - WiFi
 - Lokální poskytovatelé – v ČR často náhrada MAN (nevhodná technologie)
 - amatérsky budovaná struktura (CZFree apod.)
 - žádná garance kvality ani ceny (dáno technologicky i organizačně)

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

2

Alternativy použití

- Uživatel – síť
- LAN – LAN
 - i více LAN vzájemně propojených dočasnými spoji vznikajícími při požadavku na komunikaci

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

3

Terminologie

- DCE – Data Circuit Equipment
 - ukončovací zařízení okruhu
 - Modem (MODulator/DEModulator)
 - CSU/DSU (Channel-Service Unit/Data Service Unit)
 - Pro vyšší rychlosti (linky E1 (2Mbps) a vyšší)
 - CSU – připojuje koncové zařízení na digitální linku
 - DSU – ochranné a diagnostické funkce linky
- DTE – Data Terminal Equipment
 - koncové zařízení
 - PC, router

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

4

Přístup přes POTS

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

5

Připojení k POTS

- Analogová účastnická přípojka
 - 300 Hz – 4 kHz
- Přenos v základním pásmu nemožný
 - úzké spektrum
 - nepřenáší stejnosměrnou složku (oddělovací trať)
- Potřeba přenosu v přeloženém pásmu – použití modulace
 - MODulátor + DEModulátor = MODEM

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

6

Koncová zařízení

- Uživatelský PC
- Směrovač

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

7

Klasifikace modemů

- Režim komunikace s DTE
 - Asynchronní
 - běžně u PC, rozhraní RS-232 (příp. Centronics)
 - Synchronní
 - pro pronajaté spoje mezi routery, rozhraní V.35, X.21, ...
- Provedení
 - externí
 - interní – často z velké části implementovány softwarově
 - karta do PC
 - modul rozhraní směrovače

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

8

Parametry modemů (podporované standardy)

- Přenosová rychlost, použitelné modulace
 - schopnost přizpůsobení rychlosti okamžité kvalitě linky
- Podpora komprese
 - efektivní přenosová rychlost zahrnuje režii a kompresi
- Schopnost korekce chyb
 - rámcování, potvrzování, retransmise chybových rámců
 - často možnost adaptivní úpravy délky rámců podle okamžité kvality linky

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

9

Režimy spojení mezi modemy

- Direct
 - linky DTE-modem a modem-modem mají stejnou rychlost
 - pokud povolena dohoda o rychlosti linky mezi modemy, DTE se musí přizpůsobit
- Normal
 - rychlosti linek DTE-modem a modem-modem se mohou lišit
 - modem poskytuje buffery
 - potřeba obousměrného řízení toku dat (flow-control)
 - RTS/CTS nebo XON/XOFF
- Reliable
 - Buffery + flow control,
 - Protokol pro korekci chyb (mezi modemy rámcování)

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

10

Microcom Network Protocol (MNP)

- de-facto standard pro dnešní asynchronní modemy
- poskytuje korekci chyb, příp. kompresi na lince mezi modemy
 - odpovídá funkci 2. vrstvy OSI RM
 - proud dat shlukuje do paketů podobných HDLC, implementuje potvrzovací schéma
- pro koncová zařízení neviditelný
 - koncovým zařízením poskytuje iluzi spolehlivého obousměrného toku
 - mezi koncovými zařízeními propojeními modemy pod pakety 3. vrstvy zpravidla protokol PPP (dříve SLIP)
 - u synchronních modemů PPP nebo HDLC
- MNP třídy 1-10
 - jednotlivé třídy dodávají různé funkce
 - každá třída umí komunikovat s protokolem tříd nižších
 - při navazování spojení se partneri dohadují na nejvyšší třídě MNP, kterou oba podporují

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

11

Význačné třídy MNP (1)

- **Třída 1** - asynchronní, bajtově orientovaný, half-duplex
- **Třída 2** - přidává full duplex
- **Třída 3** - synchronní, bitově orientovaný, full-duplex, pakety podobné HDLC
- **Třída 4** - přidává schopnost adaptivní změny délky paketu
 - (několik možností délky)
- **Třída 5** - přidává kompresi dat
 - algoritmus Lempel-Ziv-Welch.

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

12

Význačné třídy MNP (2)

- **Třída 6** - doplňuje Universal Link Negotiation
 - začíná se od nejnižší rychlosti, snaha dohodnout větší
- **Třída 7** - vylepšení kompresního algoritmu
 - (Huffman, Markův predikční model)
- **Třída 9** - vylepšená korekce chyb
 - v případě retransmise vysílá jen vyžádanou část rámce
- **Třída 10** - provoz na nekvalitních linkách (celulární sítě)
 - adaptivní přizpůsobování přenosové rychlosti okamžitému stavu linky
 - přenosová rychlost i délka rámce upravitelná po malých kvantech
 - dohoda vysílacího výkonu

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

13

Řízení toku dat (flow control)

- Na lince modem-koncové zařízení
 - softwarové (XON-XOFF)
 - hardwarové – signály RTS,CTS
- Mezi lokálním a vzdáleným modemem
 - jen softwarově (resp. v potvrzovacím protokolu)

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

14

Ovládání modemů – AT příkazy

- De-facto standard (Hayes) pro asynchronní modemy
 - výrobci rozšiřují podle funkcí konkrétního modemu
- Textové příkazy i odpovědi
 - příkazy začínají AT, následuje proměnný počet znaků identifikující příkaz a parametry
 - autotetekce přenosové rychlosti na rozhraní DTE-DCE
 - Jednoduchá editace s použitím Backspace (kód ASCII 8)
 - příkazy ukončeny <CR>
 - volitelně smí následovat LF
 - velikost písmen se nerozlišuje
 - mezery v příkazech nevýznamné (doporučeno používat - přehlednost)
 - příkazy lze řetězit
 - např. ATX3&L0 namísto ATX3 <CR>AT&L0 <CR>

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

15

Odpovědi modemu

- Implicitně textové pro uživatele
 - Texty proměnné délky
 - OK, ERROR
 - NO DIALTONE, CONNECT, BUSY, NO ANSWER, NO CARRIER
 - RING
- Volitelně číselné pro strojové rozpoznávání

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

16

Režimy práce modemu

- command mode
 - interpretace AT příkazů
 - po inicializaci modem v command mode
- connect mode
 - transparentní přenos dat po navázání spojení
 - přechod do connect mode po navázání spojení (příkaz ATD)
 - po ukončení spojení přechod do command mode

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

17

Přechody mezi režimy modemu

- Command > Connect
 - Příkaz ATD
- Connect > Command
 - rychle následující trojice znaků +++
 - přenos +++ v datech: pauzy mezi znaky
 - spojení zůstává navázáno
 - příkazem ATO možný přechod zpět do connect mode

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

18

S registry

- Obsahují nastavení a okamžitý stav modemu
 - číslovány (od 0)
 - počet závislý na modelu modemu
 - standardně implementovaná sada + rozšíření
- Nesou číselné hodnoty nebo bitově orientované množiny příznaků
- Modem modifikuje obsahy registrů jako reakci na AT příkazy (nebo příchozí volání)
- Lze číst a nastavovat přímo pomocí zvláštních příkazů
 - ATSn=h ATSn?
 - Modifikace obsahu registru příkazem nebo přímým přiřazením je ekvivalentní

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

19

Funkce vybraných S registrů

- S0 - udává počet zazvonění, po kterém má modem vyzvednout
 - (0=nevyzvedávat)
- S1 - ring counter - počet detekovaných zazvonění
 - (dosáhne-li hodnoty v S0, modem zvedne)
- S2 - ESC znak pro opuštění connect mode (standardně +)
- S12 - ESC Code Guard Time
 - maximální časový interval mezi ESC znaky, aby byly pochopeny jako příkaz k přechodu do command mode
- S3,S3,S5 - Znaky používané ve významu CR, LF a Backspace
- S6 - Wait time for dial tone
- S7 - Wait time for carrier
- S8 - Pause time for dial delay (čárka mezi čísly v příkazu ATD)
- S10 - Delay for hangup after carrier loss

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

20

Vybrané AT příkazy

- ATD [T] [P] <číslo> - vytočení čísla
 - ATP, ATT - nastaví pulsní/tónovou volbu
- ATH - zavěšení
- ATZ - reset modemu
 - zruší spojení, self-test, přečte nastavení DIP switchů, přechod do command mode
- AT&F - obnovení firemního nastavení (factory defaults)
- AT&W - uloží aktuální nastavení (S-registry) do EEPROM
- ATS<n>=<h>, ATS<n>? - přístup k S-registrům
- ATO - přechod z Command do Connect mode
 - při navázaném spojení
- ATE1, ATE0 - zapne/vypne lokální echo (v command mode)
- ATX<n> - nastaví reakci modemu na tóny generované ústřednou
- ATM<n> - nastaví chování vestavěného reproduktoru
 - užitečné pro sledování průběhu spojení

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

21

Další možnosti AT příkazů

- Nastavení číselné/textové odpovědi na příkazy, zákaz odpovědi na příkazy
- Práce se seznamem často používaných čísel
- Nastavení způsobu řízení toku dat (flow control)
- Nastavení chování modemových signálů
- Nastavení komunikace na pronajaté lince
 - (bez vytáčení čísla)
- Nastavení MNP protokolu
- ...

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

22

Typické sekvence AT příkazů

Přijímač:

ATS0=1
(+++ , ATH)

Vysílač:

ATX3
ATDP/ATDT číslo
přenos dat (obousměrný)
+++
další AT příkazy
ATO
pokračování v přenosu dat
+++
ATH

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

23

Pronajaté linky

- nevyžaduje volbu telefonního čísla
 - modemy udržují spojení neustále
- 4- nebo 2-drátový okruh
- zpravidla synchronní přenos
 - často špatně spolupracují modemy různých výrobců
- nákladné, nepružné
- dnes preferovány alternativní technologie využívající komunikační infrastrukturu operátora
 - ADSL/CDMA+VPN přes Internet, ISDN (rychlé navázání spojení), GSM

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

24

Použití modemů na JTS ČR

- Jen homologovaná zařízení
- Odlišné tóny od anglosaských zemí
 - ATXn
- Pulsní nebo tónová volba
 - ATP, ATT

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

25

Vybrané standardy pro modemy

- V.21: 300bps, FDX, sync/async, FSK
- V.22: 600,1200 bps, FDX, sync/async, PSK
- V.22bis: 1200,2400 bps, FDX, sync/async, QAM
- V.29: 4800 (PSK),7200(PSK),9600(QAM) bps, FDX,HDX, sync
- V.32: 9600 (QAM,TCM), 4800(QAM) bps, FDX, sync
- V.32bis: 7200,9600,12000,14400(TCM) bps
- V.32ter: 19200 bps V.33: 14400,12000 bps
- V.34 (V.fast):
2400,4800,7200,9600,12000,14400,16800,19200,21600,24000,26400,28800 bps
- V.34bis: 33600,31200 bps
- V.35: 48000, FDX, sync. AM-FSK
- V.90 – 56 kbps asymetricky
 - použití pro ISP připojeného digitální linkou

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

26

Integrated Services Digital Network (ISDN)

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

27

Digitální síť s integrovanými službami

- Digitální síť s přepínáním okruhů
 - adresování koncových zařízení telefonními čísly podle E.164
- Transparentní okruhy 64kbps (full duplex)
 - Vychází z požadavků přenosu hlasu
 - $4\text{kHz} \times 2 = 8\text{k samples} \times 8\text{b/vzorek} = 64\text{ kbps}$
 - Možnost provozu libovolné telekomunikační služby
- Provoz na původních účastnických vedeních

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

28

Kanály sítě ISDN

- B (bearer) – transparentní bitový tok 64kbps
 - Mezi koncovými zařízeními
- D – signalizace
 - Mezi koncovým zařízením a ústřednou
 - Signalizace formou zpráv (paketů)
 - 2. vrstva: LAPD (odvozeno z HDLC) – Q.921
 - 3.vrstva: Digital Subscriber Signalling System no. 1) - Q.931
 - Žádost o zřízení spojení, ukončení spojení, ...
 - Možnost nízkorychlostního paketového přenosu
 - pokud operátor poskytuje

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

29

Typy přípojek ISDN

- Basic Rate Interface (BRI)
 - 2B+D (16kbps)
 - point-to-point nebo sběrnice s max. 8 zařízeními
 - časový multiplex kanálů+ kompenzace ozvěny pro dva směry komunikace na 2-drátovém vedení
 - zařízení NT převádí 2-drát na 4-drát
 - NT řeší oddělení směrů a sdílení D-kanálu koncovými zařízeními na sběrnici
 - NT někdy integrováno v pobočkové ústředně
- Primary Rate Interface (PRI)
 - 30B+D (64kbps)
 - Připojení ústředny, ISP
 - Telekomunikační linka E1
 - (časový multiplex 32 x 64kbps, jeden kanál signalizace, jeden synchronizace)

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

30

Koncová zařízení ISDN

- ISDN telefon
- ISDN modem
 - standardní asynchronní modem s AT jazykem
 - ISDN karta do PC
- Router
 - rozhraní do routeru (BRI,PRI)
- Terminal Adapter + non-ISDN zařízení
 - např. klasický analogový telefon

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

31

Použití ISDN pro přenos dat

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

32

Vlastnosti ISDN při přenosu dat

- ISDN orientována na dočasné okruhy
 - zpoplatňováno za dobu spojení
 - výhodné pro krátkodobé přenosy dat
 - výhodné pro záložní linky
- Možnost rychlého zřízení okruhu
 - do 1 sekundy v rámci Evropy
 - možnost vytáčení okruhu při výskytu dat pro přenos a po dokončení přenosu odpojení
 - oproti tomu u klasických modemů navazování spojení trvá desítky sekund

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

33

Typická použití ISDN pro přenos dat

- Poskytování Internetu
 - PRI na straně poskytovatele, BRI u zákazníka
 - náhrada analogových modemových připojení
- Propojování geograficky vzdálených LAN pro krátkodobé přenosy dat („dial-on-demand“)
 - BRI v mnoha LAN
 - PRI v centrále, BRI v pobočkách
- Záložní cesty (BRI)
- paketový přenos s malými nároky na šířku pásma po D kanále (X.25)
 - alarmy, vzdálené monitorování, regulace
 - jen umožňuje-li operátor

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

34

Přístup do sítě z klienta pomocí ISDN

- Na straně klienta typicky přípojka BRI a modem
- Na B kanále obvykle PPP
 - možnost autentizace, callback, komprese, ...
- Možnost paralelního přenosu dat a hlasu na jednotlivých kanálech B
- Možnost svazkování více kanálů B pro zvýšení přenosové rychlosti

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

35

Vysokorychlostní účastnické přípojky

Digital Subscriber Lines (xDSL)

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

36

Technologie DSL

- Použití stávajících symetrických telefonních metalických kabelů (last-mile)
 - Šířka pásma až 1MHz při vzdálenosti stovek m až jednotek km
 - Umožňuje vysokorychlostní přenosy
 - (jednotky až desítky Mb/s).
- Stalo se použitelné s rozvojem metod kódování a technologie zpracování signálu
 - (včetně zlevnění a sériové výroby signálových procesorů)
- Jednotlivá účastnická vedení zakončena v ústředně na DSL Access Multiplexeru (DSLAM)
 - Z DSLAMu připojení do paketové sítě (Internetu)

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

37

Základní dělení technologií DSL

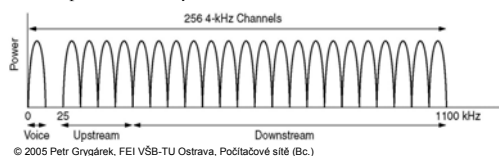
1. přenos v základním pásmu: HDSL, SDSL
 - výhodou možnost koexistence s POTS a ISDN.
2. přenos v přeloženém pásmu: ADSL, VDSL
 - vhodné pro propojování ústřední, připojování počítačových sítí poskytujících datové služby
1. symetrie přenosových rychlostí upstream / downstream
 - vhodné pro propojování ústřední, připojování počítačových sítí poskytujících datové služby
2. různé přenosové rychlosti upstream / downstream
 - vhodné pro linky s asymetrickým provozem (video on demand, WWW klienti, ...)

© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

38

ADSL - Asymmetric Digital Subscriber Line

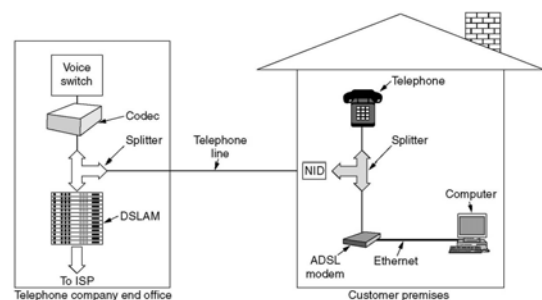
- Rozdělení pásma na subkanály
 - subkanály využívají modulace QAM s adaptivně proměnným počtem stavů podle kvality frekvenčního pásma subkanálu
- Upstream/downstream frekvenční oblast, oblast pro hlas – odděluje se splitterem
 - upstream/downstream pásma se mohou i překrývat, oddělení kompenzací ozvěny



© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

39

Přípojka ADSL



© 2005 Petr Grygárek, FEI VŠB-TU Ostrava, Počítačové sítě (Bc.)

40