

Vypracované otázky z X32PTS

(Otázky 36 až 70 jsou od Dawidowitche + Rolanda. Tímto jim děkuji:)

1 kbit = 1000 bit

1 Mbit = 1024*1024 bit

Příklady:

- normálové hodnoty:
 - $Z_N = 600 \Omega$
 - $P_N = 1 \text{ mW}$
 - $U_N = 0,775 \text{ V}$
- úroveň $-L$, [dB]
 - relativní (srovnání dvou hodnot)
 - napětí - $L_{rU} = 20 \times \log_{10} \left(\frac{U}{U_0} \right)$
 - výkonu - $L_r = 10 \times \log_{10} \left(\frac{P}{P_0} \right)$
 - absolutní (srovnání s normálovou hodnotou)
 - napětí - $L_U = 20 \times \log_{10} \left(\frac{U}{0,775 \text{ V}} \right)$
 - výkonu - $L_m = 10 \times \log_{10} \left(\frac{P}{1 \text{ mW}} \right) = L_U + 10 \log_{10} \left(\frac{600}{Z} \right)$
 - L_{m0} – absolutní úroveň v místě s nulovou relativní úrovní (vztažné místo), $L_{m0} = L_m(x) - L_r(x)$
- útlum (útlum výkonu) - $A = L_{m1} - L_{m2} = 10 \times \log_{10} \left(\frac{P_1}{P_2} \right)$
- útlum napětí - $A_U = L_{U1} - L_{U2} = 20 \times \log_{10} \left(\frac{U_1}{U_2} \right)$
- zisk = - útlum

1. vysvětlete:

- signál – zpráva (informace) přeměněná do fyzikální podoby (např. elmag vlnění)
 - analogový – spojitý; vyjadřuje se pomocí neomezeného počtu hodnot určité fyz. veličiny
 - diskrétní – nespojitý; nespojitý v čase nebo hodnotách fyz. veličiny
 - digitální – diskrétní signál nespojitý v čase i amplitudě (většinou dvě hodnoty)
- objem signálu – V_s
 - dynamický rozsah – D_s – odstup amplitudy signálu od amplitudy šumu
 - šířka pásma – F_s
 - doba trvání signálového prvku – T_s
- kanál – telekomunikační k.; soubor technických prostředků umožňujících jednosměrný přenos signálu mezi dvěma místy
 - propustnost telekomunikačního kanálu – P_k : D_k, F_k, T_k
 - propustnost kanálu musí být větší nebo rovna objemu signálu
- okruh – telekomunikační o.; soubor technických prostředků umožňujících obousměrný přenos signálu mezi dvěma místy
 - poloduplexní – využit jeden kanál, střídá se směr kanálu
 - duplexní – dva oddělené kanály, přenos současně v obou směrech
- spoj – telekomunikační s.; soubor technických prostředků umožňujících přenos zpráv mezi dvěma místy

2. vysvětlíte:

- kód – soustava pravidel pro přeměnu zprávy na signál nebo převodních vztahů mezi různými abecedami zdrojů zpráv
- kódování zprávy – aplikování kódu, jednotlivým prvkům zprávy se přiřazují stavy určitých parametrů signálu
 - zdrojové – odstranění nadbytečných informací ze zprávy (zmenšení objemu zprávy)
 - kanálové – zabezpečení signálu proti chybám a shlukům chyb
- dekódování zprávy – opačný proces kódování
- modulace – proces, při kterém se v závislosti na změně signálu mění určitý parametr elmag vlnění (změna formy elektrického signálu)
- demodulace – proces fyzikálně identický s modulací, používá se k opětovnému získání signálu na přijímací straně

3. vysvětlíte:

- přenosová cesta – soubor technických prostředků a prostředí, překlenující vzdálenost mezi zdrojem a příjemcem zpráv, po kterém se přenáší vhodně přeměněné elektrické signály
- zkreslení zprávy (signálu) – jev snižující věrnost původní zprávy (signálu) v důsledku vnějších a vnitřních vlivů
- šum (hluk) – náhodný i systematické, vnější i vnitřní vlivy působící na signál v přenosovém kanálu (vyjadřují se šumovým napětím nebo výkonem)

4. schéma obecného telekomunikačního systému

kódování	zpráva S -> signál S _e	Přenosový kanál	Vysílací část	Spoj
modulace	signál S _e -> signál S _p		Přijímací část	
přenos	signál S _p -> signál S _p '			
demodulace	signál S _p ' -> signál S _e '			
dekódování	signál S _e ' -> zpráva S'			

5. Typy telekomunikačních přenosů – rozdělení, stručná charakteristika

- dělení podle způsobu přenosu
 - hromadné přenosy – jednosměrný přenos k více příjemcům
 - účastnické přenosy – obousměrné přenosy konverzačního typu ve veřejné sféře
 - služební přenosy – ostatní přenosy (dorozumívání, měření, atd.) - většinou v neveřejné sféře
- dělení podle přenášeného obsahu
 - přenos zvukových zpráv – přenos hovorové informace (PCM, 300-3400 Hz, 64 kbit/s), kodeky (snižování přenosové rychlosti)
 - přenos obrazových zpráv – přenáší se po bodech (barva, jas) – RGB, CMYK; velká náročnost na propustnost kanálu
 - přenos dat – dálkové řízení, měření, ovládání, signalizace; rychlost do 33,6 kbit/s, až n.64 kbit/s v digitálních sítích)

6. Typy telekomunikačních služeb – rozdělení, stručná charakteristika

- služba – schopnost uspokojit předem stanovené a dohodnuté požadavky
 - účastníci – poskytovatel (provider, operátor) a uživatel (účastník)
 - dělení podle:
 - dostupnosti – veřejné, neveřejné
 - stupně regulace státem – pověření, povolení, registrace
 - vztahu k síti – základní, přídatná, doplňková
 - obsluhovaného území – místní, národní, mezinárodní
 - účelu – hovorová, datová, multimediální
 - způsobu poskytování – účastnická, uživatelská, podavatelská
 - stupně volnosti terminálu – pevná, mobilní

7. Kvalita služby (QoS) – kritéria pro dimenzování telekomunikačních sítí

- přenosová rychlost – konstantní/proměnná, min, max, garantovaná, střední
- symetrie služby – souměrnost toku zpráv od a k uživateli
- možný stupeň komprese dat
- maximální přípustná chybovost

- maximální přípustné zpoždění signálu
- míra využití přenosového kanálu
- průměrná délka relace
- poptávka po službě a její časové rozložení

8. Kvalita služby (QoS) – posuzování QoS

- základní kvalitativní kritéria – rychlost, přesnost, dosažitelnost, spolehlivost, bezpečnost, jednoduchost, pružnost
- chybovost – poměr chybně přenesených prvků signálu k celkovému počtu přenesených prvků
 - $BER = \frac{n_e}{n}$ BER – bitová chybovost, n_e – počet chybně přenesených bitů, n – počet bitů
- QoS u paketově orientovaných sítí – zpoždění při přenosu, kolísání zpoždění, ztrátovost informace

9. Telefonní kanál

- jednosměrná cesta pro přenos hovorového nebo jiného signálu pomocí nízkofrekvenčních nebo vícenásobných telefonních systémů (analogové, digitální), prvotní signál je spojitý, šířka pásma 3,1 kHz (0,3-3,4 kHz), lze dělit na subkanály nebo skládat do sdruženého kanálu v přeloženém frekvenčním pásmu
- proces digitalizace telefonního signálu – využívá pulzně kódovou modulaci (PCM)
 - vzorkování – signál diskretní v čase
 - vzorkovací teorém – vzorkovací frekvence $f_v = 2 \cdot f_s$, pro telefonní kanál byl tedy zvolen kmitočet 8 kHz
 - kvantování vzorků v amplitudě – signál diskretní v čase i amplitudě
 - kódování dvojkovým kódem -> výsledný digitální signál PCM
 - muldex – časové sdružování signálu (multiplexor – MX, demultiplexor – DMX)
 - kodek – kodér a dekodér PCM (pro obousměrnou komunikaci)
 - přenosová rychlost – plyne ze vzorkovací frekvence a délky kódového slova po kompresi:
 - $v_p = N \times f_s = 8 \times 8000 = 64 \text{ kbit/s}$
- kvantizační zkreslení (šum) – chyby signálu (nepřesnosti) způsobené vzorkováním v čase a amplitudě
 - k redukci se využívá nelineární kvantování (zhuštěné u nuly)

10. signál PCM 1. řádu (1E)

- formát digitálního přenosu informací telefonním kanálem využívaný v Evropě, přenosová rychlost 2 Mbit/s, nepřetržitý sériový synchronní tok dat - rámců
- struktura rámce – 1 rámeček = 32 kanálových intervalů (TS – time slot) po 8 bitech = 256 bitů, délka: 125 μ s
 - TS0 – servisní rámeček – může obsahovat CRC (lineární kód pro detekci chyb), synchronkupinu (FAS) – každý druhý rámeček, bity pro národní/mezinárodní použití
 - TS16 – servisní rámeček, obsahuje kanálovou signalizaci pro přenášené telefonní kanály (CAS) - 4 bity na kanál, jeden TS nultý – zaváděcí = celkem 16 rámečků = 1 multirámeček
 - ostatních 30 TS obsahuje data 30 telefonních kanálů ve formátu PCM nelineárně kódovaných A-zákonem (8 bitů) – přenosová rychlost jednoho kanálu = 64 kbit/s
- typ T1 (DS1) – používané v Americe a Japonsku, 24*8+1=192 bitů, 1,5 Mbit/s, PCM nelineárně kódováno μ -zákonem (7 bitů)
 - struktura rámce – 24 kanál po 8 bitech + 1 bit synchronizace, každý kanál 7 bitů dat + 1 bit signalizace

11. metody multiplexování signálu

- sdružení a přizpůsobení různých signálů pro přenos jednou cestou
- prostorové dělení (p. multiplex) – více oddělených vedení
- obvodové dělení – u nízkofrekvenčních telefonních přenosů, sdružené (fantomní) okruhy vyvedené ze středu transformátorů
- kmitočtové dělení (FDM – frequency division multiplex) – přesun do přeloženého pásma (např. ADSL), ochranná pásma
- časové dělení (TDM) – postupně se vysílají různé kanály (v krátkých časových intervalech)
 - synchronní přenosový mód (STM) – pravidelné střídání všech kanálů (např. PCM30/32)
 - asynchronní přenosový mód (ATM) – střídání jen využívaných kanálů (musí mít identifikátor)
- vlnové dělení (WDM) – paralela k FDM pro optický signál, dnes až jednotky Tbit/s
- kódové dělení (CDM) – multiplexuje se různým kódem pro jednotlivé kanály, např. UMTS, Wi-Fi, WiMax

12. charakteristika způsobů komunikace

- se spojováním – vytvoření spojení, komunikace, uzavření spojení
- bez spojováním – např. IP
- také dělíme na (a)synchronní přenosový mód (ATM – buňky (stejná délka, vysílají se jen když je potřeba) / STM – rámce (stejná délka, vysílají se stále)), někdy na PTM (paketový přenosový mód – různá délka paketů, ty se nemusí vysílat vždy)

13. plesiochronní digitální hierarchie (PDH)

- tvorba soustavy signálů vyšších řádů pro přenos více kanálů nebo větší přenosovou rychlost na jedné cestě
- vlastnosti
 - asynchronní sdružování – sdružované signály nemají definovaný časový vztah
 - rezerva pro odchylky přenosových rychlostí sdružovaných kanálů (viz stuffing)
 - sdružované signály jsou volně prokládány bit po bitu, není definován časový vztah mezi signály nižšího a vyššího řádu
- stuffing – vyrovnání přenosové rychlosti
 - kladný s. – frekvence vyššího řádu je větší, některé bity vyššího řádu se nevyužívají
 - záporný s. – frekvence nižšího řádu je větší, přebývající bity se přenáší v tzv. stuffing bitech
 - oboustranný s. – kolísání rychlosti, kombinace předchozího

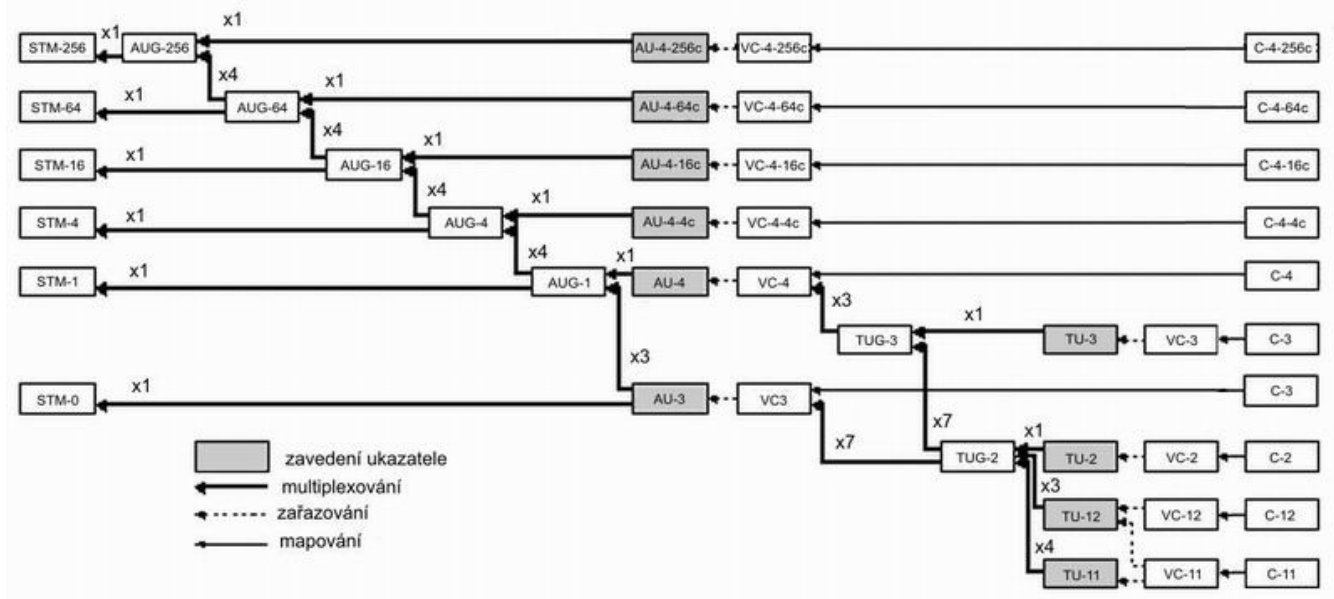
14. plesiochronní digitální hierarchie (PDH) – multiplexní schéma PDH

- Evropa: 1. řád (E1) – 5. řád (E5); pro n. řád: rychlost: $4^{(n-1)} * 2$ Mbit/s (+ něco – pomocné informace a rezerva), počet kanálů: $4^{(n-1)} * 30$
- USA: DS1 – DS4; DS1 – 24*64 kbit/s, 24 kanálů, pak *4, *7, *6
- Japonsko: DS1 – DS5; DS1 – 24*64 kbit/s, 24 kanálů, pak *4, *5, *3, *4

15. synchronní digitální hierarchie (SDH)

- nová hierarchie založená na podobných principech jako PDH, má větší kapacitu
- hlavní znaky:
 - nižší řády jsou prokládány po celých bytech a jsou strukturně svázány s vyššími řády (synchronní multiplex) – lze je rychleji extrahovat
 - projektováno pro velké rychlosti
- synchronní transportní modul (STM-n) – základní signály, n = 0, 1, 4, 16, 64, 256; délka rámce opět 125μs
 - rychlost STM-n = 4 * rychlost STM-(n-1)
 - mapování (mapping) – přizpůsobování uživatelského signálu do formátu SDH (lze přenášet signály PDH i další (ATM buňky, IP pakety, Ethernet,...))
 - kontejner (C-nk) – základní struktura rámce, n – řád PDH signálu, k – pokud n=1, tak určuje zda se jedná o evropský nebo americký PDH
 - virtuální kontejner – rámeček délky 125μs, kontejner + služební bajty záhlaví (POH – zabezpečení a kontrola přenosu)
- sekce – část sítě, ve které nedochází k (de)multiplexování signálu STM
- struktura rámce STM-1
 - rozměry $9 * 270 = 2430$ bytů, přenosová rychlost 155,5 Mbit/s
 - SOH - prvních 9 sloupců, služební informace
 - RSOH – záhlaví opakovacího úseku
 - MSOH – záhlaví multiplexního úseku
 - ukazatel AU/PTR – ukazatel na začátek informačního pole
 - informační pole (data)

16. synchronní digitální hierarchie (SDH) - multiplexní schéma SDH



17. síťové prvky SDH (SDH NE – Network Elements)

- vlastnosti
 - časově sdružují/rozkládají digitální signál
 - regenerují linkové signály
 - propojují linkové signály mezi jednotlivými linkovými trakty
 - konstrukce sběrnicevého typu umožňuje snadné přizpůsobení síťovému nasazení
- základní druhy
 - opakovač (R) (STM-n -> STM-n)
 - synchronní muldex (SM)
 - koncový SM (PDH -> STM-n)
 - linkový SM (STM-n -> STM-m, n<m)
 - rozdělovací SM (STM-m -> STM-n, n<m)
 - vydělovací SM (STM-n -> PDH)
 - synchronní digitální rozvaděč (SDXC)

18. Optické přenosové prostředky

- struktura
- stručná charakteristika
 - zdroje – nutná rychlost, přesnost na udržení vysílané frekvence, stabilita, mechanická odolnost, ...; LED, laser diody
 - zesilovače – bitová/protokolová nezávislost, nutné zesílení všech přenášených kanálů (konstantní na všech kanálech), teplotní stabilita, nízký šum a vysoký výkon
 - zesilovač EDFA – erbiem dopované vlákno – zesílení světla stimulovanou emisí záření
 - multiplexory a demultiplexory
 - 3 typy
 - soustava dielektrických filtrů – propouští jen určitou vlnovou délku, zbytek odrazí
 - AVG – vlnovody uspořádané do mřížky
 - FBG – vláknová Braggova mřížka
 - detektory – zakončení optické vrstvy
 - 2 typy
 - fotodioda PIN – germaniové, InGaAs – vyšší citlivost než křemík
 - APD - lavinová fotodioda

19. Optické přenosové prostředky - optické vlákno

- simplexní (jednosměrný) spoj
- jednotlivé typy
 - podle způsobu vedení paprsku

- jednovidová (SM-SI) – malá průměr jádra (jednotky μm)
 - nejvyšší přenosové rychlosti (až stovky GHz), vede jen jeden paprsek (vid, mód) – malá NA
 - výrazně dražší
 - použití na velké vzdálenosti, pro buzení vyžadují laserové diody
- mnohovidová – větší průměr jádra (desítky μm)
 - se skokovou změnou indexu lomu (MM-SI, desítky MHz) nebo s gradientní změnou indexu lomu (MM-GI, stovky MHz, ohyb přenášených vidů)
 - relativně levné, snazší mechanismus spojování velká NA
- význam numerické apertury (NA) – rozmezí úhlů, pod kterým může paprsek dopadat na světelné vlákno, aby jím byl veden
 - $NA = n_0 \times \sin(\vartheta_m) = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$ n_0 – index lomu okolí, n_1 – index lomu jádra, n_2 – index lomu pláště
 - důležitý parametr pro posuzování účinnosti vazby spojů
- konstrukce
 - jádro – jednotky až desítky μm , ze skla či plastů
 - plášť
 - vhodná výplň a vnější část zajišťující mechanickou odolnost
 - primární ochrana – zajišťuje pružnost
 - sekundární ochrana – zvyšuje mechanickou odolnost, chybí u propojovacích kabelů (patchcord)
 - vlákna s těsnou sekundární ochranou – kombinace primární a sekundární ochrany – vyšší cena, možnost přímého připojení optického konektoru (jinak musí být konektor přivařen pomocí „pig-tailu“
- výhody a nevýhody
 - výhody – vysoké rychlosti, necitlivost vůči elmag rušení, bezpečná proti odposlechu, nízká hmotnost (malá průměr)
 - nevýhody – vysoká cena (vysoké nároky na výrobní proces)

20. Optické přenosové prostředky - optické vlákno

- klíčové přenosové parametry
 - měrný útlum [dB/m] – desítky až desítky dB/km, způsoben vlastní absorpcí (na molekulách optického materiálu), nevlastní absorpce (na nečistotách), lineární rozptyl (nehomogenita materiálu), nelineární rozptyl (změna vlnové délky paprsku), ztráta mikro (<mm) a makro(>mm) ohyby
 - disperze optického vlákna – signál se na cestě rozšiřuje a zmenšuje se jeho amplituda -> „rozmazání“ signálu
 - vidová disperze – u vícevidových vláken – vlivem různých cest mohou signály dorazit nesoučasně
 - chromatická disperze – vlivem různé rychlosti šíření jednotlivých vlnových délek mohou signály dorazit nesoučasně

21. Optické přenosové prostředky

- systémy WDM (CWDM, DWDM)
 - obdoba frekvenčního dělení, šetří počet vláken, nabízí větší přenosové rychlosti
 - hustý vlnový multiplex (DWDM) - přenosové pásmo v řádu desítek THz, přenosové rychlosti desítky Gbit/s, laboratorně až jednotky Tbit/s, přenos na velké vzdálenosti bez použití zesilovače
 - řídký vlnový multiplex (CWDM) – přenosové rychlosti do 2,5 Gbit/s
- charakteristika

22. Struktura telekomunikační sítě

- schéma
 - 3 základní části
 - zařízení síťových uzlů – poskytují služby (spojovací zařízení, informační zdroje)
 - LTE – linkové zakončení – přizpůsobuje/obnovuje signál a připojuje přenosovou cestu
 - páteřní síť – přenos signálu mezi uzly, spojnice a uzly
 - linkový trakt – přenosová cesta od LTE k LTE
 - přístupová síť – přenos signálu mezi uzlem a účastníkem
 - TMN – řídicí síť, nadstavba
 - stručná charakteristika

23. Struktura telekomunikační sítě

- vlastnosti páteřních sítí
 - přeprava uživatelských informací mezi jednotlivými uzly sítě, rychlosti v řádu stovek Mbit/s až stovky Gbit/s, obvykle překlenují velké vzdálenosti

- většinou využívají optické nebo rádiové spoje, vysoké nároky na spolehlivost
- přehled používaných principů

24. Struktura telekomunikační sítě

- vlastnosti přístupových sítí
 - soustředění provozu z oblasti k uzlu, přenos různých rychlostí na střední vzdálenosti
- systémové funkce
 - transport signálu, multiplexování signálu (efektivní a pružné využití přenosového kanálu), třídění zátěže

25. Schéma obecného přenosového řetězce

- Datový spoj – struktura pro přenos dat
 - DTE – koncové datové zařízení, obecně datový terminál (např. počítač), využívá komunikační protokol (soubor pravidel pro přenos souborů dat mezi koncovými zařízeními)
 - Datový okruh – soubor prostředků umožňujících dálkový přenos datového signálu pomocí dvou protisměrných datových kanálů
 - DCE – ukončující datové zařízení, měnič datových signálů (modem)
 - Telekomunikační okruh
- síť PSDN – datové síť s komutací okruhů (přepojování okruhů) – menší chybovost, vyšší efektivita přenosu
- síť CSDN – datové síť s komutací paketů (přepojování paketů)

26. Datová rozhraní v telefonních a datových sítích

- Rozhraní I1 – mezi DCE a telekomunikačním okruhem,
- Rozhraní I2 – mezi DCE a DTE, definovány tyto charakteristiky
 - Mechanické – vlastnosti konektorů (nejčastěji konektory DB-25, DB-9 nebo DB-15)
 - Elektrické – vztah mezi elektrickými signály a jejich binární podobou
 - Funkční – definují jednotlivé obvody rozhraní a jejich účel, doporučením definováno 42 obvodů řady 100, každý obvod je napojen na určité vodiče a je jednosměrně řízen ze strany DTE nebo DCE
 - Protokolové – pravidla obousměrné výměny signálů, výměna řídicích informací

27. Vrstvové modely komunikace

- RM – OSI: referenční model OSI (Open System Interconnection), dělí se do vrstev – mezi vrstvami definovaný interface, komunikační protokoly jsou definovány pro jednotlivé vrstvy
- popis vrstev
 - fyzická – bezprostředně navazuje na přenosové médium, signály, binární přenos – zde pracuje HUB, opakovač a síťové karty
 - spojová – fyzické adresování, zabezpečení proti chybám přenosu (Ethernet, HDLC, ...) - až sem pracují switche, bridge
 - síťová – směrování, řízení toku, logické adresování (IP) – až sem pracují routery
 - transportní – řízení komunikace (rozklad/sloučení fragmentů), spolehlivost (TCP/UDP/SCTP)
 - relační – mezipostupná komunikace, organizuje a synchronizuje dialog
 - prezenční – přeměna kódů, abeced a formátů (ASCII/EBCDIC, ...)
 - aplikační – aplikační síťové procesy (Telnet, FTP, HTTP, ...)
- u IP sítí jsou sloučeny vrstvy relační, prezenční a aplikační

28. Fyzická vrstva

- linkový kód – vyjádření digitální signálu v podobě, která je vhodná pro přenos telekomunikačním kanálem
 - klasifikace
 - podle počtu úrovní – dvojúrovňové signály, tříúrovňové signály (AMI, HDB3 4B3T), víceúrovňové (2B1Q)
 - podle polohy signálových prvků – unipolární (jedna polarita), bipolární (obojí polarita)
 - podle toho, zda se signál v jednotkovém intervalu vrací k nule:
 - RZ – s návratem (return to zero), menší výkon, širší spektrum, lepší synchronizace
 - NRZ – bez návratu (not return to zero), užší spektrum
 - přehled
 - AMI – 3 úrovně (0, +1), snazší možnost monitorovat chyby přenosu, jedničky napomáhají synchronizaci, pokud se přenáší delší posloupnost nul, může dojít k výpadku synchronizace
 - HDB3 – delší posloupnost nul než 3 se překóduje za použití kladného (záporného) impulzu, PDH-E1-E3
 - CMI – kóduje 0 na 01 a 1 na střídaně 11 a 00, dvojnásobná modulační rychlost, PDH-E4

- Manchester – kóduje 0 jako 01 a 1 jako 10, dvojnásobná modulační rychlost, Ethernet 10Base-T
- 2B1Q – čtyřúrovňový => poloviční modulační frekvence, ISDN a HDSL
- x-PAM – x-stavové kódy, pulzně-amplitudová modulace, SHDSL, modemy podle ITU-T V.90
- přenos
 - v základním pásmu – překódování do vhodného linkového kódu
 - v přeloženém pásmu – vhodná modulace
 - se stejnosměrnou složkou – nutno přenášet i stejnosměrnou složku => koncová zařízení musejí být galvanicky spojena
 - bez stejnosměrné složky – stejnosměrná složka potlačena vhodným kódováním
- modulace
 - základní dělení
 - AM – amplitudová
 - FM – frekvenční
 - PM – fázová
 - SK – klíčování (shift key), modulace nosné vlny binárním signálem (ASK, FSK, PSK)

29. Spojová vrstva

- protokol HDLC – též LAPB, používaný v paketových sítích, bitově orientovaný, dokáže nalézt a opravit většinu náhodných chyb v přenosu, tvoří rámce pro přenášení dat vyšších vrstev
- struktura rámce
 - návěstí – 01111110, ostatní oktety se překódovávají, aby nebyly zaměnitelné s návěstím
 - adresové pole – 8bitů: 128 (povel do vedení) nebo 192 (odpověď do vedení)
 - řídicí pole – 8(16)bitů: specifikace typu rámce (informační – I, dohlížecí – S, nečíslovaný – U)
 - informační rámec – pořadové číslo vysílaného a očekávaného rámce
 - dohlížecí rámec – řízení již probíhajícího virtuálního spojení
 - nečíslovaný rámec – řízení a zrušení virtuálního okruhu
 - informační pole – přenáší vlastní data vyšší vrstvy, přítomné jen pokud je v řídicím poli I rámec
 - zabezpečovací pole – 16bitů: generační polynom cyklického kódu
 - návěstí – 01111110, ostatní oktety se překódovávají, aby nebyly zaměnitelné s návěstím
- výměna rámců HDLC
 - to snad nemyslíte vážně?? jako nazpaměť tu změř bitů??? ani náhodou!

30. Síť ISDN (Integrated Services Digital Network)

- vývoj
 - analogová telefonní síť (POTS) – klasický tlf. přístroj -> analog. ústředna -> FDM -> analog. linka
 - digitální telefonní síť (IDN) – klasický tlf. přístroj -> AD převodník -> digitální ústředna -> digitální linka
 - digitální síť integrovaných služeb (ISDN) – tlf. přístroj ISDN -> digitální ústředna -> digitální linka + SS7
- podmínky pro vytvoření sítě ISDN
 - náhrada FDM -> TDM (vytvoření sítě IDN)
 - zavedení centralizované signalizace SS7
 - integrace nových služeb – identifikace volajícího (CLIP), tarifkace (AoC), přesměrování (CFB), konferenční hovory (CONF), přidržení spojení (HOLD) ad.
- způsob připojení účastníků
 - BRA – základní přístup, k dispozici dva kanály B a jeden D₁₆, až 8 koncových zařízení, dvě z nich naráz aktivní, pro připojení k veřejné ústředně se nejčastěji používají dvoudrátová metalická vedení
 - PRA – primární přístup, k dispozici 30 kanálů B a jeden D₆₄, celková přenosová rychlost 2 Mbit/s, struktura rámce podobná struktuře PCM 1.řádu, připojení čtyřdrátem nebo optikou

31. Síť ISDN

- typy používaných kanálů
 - B-kanál – přenos uživatelských informací, 64 kbit/s, umožňuje přenosy s přepojováním okruhů/paketů
 - D-kanál – hlavně pro přenos řídicí signalizace (paketová komunikace), může sloužit i pro uživatelská data (ale jen v paketovém módu)
 - definovány 2 typy: D₁₆ (16 kbit/s) a D₆₄ (64 kbit/s)
- rámce
 - parametry: délka 48 bitů, doba 250μs => 192 kbit/s, 4000 rámců = 1 multirámec (1s)
 - struktura: 16 bitů kanál B₁, 16 bitů kanál B₂, 4 bity kanál D, 12 bitů řízení

32. Síť ISDN

- schema
 - $DTE_1 / (DTE_2 + TA) \rightarrow$ rozhraní $S_0 \rightarrow NT_2 \rightarrow NT_1 \rightarrow$ dvoudrátové vedení $\rightarrow LT \rightarrow ET$
- funkční bloky a rozhraní
 - účastnická část
 - DTE_1 – koncové zařízení ISDN
 - DTE_2 – klasické koncové zařízení
 - TA – terminálový adaptor, přizpůsobuje klasické DTE rozhraní S (pro každý typ klasického DTE nutný jiný TA)
 - NT_2 – síťové zapojení, řízení a multiplexování signálu, spojuje až 8 zařízení na rozhraní S, nemusí být přítomen
 - NT_1 – síťové zapojení, zajišťuje fyzické a elektrické podmínky pro připojení na vedení, obsaženo vždy
 - funkce: přeměna signálu, multiplexování, zakončení účastnického okruhu (zprostředkovává napájení z vedení), monitoring a diagnostika
 - veřejná ústředna
 - LT – zakončení vedení, zabezpečuje přenosové funkce
 - funkce: regenerace signálu, konverze protokolů, diagnostika, napájení vedení ($\rightarrow NT$ (pro případ výpadku napájení NT), opakovače)
 - ET – zakončení ústředny, ukončení datového okruhu
 - funkce: oddělení kanálů, zpracování D-kanálu

33. Síť ISDN

- uspořádání BRA
 - až 8 zařízení DTE_2 (nebo DTE_1 a TA)
 - sběrnice S_0 – 4-drátové vedení (2 tam, 2 zpět), 2B+D, linkový kód AMI, $v_p = 192$ kbit/s
 - NT
 - sběrnice U_{k0} - dvoudrátové vedení, linkový kód 2B1Q, $v_p = 160$ kbit/s, $v_m = 80$ kD, 6-12 km
 - veřejná ústředna ISDN
- parametry BRA
 - do objektu účastníka je přivedeno dvoudrátové metalické vedení zakončené v NT, napájení NT je zajištěno ze sítě

230

34. Síť ISDN

- sběrnice S_0
 - 4-drátové vedení (2 tam, 2 zpět), při náhodném rozmístění DTE 100-200 m, při pravidelném až 500 m, při jediném DTE až 1000 m
 - 2B+D
 - linkový kód AMI
 - $v_p = 192$ kbit/s (časový multiplex)
 - ± 0.75 V
- duplexní přenos signálu (potlačení ozvěny) – na sběrnici U_{k0} , pomocí telekomunikační vidlice
 - z vedení čteme přijímaný signál a vysílaný signál (ozvěna), v součtovém členu (SČ) přičteme kompenzační signál (vzniklý v transverzálním filtru prepolarizováním vysílaného signálu) a dostaneme jen přijímaný signál

35. Síť ATM

- koncepce a struktura širokopásmové sítě
 - B-ISDN – může využívat ATM (asynchronní přenosový mód), komunikační spoje nemají pevně přiřazen kanál (rychlost)
 - struktura: ATM ústředny, síťové prvky přípojných sítí, koncová zařízení
 - typy přípojek
 - jednoduchá účastnický B-ISDN – obousměrný přenos až 155,5 Mbit/s (SDH STM-1), dosah desítky km
 - rozšířená účastnický B-ISDN – obousměrný přenos až 622 Mbit/s (SDH STM-4)
- typy komunikačních rozhraní
 - UNI – user network interface, mezi ústřednou a účastníkem
 - NNI – network node interface, mezi ústřednami ATM

36. Site ATM – charakteristika, struktura bunky + stručný popis

- Pro přenos se používají bunky, přenášejí se virtuálními kanály a časově multiplexovány
- Přenášejí se buď data, nebo služební informace, nebo prázdné bunky, každopádně se vždy něco přenášejí
- asynchronní mód – bunky nejsou rozloženy pravidelně (tj. nic neříká, že každá Xta patří danému kanálu)
- Každá bunka má 5B záhlaví a 48B informační pole (data).
- Přepínání mění záhlaví, na data se nesáhá
- V záhlaví je:
 - VPI – Virtual path identifier – označení svazku kanálu pro směr přenosu
 - VCI – Virtual channel identifier – označení kanálu
 - PT – Payload Type – Označení typu informace (uživatelská vs. služební)
 - CLP – Cell Loss Priority – priorita ztráty bunky (služební je důležitější než data, ale ve výsledku se to stejně musí přenést všechno)
 - HEC – Header Error Control – Zabezpečení záhlaví pomocí CRC, zároveň pro oddělování a řazování buněk
 - UNI může mít i GFC – Generic Flow Control – řídí přístup různým DTE která sdílejí jedno UNI
- Oproti packetům velmi malé “bloky”, ale pevná délka umožňuje optimalizaci přepínání a tudíž nižší zpoždění.

37. Site ATM – referenční model, popis vrstev (AAL, ATM, fyzická)

- Jedná se o spojení orientovanou síť, tj. před samotným přenosem se ustaví spojení
- Referenční model vychází z OSI a definuje: Uživatelskou rovinu, řídicí rovinu a rovinu managementu (správa rovin a vrstev)
- Komunikace přes tři vrstvy – AAL, ATM a fyzickou
- AAL přijímá data z vyšších vrstev a transformuje je do buněk (a naopak)
- Používají se 4 různé adaptace
 - AAL1 – pro signál v reálném čase a konstantní rychlosti, 1B je pořadové číslo a CRC
 - AAL2 – pro signál v reálném čase s proměnnou rychlosti, 1B je služební informace, zbytek 3B pakety s vlastním záhlavím
 - AAL3/4 – pouze pro přenos dat, 44B pro data, 4B jsou záhlaví a zabezpečení
 - AAL5 – všech 48B data, nemá se určit zdroj
- ATM podporuje služby Constant Bit Rate – garantovaná rychlost; realtime a non-realtime Variable Bit Rate – pro přenos videa respektive datových signálů, garantuje rychlost kterou právě potřebuje; Available Bit Rate – přenos s garantovanou určitou min rychlostí; UBR – bez jakékoliv garance cehokoliv
- Sestavování spojení pomocí speciálního vyhraněného kanálu
- Pro real-time přenosy je nutné synchronizovat bunky, buď se synchronizují info přenášejí v bunce, nebo pomocí HEC
- ATM vrstva – přiřazuje záhlaví informačnímu poli, přenášejí bunky na základě VPI a VCI, muxuje různé druhy buněk, zabezpečuje záhlaví
- Fyzická vrstva – řídí a kontroluje bitový tok, vytváří případně potřebné prázdné bunky, kontroluje záhlaví, přenášejí se hlavně pomocí SDH

38. Site ATM – komunikace v síti ATM, síťové prvky ATM, charakteristika

- Z vysílací stanice to jde po virtuálním kanále a cestě do ústředny. Tam se změní jak kanál tak cesta, projde rozvaděčem (tam se změní akorát cesty) do ústředny, tam se opět změní kanál i cesta a skončí ve přijímací stanici.
- digitální rozvaděč ATM – směřuje bunky do různých virtuálních cest na základě VPI
- koncentrátor ATM – sdružuje větší počet vedení na menší počet vedení směrem k ústředně na základě VPI a VCI
- ústředna ATM – slouží k propojení virtuálního kanálu mezi ústřednou a účastníkem s kanálem mezi ústřednou a jiným účastníkem. Umožňuje měnit VPI i VCI

39. Přenosová média – základní modifikace, využití pásma

- Metalická vedení: Symetrické páry (telefon, LAN), nesymetrické páry (coax), síťová vedení
- Optická prostředí: Optické vlákno (sklo, plast), optické spoje (paprsek volným prostorem)
- Radiová prostředí: Radioreléové směrové spoje (PtP, Wifina), distribuční systémy (PtM, radio, televize), mobilní a družicové systémy
- Metalická vedení jsou rádově do stovek MHz, v desítkách GHz jsou vlnovody, optická vedení v oblasti viditelného světla. Radiové jsou od stovek kHz do desítek GHz.

40. Prenosova media – Vlastnosti metalických vedeni (primarni a sekundarni parametry vedeni)

- Vedeni je homogenni. Nahradni schema (R a L seriove v dratu, G a C paralelne zkratuje proti druhemu).
- Primarni parametry: Merny odpor R (ohm/km), merna indukcnost L (mH/km), merna kapacita C (nF/km) a merny svod G (uS/km)
- Pro dany typ vedeni to jsou konstanty.
- Ubytek napeti je $I(R+j\omega L)x$, ubytek proudu pak $U(G+j\omega C)x$, kde x delka vedeni
- Sekundarni parametry:
- Charakteristicka vlnova impedance Z_c : U/I (pripadne pomer ubytku). Je komplexni, da se tudiz napsat jako $|Z_c|e^{j\phi}$
- $|Z_c|$ - modul charakteristicke vlnove impedance, ϕ – argument charakteristicke vlnove impedance
- Merna vlnova mira prenosu γ (gama): je zmena napeti (nebo proudu) na jednotkove delce. $= \sqrt{(R+j\omega L)(G+j\omega C)}$
 $= \alpha + j\beta$
- α – merny ultum [dB/km]; β – merny fazovy posuv [rad/km]
- fazova rychlost sireni $v_f = \omega/\beta$
- koeficient odrazu $k_0 = \text{abs}((K_{\text{onec}} - Z_c)/(K_{\text{onec}} + Z_c))$
- ultum neprizpusobeni $A_{k0} = 20\log(1/k_0)$

41. Prenosova media – rozdeleni metalických vedeni, konstrukce, typy

- Deli se na symetricka a nesymetricka (koaxialni) vedeni
- Dale podle provedeni na nadzemni a kabelova
- Podle instalace na: zavlacne, ulozne, zavesne, samonosne, ricni a podmorske
- Jedna se o nekolik vzajemne izolovanych vodicu, chrano plastem, který chrani proti vlhkosti a take stini
- Stocnim nekolika zil vzniká kabelovy prvek symetrickeho kabelu, ze ktereho je duše kabelu.
- Symetricky par – dve stocene zily. Krizova ctyrka – ctyri stocene zily. DM ctyrka – stoci se dva pary s jinou delkou skrutu a ty se opet staci dohromady.
- Kabel typicky obsahuje 5 podskupin, 5 krizovych ctyrek v kazde (dohromady 50 paru)
- Strukturovana kabelaz oznacuje kabely podle sirky prenaseneho pasma
- Koaxialni kabel – vysokofrekvencni vedeni, $R \ll \omega L$, $G \ll \omega C$

42. Prenosova media – parametry ovlivnujici prenos po metalických vedenich

- Utlum vedeni: A = rozdil absolutnich urovni na vstupu a vystupu [dB]
- Vedle utlumu pusobi: preslechy, vysokofrekvencni ruseni a impulsni ruseni
- Preslechy se deli na preslechy na blizkem konci (NEXT – na vstupu) a na vzdalenem konci (FEXT – pronikaji podel vedeni)
- Vysokofrekvencni ruseni – ovlivnuje vsechny pary kabelu v celem frekvencnim pasmu. Casto se meni, kriticka je ta ve stejnem frekvencnim pasmu jako signal
- Impulsni ruseni – zpusobovan prevazne spinanymi zdroji v energeticke siti

43. Spojovaci systemy – charakteristika, rozdeleni spojovacich systemu do generaci

- Slouzi k propojeni ucastniku v ramci teze ustredny
- Propojovani ucastnika s odchozim vedenim pri spojeni do jine ustredny a vice versa
- K propojovani prichozich a odchozich vedeni
- Propojovani se provadi na zaklade analyzy ucastnickeho cisla
- Spojovaci pole – tvorene ze spinacich prvku slouzi k sestavovani spojeni
- Rizeni – koordinuje cinnost spojovaciho systemu
- 1. generace – plne decentralizovane rizeni, kazda spojovaci cesta vybavena rizenim
- 2. generace – castecna centralizace rizeni do registru a urcovatelu, registr slouzi k prijmu volenych cislic, urcovatel sestavuje spojeni pro vetsi pocet cest
- 3. generace – pracuji s programovym rizenim a s prostorove delenym polem
- 4. generace – pracuji s programovym rizenim a spojovacim polem s casovym delenim (vyuziva PCM). Jedna o digitalni spojove systemy

44. Spojovací systémy – struktura a řešení, uspořádání a funkce účastnické sady

- Účastník je nř vedením připojen na účastnickou sadu, kde se uskutečňuje přeměna analogového signálu na digitální
- Účastnické sady jsou seskupeny do účastnických skupin, které dále obsahují: Digitální spojovací pole, které funguje jako koncentrační/expanzní stupeň
- Účastnické sady jsou pomocí PCM připojeny na centrální DSP
- Účastnická sada musí plnit funkce: Battery (napájení vedení), Overvoltage (ochrana předpřetí), Ringing, Supervision, Coding (digitalizace PCM), Hybrid (vidlice – oddělení směru) a Testing
- Jednotlivé skupiny, analogové okruhy a digitální okruhy se na centrální DSP připojují přes digitální spojovací vedení
- DSP spojuje jednotlivé 64kbps kanály, vždy se musí spojit oba směry
- Signal Processing přijímá signalizaci a předává jí řízení.

45. Spojovací systémy – uspořádání obecného digitálního spojovacího pole, zajišťované funkce

- Spojuje přenosové kanály s přenosovou rychlostí 64kbps
- Nemění “delku” rámce, tj. vstupující PCM s 32 kanály, výstupní PCM má také 32 kanálů
- Směrování – přepojit určitý kanál z libovolného příchozího multiplexu na stejný kanál libovolného výstupního multiplexu – prostorové DSP (typ S -Space)
- Změnu kanálového intervalu – tedy změnu časové polohy daného kanálu mezi vstupním a výstupním multiplexem – časové DPS (typ T - Time)
- Centrální DSP se dělá buď pomocí samotných T polí, nebo kombinací (STS, TST)

46. Spojovací systémy – uspořádání a vlastnosti prostorového digitálního spojovacího pole, zajišťované funkce

- Je to krizové spojovací pole $M \times N$
- Na vstupu i výstupu se pracuje se stejným počtem kanálových intervalů (32 u PCM30/32), časová pozice kanálu se nemění
- V uzlech jsou obvykle rychle ANDy, ovládané z řídicí paměti RP.
- Ta může být přiřazena buď k výstupům nebo vstupům
- Na začátku každého kanálového intervalu se z RP načte slovo, které ovládá dekoder po dobu celého intervalu. Dekoder je typu 1 z n a ovládá všechny ANDy pro daný výstupní (respektive vstupní) multiplex (tj. drát)
- Počet slov v RP odpovídá počtu kanálů (v rámci, asi) a postupně se adresují

47. Spojovací systémy – typy a vlastnosti časového digitálního spojovacího pole, T-modul

- Základem je časový spínač, který umožňuje změnu časové polohy kanálu mezi vstupním a výstupním multiplexem
- Realizuje se pomocí paměti hovorů, do které se ukládají kanály ze vstupního multiplexu a pak se vybírají do výstupních. Typická kapacita je 32B
- Dva způsoby zápisu a čtení
- První zapisuje cyklicky (tj. 1. kanál vstupu na první B, druhý na druhý atd) a čte podle řídicí paměti, která ví v jakém pořadí se mají kanály přeskladat na výstup.
- Druhý je opačný, řídicí paměť říká kam se daný příchozí kanál má zapsat a kanály se pak čtou lineárně od začátku do konce
- T-modul má oproti spínači více vstupních i výstupních multiplexů, tedy velký počet vstupních kanálových intervalů je násobkem toho u T-spinace
- Dva způsoby řešení
- Dělení paměti hovorů, má vlastní paměť v každém vstupním (nebo výstupním) multiplexu
- Soustředná paměť hovorů, má jedinou paměť, která slouží pro všechny multiplexy. Toto řešení je lepší z hlediska využití nových integrovaných obvodů (spousta paměti na jednom čipu)

48. Spojovací systémy – vlastnosti a usporadání víceclankových digitálních spojovacích poli

- Vznikají řazením T a S modulu (případně jen T modulu) do kaskád
- Snižuje potíže s vnitřním blokováním, které nastává když nekam ty data nemůžeme dát protože už tam nějaká data jsou (ať už časově nebo prostorově)
- Čím více clanků tím menší potíže s blokováním
- V praxi se uplatňují tříclankové kombinace STS a TST
- STS má všude N kanálů, na vstupu i výstupu má n multiplexů, “uprostřed” je k T DSP, přičemž $k > n$. Ke každému T DSP jde jeden multiplex
- TST má na vstupu i výstupu n T DSP, pro každý multiplex jeden. Vstupní a výstupní multiplexy mají N kanálů, vnitřní multiplexy (jdoucí do prostředního S DSP) má K multiplexů, kde $K > N$
- TST je nejčastější typ T-modulu. Blokování se eliminuje pokud $K = 2 \times N$ (tj. na vnitřních multiplexech je dvakrát více kanálů než na vstupních a výstupních)
- Pro velké kapacity upraven se používají pole TSSST
- Lze realizovat i víceclankovým polem pouze z T DSP

49. Spojovací systémy – koncepce řízení digitálních spojovacích poli (EWSD, S-12), mezimodulová komunikace

- Řízení zajišťuje funkce DSP, na základě analýzy čísla volaného musí nalezt vhodnou cestu k účastnické skupině případně jiné ústředně
- První ovládá T a S DSP
- Decentralizované řízení (EWSD) je dvoustupňová hierarchie s centrálním koordinacním procesorem nadřazeným provozním procesorům, které pak řídí jednotlivé jednotky
- Distribuované řízení (S-12) je založeno na modulovém uspořádání systému
- Každému spojovacímu modulu je přiřazen jeden řídicí modul, který po obsluze řídicích funkcí svého modulu předá řízení dál.
- Všechny řídicí moduly si jsou rovnocenné, není žádný nadřazený
- Jsou propojeny buď sběrnici (jen pro malé ústředny), nebo po komutovaných cestách (buď přes centrální pole ústředny, nebo specializovaným spojovacím polem)

50. Spojovací systémy – používané signalizační systémy, rozdělení, signalizace CAS a CSS

- Ukolem signalizace je přenášet řídicí signály mezi zdroji a cíli za účelem sestavování, udržování a rušení spojení,
- Mezinárodní standard sjednocené signalizace je CCITT c.1-7 (od manuálního spojování přes všechny generace až po digitální), z nichž nejzájímavější je CCITT c.7 (SS7), který se používá pro sítě s digitálními spojovacími systémy (většina)
- Podle míst kde se signalizace přenáší ji dělíme na účastnickou, vnitřní (uvnitř ústředny) a síťovou (mezi ústřednami)
- Na účastnických vedeních (analogových) zajišťují: volání, volbu, zavržení, vyzvání, přihlášení a zavržení
- Na digitálních (ISDN) přípojkách se signalizuje pomocí D kanálu
- Vnitřní signalizace není jednotně specifikována, musí se však držet specifikací u signálů které mohou přecházet do síťové signalizace
- Síťová signalizace může být dvou typů:
- CAS – Signalizace přidružená k hovorovým kanálům, 16tý kanál u PCM30/32, nebo přímo v hovorovém kanálu
- CSS – Signalizace po společném signalizačním kanálu, volí se libovolný kanál PCM30/32 (kromě 0), jeden signalizační kanál stáčí pro 1-2 tisíce hovorových kanálů

51. Princip funkce telefonního přístroje, účastnická signalizace při sestavování spojení, impulzní a multifrekvenční volba

- POTS přenáší frekvence 300-3400 Hz. Telefon je napájen přímo po vedení z ústředny.
- Sluchátko a mikrofon jsou zapojeny v sérii (nebo mustkem kvůli snížení hlasitosti vlastního hovoru). V sérii k nim je ještě kontakt zvednutí sluchátka a rozpinací kontakt číselníku.
- Paralelně přes tohle všechno pak zvonek v sérii s kondikem
- Signalizace je řešena pomocí vyzvanecího generatoru v ústředně (prostě se tam napichne stridavej signál, kterej proleze po drátech do zvonku)
- Při zvednutí sluchátka se smyčka uzavře a čeká se na impulzní volbu z onoho rozpinacího kontaktu v číselníku

- Signalizace může mít dvě podoby
- Přihlášení -> Identifikace volajícího -> oznamovací tón -> volba čísla -> hledání spojení -> obsazovací tón
- Přihlášení -> Identifikace volajícího -> oznamovací tón -> volba čísla -> hledání spojení -> vyzvánění u obou účastníků -> přihlášení volaného -> spojení hovoru
- Impulzní volba – impulzy s frekvencí 10Hz, citané buď přímo v krokovém voliči, případně v registru (u 2. generace)
- Multifrekvenční volba – každé tlačítko vysle současně dva kmitočty podle nichž se v ústředně toto tlačítko identifikuje. Volba je rychlejší a umožňuje i další funkce během hovoru

52. Modulací metody – typy modulací + stručná charakteristika

- Základní rozdělení je na analogovou (spojitá nosná vlna) a impulzní (pulzy, překvapivé) modulaci
- Analogová modulace pak může být (podle ovlivňované veličiny): amplitudová, frekvenční a fázová
- Digitální modulace se nazývá klicování a opět rozlišujeme: amplitudové, frekvenční a fázové klicování
- Fázové klicování je asi nejbezpečnější, především v kombinaci s amplitudovým klicováním (QASK), amplitudovou modulací (QAM) či amplitudově-fázové klicováním bez nosné (CAP)
- Dale se dají dělit podle počtu nosných: s jednou nosnou (QAM, CAP) a s více nosnými (DMT u ADSL)
- Obrazek toho QASK (= 4-QAM)

53. Modulací metody – princip modulace QAM

- Uvedený příklad je pro 16-QAM, ale identický princip (akorát s více úrovněmi) je použit i pro vícebitový QAM (64 a 256)
- vstupní čtyřbit je rozdělen na dva a dva bity.
- dva bity se zakodují pomocí PAM do signálu na souřadkové ose (I), druhé dva bity obdobně pro kvadraturní osu (nosná posunutá o 90 stupňů) (Q)
- jeden modulací prvek tedy vyjadřuje 4 bity
- tím se setří frekvenční pásmo, ale zvyšuje citlivost na rušení
- Pro 16-QAM je požadovaný odstup signal-sum 21.5dB, s každým dalším bitem se zvyšuje o 3dB
- Schema: data -> dělí na dvě skupiny (horní a dolní větve). V obou větvích PAM modulace a LF propust, pak zesilovač (nasobíčka, taková zároveň to je), přičemž do horní jde nosná rovnou, do dolní posunutá o 90 stupňů, výsledky do scítačky a ven.
- Diagram je prostě mříž 4x4 v komplexní rovině

54. Modulací metoda – princip modulace DMT

- Jedná se o metodu s více nosnými
- Každá nosná je zakódována pomocí QAM a tyto nosné pak pomocí inverzní Fourierovy transformace složený do výsledného signálu
- Dekodování se provádí pomocí Fourierovy transformace a pak normálním QAM dekodováním
- N stavů QAM (zakódovaný jako $S = I + jQ$), seřazené vzestupně podle svého poradového čísla (co číslo to nosná) se pomocí optimalizované inverzní Fourierovy transformace na 2N vzorku signálu v časové oblasti.
- Odstup jednotlivých kmitočtů závisí na frekvenci s jakou se vysílá jednotlivé vzorky na výstupu. Odstup = tato frekvence / (2N)
- Takže při vysílání vzorku 32kHz je pro 16 nosných odstup 1kHz
- To při 16-QAM znamená teoretickou rychlost 16 (nosných) * 4(bity na signál) * 1kBd (max modulací rychlost) = 64kbps. V praxi se volí nižší.
- Pro zvýšení odolnosti se používá Trellisovo kódování (používá se současný a předchozí stav, zabezpečovací bity)

55. Telefonní modemy – charakteristika, používané modulace, protokoly pro zabezpečení přenosu dat

- Velmi rozšířené (no, možná drív)
- Limitovaný sítí PTOS pásmo, rychlost max 56kbps
- Výhodou je, že funguje přes libovolnou telefonní linku, není třeba budovat žádné speciální sítě
- Před použitím je třeba nejdříve sestavit spojení (tj. vytocit číslo na providera), telefonní linka je obsazena po celou dobu provozu modemu
- Současně modemy používají vícetavovou QAM modulaci a jsou zabezpečeny Trellis kódem
- Používala se dvoustavová frekvenční, vícetavová fázová a 16-QAM a to nejdříve half-duplex a poté full-duplex
- Směrem do ústředny se používá 16-QAM (až 33,6kbps) od ústředny pak PAM (pulzní amplitudová modulace, až

56kbps)

- Pro zabezpečení dat se používají protokoly.
- MNP úrovně 1-4 dělají jen zabezpečení a korekci chyb, úrovně 5-10 zahrnují i kompresi dat. Pro detekci se používá CRC
- LAP-M vychází z HDLC a chyby detekuje pomocí 16b CRC
- ITU-T V.42 zahrnuje vlastnosti obou předchozích

56. Systémy xDSL – charakteristika systému IDSL, HDSL a HDSL 2

- IDSL – používá se pro přenos v ISDN-BRA síti, jedinou výhodou je nepřítomnost vytáčení. Max rychlost 128kbps, oddělení směru pomocí Echo Cancellation (EC), kódování 2B1Q (2 bity na jeden signál, 4-PAM)
- HDSL – používají se 2-3 dvojčary, pracuje v základním pásu, pro oddělení směru se používá EC. Rychlost až 2Mbps. také 2B1Q
- Tok se namapuje do 144B Core Frames (každý 0,5s) kde jsou data doplněna o služební a kontrolní bity. Tím naroste datový tok na 2,3Mbps.
- Ten se symetricky rozdělí na 2 nebo 3 směry (pro každý pár jeden)
- Používá se již dlouho, nejčastěji připojení pobočkových ústřední
- HDSL 2 – varianta HDSL využívajícího jednoho páru a Trellis-Code PAM, přenosové rychlosti stejně jako u HDSL

57. Systémy xDSL – charakteristika systému SDSL, SHDSL a VDSL

- Pokračování technologie HDSL
- Používá se 16-PAM a Trellis Code (3 bity dat, 1 bit zabezpečení)
- Novinkou je možnost pracovat na nižší než maximální rychlosti, rychlost lze tedy nastavit podle parametru vedení nebo požadavku zákazníka
- Jich se předpokládá možnost více uzkopasových kanálů
- Pro snížení přeslechu nastavuje SHDSL modem výšlaci úroveň na nejnižší hodnotu dostávající pro potřebný odstup signal-sum
- Na SDHL může být časově dělení kanálu, ale i ATM nebo TCP/IP přenos
- Nevýhodou – každý výrobce má vlastní nekompatibilní řešení + neda se současně využívat existující telefonní přípojka
- VDSL je určena pro připojení poslední míle účastnického vedení.
- Vysokorychlostní data jdou optikou z ústředny do rozvaděče a odtud po dvoudrátu k účastníkům
- Oproti ADSL jde spektrum až 12MHz (30 pro VDSL 2), čímž se dosahuje rychlosti až 52Mbitps (100Mbitps) k účastníkovi a až 6,4Mbitps od něj.
- Pro vytvoření nezávislých kanálů se používá frekvenční dělení
- Mohou nastat potíže na vedení – vedení nejsou stavěna na takto vysoké frekvence

58. Systémy xDSL – charakteristika ADSL, konfigurace přípojky, kmitočtové pásmo

- Umožňuje současný provoz klasického telefonu (ADSL over POTS) případně ISDN (ADSL over ISDN)
- Upstream může být až 1Mbps, downstream až 8Mbps (ADSL 2 až 12, 2+ až 24)
- Asymetrie založena na povaze využití služby (máme větší nároky na rychlost k nám než od nás)
- Kromě ADSL Lite je zapotřebí splitter (oddělí frekvence ADSL od normálního telefonu)
- Počítac je přes modem připojen do splitteru (tamtéž je připojen telefon), to pak po drátu do ústředny, kde je to opět splitnuto do DSLAMu a telefonní ústředny.
- DSLAM soustřeďuje účastníky do jedné přípojky do datové sítě (Multiplexor)
- Pásmo od 0 do 1,104MHz je děleno do 256 kanálů
- Nevyužívají se kanály v nízké části spektra obsazené POTS respektive ISDN-BRA
- Pro oddělení up- a down-streamu se používá buď FDD (frequency division) s dělicí frekvencí 138kHz pro ADSL over POTS a 276 pro over ISDN, nebo pomocí Echo Cancellation, kdy je pro downstream využito celé pásmo (upstream je v obou případech stejný)
- ADSL over POTS začíná na 25,875kHz a končí na 1,104MHz, Lite končí na polovinu
- ADSL over ISDN začíná na 138kHz
- Obrázek

59. Systemy xDSL – metody prenosu ADSL, aplikace modulace DMT

- Pro dva nezávislé kanály (full duplex) jsou dvě možné metody
- frekvencní dělení FDD – každý kanál má vlastní frekvencní spektrum. Předěl mezi up- a down-streamem je 138kHz respektive 276kHz (ISDN). Snadno se implementuje, nevýhoda je horsí využití pásma
- potlačení ozvěny EC – v nižším pásmu se překrývá up a down kanál. K oddělení je použita vidlice a k potlačení odraženého signálu pak kompenzátor ozvěny. Je to složitější způsob, ale lépe se využívá celé pásmo.
- ADSL používá DMT, frekvence dělena na 256 pásem, 4,3125kHz odstup. Každému kanálu je přiřazen určitý počet bitů které přenáší v závislosti na odstupě signál-sum na daném kanále aby byla dosažena požadovaná maximální chybovost
- V každém dílci kanálu se používá QAM modulace (2-15 bitů na kanál)
- V extrémních případech lze některé kanály zcela vynechat

60. Systemy xDSL – blokové schéma ADSL modemu, význam operace scramblingu

- Modem kromě modulace DMT zajišťuje modem i sestavení dat do rámu a přidání CRC a FEC (forward error correction)
- Na jeden kanál až 60kbps
- Schéma je:
- Sestavení rámu + CRC -> Scrambler -> prokládání + FEC -> DMT + TC -> předkorekce (odtud to jde dolů do EC) -> D/A -> analog filtr -> buďic -> vidlice + trafo (z ní ven) -> buďic -> analog filtr -> A/D -> EC -> digitální filtr -> TEQ -> demodulátor DMT -> korekce + FEC -> descrambler -> rozbití rámu + CRC
- scrambling - provádí se kvůli odstranění dlouhé posloupnosti stejných symbolů, které by mohly vést ke stejnému složení na vedení (což je špatné)
- převádí vstupní data na pseudonahodné sekvence
- neovlivňuje strukturu rámců

61. Systemy xDSL – popis a charakteristika struktury síťe pro přístup k Internetu prostřednictvím ADSL

- Účastník je pomocí ADSL připojen na DSLAM, ten je pomocí ATM připojen na směrovač PTA.
- Za PTA následuje agregací bod a pomocí hraničních směrovačů se pak napojuje na páteřní síť.
- Agregací bod je místo kde dochází ke koncentraci datových toků od jednotlivých uživatelů.
- Agregací poměr udává kolikrát je menší reálná rychlost připojení vůči rychlosti prodané.
- Provádí se pro každého ISP a každou skupinu lidí s různým agregací poměrem zvlášť
- Spravedlivé přidělování rychlosti se provádí pomocí tzv. FUT, v nejjednodušší verzi jen omezení kapacity
- Pokud se ADSL využívá jen pro internet, může být použit přímo IP protokol a jako DSLAM se používá Ethernet switch
- Pro komunikaci mezi účastníkem a ústřednou se využívá stávajícího telefonního vedení

62. Radiové prostředky – základní způsoby dělení

- Typ dělení Druh radiových prostředků
- Síťové pásmo: úzkopásmové X širokopásmové
- Směr přenosu: jednosměrné (distribuční) X obousměrné
- Ústředniny: bod – bod X bod – mnoho bodů
- Mobilita účastníka: pevná bezdrátová připojka X plně mobilní terminál
- Využití přenosových prostředků: pozemní X družicové

63. Radiové prostředky – systém DECT, družicové spoje – charakteristika

- nahradit kabelové připojení účastníka
- umožnit mobilitu v rámci určité omezené oblasti -bezdrátové telefony
- typický úzkopásmový přístupový systém pro realizaci pevného bezdrátového připojení účastníka telefonní sítě typu WLL
- 10 nosných frekvencí s rozestupy po 2 MHz ve frekvencním pásmu 1,88-1,9 GHz modulovaných pomocí GMSK
- celková přenosová rychlost odpovídající jedné nosné dosahuje 1,152 Mbit/s
- používá se časové dělení (TDMA) pomocí 24 čas. intervalů - dvojice čas. int. tvoří up/downstream

- čas. delení se využívá i pro realizaci duplexního přenosu metodou TDD tzn. k dispozici je 12 telefonních okruhů na jedné nosné 120 okruhů v celém pásmu
- využívají dynamického přidělování kanálů DCA, podstatně zvýšení výkonosti celého systému

64. Radiové prostředky – radioreleový spoj (P2P), význam dvoukmitočtového planu, blokové schéma

- P2P mají charakter pevného připojení, individuální spoje na přímou viditelnost a s úzce směrovými antenami
- konst. přen. rychlost rádové jednotek až stovek Mbit/s bez možnosti sdílení pásma, přenosové rychlosti od násobku 2 Mbit/s (E1) přes 16×2 Mbit/s, respektive 34 Mbit/s (E3) až k 622 Mbit/s (STM-4)
- velké vzdálenosti 40-60 km využívají pásmo mezi 3,6-10,86 GHz,
- reg a přístupové site pásma 13, 15, 18, 23, 26 a 38 GHz, sírka pásma na jeden radiový kanál je pro radioreleové spoje 20, 40 nebo 80 MHz - v závislosti na počtu stavů použité modulace-přenasety různé typy signálu
- pro celé kaskády radioreleových úseků (radiových skoků) s větším počtem retranslačních
- stanic (přijímač R, vysílač T) lze použít stejné kmitočtové schéma
- s využitím tzv. dvoukmitočtového planu - na jedné stanici pracují vysíláče v horní
- a přijímače v dolní polovině pásma, na dalším úseku naopak, díky směrovým antenám je signál z bočních směrů potlačen o více než 50 dB- současně s kmitočty se střídá i polarizace vlny horizontální/vertikální na navazujících radiových skocích
- schéma

65. Radiové prostředky – širokopásmové radiové prostředky (Point-to-Multipoint), struktura dvoufrekvencní plan

- označení LMDS – perspektivní řešení pevný radiový přístup, alternativa kabelu
- realizace: základnová stanice BS (napojena na páteř) k níž radiově připojena řada pevných koncových stanic uživateli SAS (směrové antény namířené na BS)
- velkým problémem vzájemná interference mezi sektory
- řešení: BS i SAS úzce směrové, přidělení různých kanálů kolem BS, změna polarizace vlny

66. Radiové prostředky – širokopásmové radiové prostředky (Point-to-Multipoint), zvyšování kapacity, standardizace

- podmínkou je dodržení střídání použitých frekvencí v sousedních sektorech
- zvýšením počtu sektorů: rozdělování dvou sousedních/protilehlých sektorů z 90 na 45 (4x45)
- přidáním nových frekvencí (pokud volně kmitočty): lze opakovat fr. které jsou na okolních bunkách (pozor na rušení)
- jiná modulace z 4-QAM můžeme na 64-QAM – vyšší kapacity v blízkosti základnové stanice na nových frekvencích a původní kmitočty se uvolní pro připojení vzdálenějších míst od základnové stanice
- standardizace IEEE, 802.11a -5GHz resp .11h- 2,4 GHz
- modulace MCM 4 nepřekrývající se kanály o nominální šířce 20 MHz, jednotlivé kanály se dělí na 52 subkanálů (vlastní data využívají 48 subkanálů s modulací rychlosti 0,25 MBd)
- oprava chyb zajišťuje zabezpečení FEC při 100% redundanci rychlost 6 Mbit/s při nižším rušení lze použít 50% redundanci – 9 Mbit/s
- IEEE 802.15 bezdrátové osobní site WPAN
- IEEE 802.16 – širokopásmový bezdrátový přístup WMAN
- IEEE 802.16a (pásmo 2 až 11GHz) -dosah do cca 40 km, při šířce pásma kanálu 1,5-20 MHz se dosahuje maximální rychlosti 3-70 Mbit/s
- IEEE 802.16c (pásmo 10-66GHz) – dosah jednotky KM, při šířce pásma kanálu 28 MHz se dosahuje maximální rychlosti až 268 Mbit/s
- IEEE 802.20 – mobilní širokopásmový bezdrátový přístup MBWA možnost pohybu terminálu do 250 km/h (zajištěna přenosová rychlost až 1 Mbit/s)

67. Mobilní site – rozdělení do generací, metody přístupu, princip sektorizace, význam Handoveru

- sektorizace – obr. „Settler of Catan“ BTS uvnitř nebo na hranicích
- Handover – provoz s automatickým prepínáním mezi BTS s nejlepším signálem

68. Mobilní site – síť GSM, popis struktury, používané standardy

- GSM – druhá generace bunkové mobilní telefonní sítě
- Základní soustava pevných stanic BTS
- BSS - MS komunikuje s BTS a několik BTS řídí BTC (přiděluje a uvolňuje rádiové kanály pro komunikaci s MS a správnou funkci Handoveru)
- NSS – ústředna MSC (bezna tel. ústředna+ doplněná o funkci mobility) vytváří databázi:
- domovský registr HLR – informace o účastnících v dané oblasti, AuC autenticnost účastníka
- navštěvnický registr VLR obsahuje přechodná data o MS v oblasti MSC, vyžaduje si info z dom. HLR
- GSM900 max. 2×124 kanálů, šířka pásma 2×25 MHz
- GSM1800 max. 2×374 kanálů, šířka pásma 2×75 MHz
- GSM1900 max. 2×298 kanálů, šířka pásma 2×75 MHz

69. Mobilní site – přenos dat, přehled a stručná charakteristika

- základní 13 kbit/s přenos 9,5 kbit/s
- 2G5 paketový přenos GPRS nebo přepojování okruhu HSCSD 57,6 kbit/s
- EDGE modulace s větším počtem stavů 8-PSK 384 kbit/s
- datový uzel SGSN komunikuje s rádiovou částí sítě GPRS pro přenos dat do jiných paketových sítí, např. Internetu, slouží uzlu GGSN, který plní funkci směrování, tzn. přidělené jméno přístupového bodu APN umožňuje uživateli přístup do definovaných sítí v rámci GPRS již dochází ve spolupráci SGSN a BSC k efektivnímu přidělování přenosových prostředků, tzn. že přenosové prostředky jsou mobilní stanicím přiděleny pouze tehdy, pokud má data k odeslání nebo pokud přijímá data. Předchází k trvalému blokování přenosových cest na rozdíl od přenosu dat v síti GSM s HSCSD

70. Mobilní site – síť UMTS, popis struktury + blokové schéma

- třetí generace, pásmo 2 GHz, orientace na vysokorychlostní datový přenos
- CDMA všichni uživatelé používají přidělené frekvencní pásmo po celou dobu, rozpoznání uživatele podle přiděleného binárního kódu
- spektrum se skládá z jednoho párového pásma (1920-1980MHz+2110-2170MHz) a jednoho nepárového pásma (1910-1920MHz+2010-2025MHz)
- paterní síť CN-spojování hovorů a směrování paketů, součástí jsou databázové funkce a funkce řízení sítě
- směrem k uživatelům radiová přístupová síť UTRAN, která prostřednictvím rádiového rozhraní propojuje do sítě UMTS jednotlivá uživatelská terminála UE a plní následující dvě hlavní funkce: zprostředkování rádiového přenosu a řízení přidělování dostupných rádiových kanálů