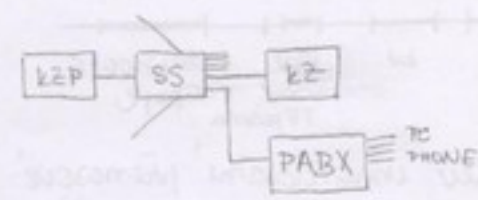
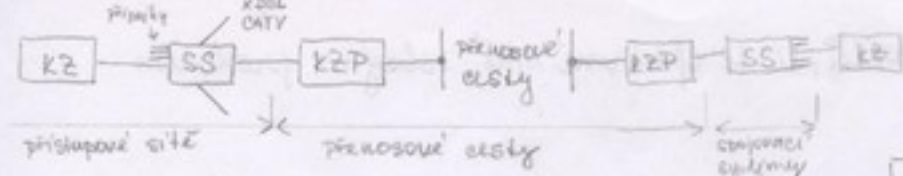


1 TELEKOMUNIKAČNÍ SOUSTAVA



- KZ - koncová zařízení (telefon, počítač)
- přijímá - účastnické rozvody
- SS - spojovací systém (telefonní ústředna)
- KZP - koncová zařízení přenosové techniky

PABX - pobočková ústředna (má své účastnické rozvody)

2 Přenosové cesty

- tvoří "páteřní" síť
- signály se přenášejí pomocí **elektromagnetické vlny**, délka vlny $\lambda = \frac{c}{f}$ [m; m/s; Hz]
- druhy přenosových cest:
 - metalická vedení (dráty, koaxiální kabely)
 - světlovodné vedení (mikrovlnný, optický vlnovod)
 - radiový přenos

Metalická vedení

- homogenní vedení - má ve všech částech stejné elektrické vlastnosti
 - charakteristické parametry:
 - měrný odpor R [Ω /km]
 - měrná indukčnost L [mH/km]
 - měrná kapacita [nF/km]
 - měrný svod [μ S/km]
 - vlnová impedanace $Z_c = \frac{L}{C}$
 - měrná vlnová míra přenosu $\gamma = \frac{\Delta U}{\Delta l \cdot I \cdot \Delta l} = \frac{\Delta I}{I \cdot \Delta l} = \alpha + j\beta$
 - α = měrný vlnový útlum [dB/km]
 - β = měrný fázový posuv [rad/km]
- relativní změna U nebo I v každém elementu vedení vztahena na jednotkovou délku vedení
- $\beta \cdot \lambda = 2\pi$ konstanta vlnové délky $\rightarrow \beta$ = měrný fázový posuv [rad/km] zpoždění fáz. za šíření se stejnou rychlostí

- nadzemní vedení (nejvhodnější: závislost na klimatických podmínkách)
- kabelová vedení - v zemi v blokové SDOW
 - symetrické - dvojice spirálově stočených vodičů v kabelu
 - koaxiální - dvojice souosých vodičů

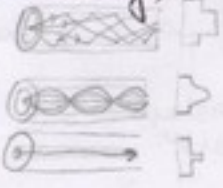


Optický vlnovod

- optická vlákna slouží pro přenos elektromagnetických vln o kmitočtu řádově stovky THz \rightarrow světlo
- optické vysilačí:
 - LED elektroluminiscenční dioda
 - LD polovodičová laserová dioda

- optické přijímače - detektory zařízení - převádí optický výkon na elektrický
 - polovodičové součástky s PN přechodem (diody)

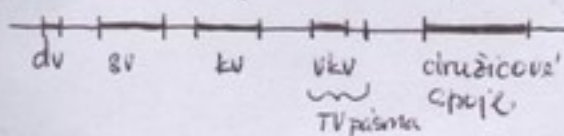
- **mnohovodičová vlákna** se stěnou známou indexem lomu
- **mnohovodičová vlákna** s gradientním indexem
- **jednovodičová vlákna**



- přenosové parametry: měrný útlum vláken (absorpce, rozptyl)
 - disperte vlny - dle vlnové délky
 - průhled - dle vlnové délky
 - průhled - dle vlnové délky
- výhody: velká šířka přenosového pásma, malé rozměry a váha, elektrická izolace, nízké ztráty při přenosu E , malá reflexivita na výrobu

Rádiové přenosové evly

- využíváme elmag. vln katových kmitočtů, tj. se efektivně šíří volným prostorem



- dělení podle využití přenosové evly



- vzájemné** (pokryjí úz. území signálem, rozhlas. a TV vysílání, buňky mobil. telefonů)
- územní** - slouží k přečtení území libovolné vzdálenosti (radioreliévé spoje)
- družicové** - spojení přes telekomunikační družici

Přístupové sítě

- usnadňují přístup informací k účastníkům
- součástí jsou účast. ^{středy} - rádiové nebo optické
- šíří se nízkofrekvenční kabely (telefonní - kHz) na proložení objemného toku informací

- telefonní síť
- telegrafní síť (dálkopis)
- rozhlasová síť
- datová síť (internet)
- televizní síť CATV (cable television)

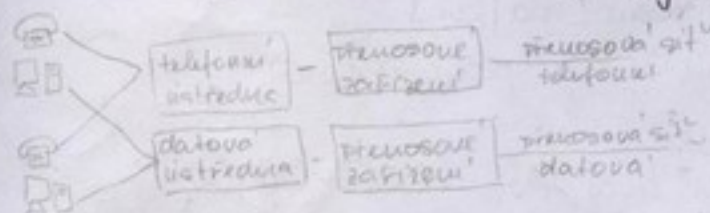
XDSL - digitální účastnická linka, za X se dozrují jména

- moderní technologie přístupových sítí, souvisí s účastnickými rozvaděči

ISDN - digitální síť s integrovanými službami (Integrated services digital network)

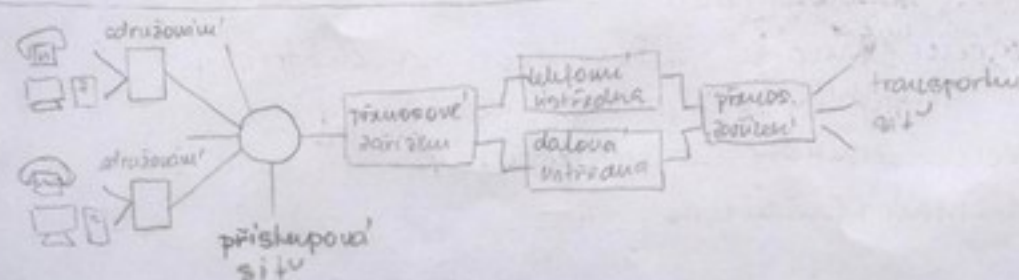
- v jedné účastnické síti služby telefonní, datové, obrazové

→ trend: vzájemné ovlivňování a splytvání telekomunikační a výpočetní techniky



transportní sítě

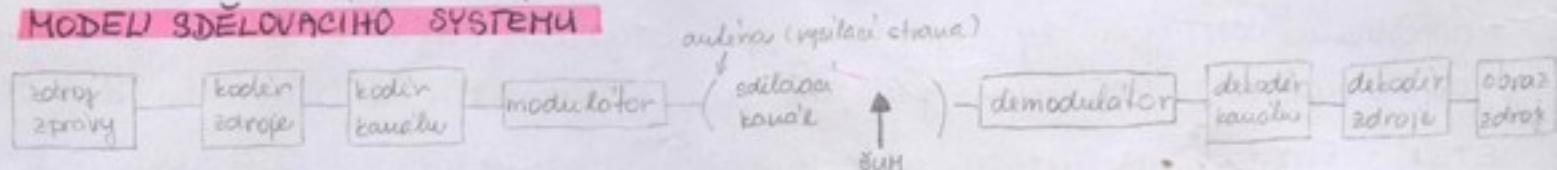
- optické spoje
- převedí velké objemy dat přenosovými rychlostmi Mbit/s - Gbit/s
- transportují signály na velké vzdálenosti
- zvládnou typ ústředem - nemají účastnické
- mají možnost dálkové ovládní



PŘENOS ZPRAV

- informace = zpráva [nespojita (diskrétní) - složená z písmen
spojita (analogová) - spojitě se měnící teplota, napětí]
- zpráva zaznamenaná na zaznamané médium (nosič)
- příjemce zprávy ji oběží [přepravou zprávy
přenosem zprávy] → zpráva přeměněna na signál
- **SIGNAL** - zpráva přeměněná do konkrétní fyzikální formy, kt. je vhodná pro přenos určitým prostředím
- v telekomunikační technice rozlišujeme signály [akustické
optické
elektrické]
- zpráva musí mít **užitočný** charakter
- příjemce musí předem znát jaké zprávy mohou být ze zdroje vyslány, ale neví která zpráva z množiny zpráv (možných) bude skutečně vyslána
- **množství informace**: zpráva o velmi pravděpodobném jevu nese v sobě málo informace; zpráva o málo pravděpodobném jevu obsahuje velké množství informace
- **Shannon** = jednotkové množství informace (2 - zpráva, 0 - výpověď → příjemce zjednotko = 1 bit)
- průměrné množství informace připadá na jeden prvek zprávy (= **entropie**) ^{dělno} _{stavu}:
 $H = \log_2 S$ [Sh] s - počet prvků abecedy zdroje, když každý má stejnou ppsť výskytu
- dříve se pro množství informace používal **teoretický bit** → zaokrouhlením na nejbližší ujmýší číslo → **technický bit**

B) MODEL SDĚLOVACÍHO SYSTÉMU



- telekomunikační spoj - soubor technických prostředků umožňujících přenos zpráv mezi dvěma místy
- signál - časově popsatelný tok informací
 - analogový (spojitý) - vyjadřuje zprávu pomocí hodnot určité fyzikální veličiny (A, f)
 - diskrétní (nespojité) - nespojité v čase nebo v amplitudě, nebo v obojím
 - digitální (číselný) - nespojité v čase i amplitudě - vyjadřuje zprávu pomocí omezeného počtu fyz. hodnot urč. fyz. veličiny (př. jen 2 hodnoty)
- **sdělovací kanál** - jednosměrný přenos signálu mezi dvěma místy
 - na vysílací straně je největší energie signálu, $E \sim A^2$ (amplituda)
- **kódér zdroje** - odstraní zbytečnou informaci ze signálu
 - pomocí filtrů (~~eliminace~~ ~~stlačování~~ ~~písmena~~ ~~propust~~) ^{SPEKTRUM - obs. typické spektrální čáry (kompaktní) - nemají se pouze vzhledem k šířce pásma, ale i k šířce vlny}
- **kódér kanálu** - přidává redundanci, kt. umožňuje snížit počet chyb a zlepšit kvalitu signálu
 - přidáním parity - místo 8 bitů přidáme 9
- **modulačor** - musí přeměnit signál přenosovému kanálu
- **anténa** - fyzikální převod veličiny na elmag. vlnění
- **dekódér kanálu** - využívá přidání redundance a opraví chyby
- **dekódér zdroje** - inverze ke ke
- **obraz zdroj** - nemusí mít vždy stejnou fyz. podstatu jako zdroj
- **zkreslení zprávy** - snižuje věrnost pův. signálu vlivem vnitřní vlastnosti telekomunik. spoje
- **rušení zprávy** - snižuje věrnost pův. signálu v důsledku vnějších vlivů (př. jiných signálů)

- **šum** - ušlechťivé či systematické vlivy působící na signál v přenosovém kanálu, které mohou vzniknout v něm, nebo do něj vniknout zvenčí
 - vyjadřuje se šumovým výkonem nebo napětím
- **koefficient BER** - udává kolik je špatných bitů na dobré (celkové)
- pro obousměrný přenos je nutný ještě další kanál pro opačný směr = telekomunikační okruh
- **protisměrná komunikace**
 - simplex (poloduplex) - střídavý přenos v 1 nebo 2 směru
 - duplex - přenos signálů okruhem současně v obou směrech
- **telekomunikační přenosy**
 - hromadné přenosy - jednosměrné, (zpráva z 1 zdroje se přenáší několika příjemci)
 - rozhlas, televize, dálkové ovládání
 - účastnické přenosy - obousměrné přenosy konverzačního typu přes komunikační zařízení ve veřejné sféře (telefon, datový účastník + počítač)
 - služební přenosy - ostatní jedno- i obousměrné přenosy pro dorozumívání, dálkovou signalizaci a ovládání, v neveřejné sféře

STANDARDIZACE

= příslušnému komisím

1932 - **ITU** - Mezinárodní telekomunikační unie (International Telecommunication Union)

1957 - **CCITT** - Mezinárodní poradní sbor pro telegrafii a telekomunikaci

- **CCIR** - Mezinárodní poradní sbor pro radiokomunikaci

1.3. 1993 - zrušeny CCITT a CCIR

- doporučení CCITT jsou nyní vydávána pod označením **ITU-T** (oblast telekomunikací)

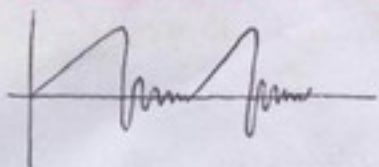
- doporučení CCIR jsou nyní vydávána pod označením **ITU-R** (oblast radiokomunikací)

ETSI - Evropský institut pro telekomunikační normalizaci (-v současné době)

(European Telecommunications Standards Institute)

- zrušen 4letý cyklus - normy přijímány ihned

Charakter hovorového signálu



zdkl. lónw 90-300 Hz
muži 100 Hz
ženy 200 Hz

běžný hovor 90 Hz - 8 kHz → 60 dB
křev 10 kHz
šepot 30 dB
křik 80-100 dB

ZVUK - mechanické kmitání plynů, kapalin, tuhých pevných tělí
- vibrující objekt přenáší do okolí část své energie, kt. se šíří ve formě vlnění
- zředěním a zhuštěním vzduchu, jímž se zvuk šíří způsobí akustický tlak na membránu

INTENZITA ZVUKU - tok akustické energie (výkonu) na jednotku plochy [W/m²]

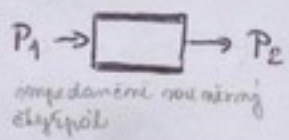
DECIBEL $L = 10 \log \frac{P}{P_0}$ - jednotka hladiny zvuku (akustický výkon) ($P_0 = 10^{-12} W$)

- úroveň [relativní - rovnání úrovně v určitém místě s úrovní ve vztahném místě
absolutní - rovnání veličiny ve sledovaném místě vzhledem k normálové hodnotě této veličiny]

NEPER $L = \frac{1}{2} \ln \frac{P}{P_0}$

$P_0 = 1m W$ - jednotkový výkon $Z_0 = 600 \Omega$, $U_0 = 0,775 V$

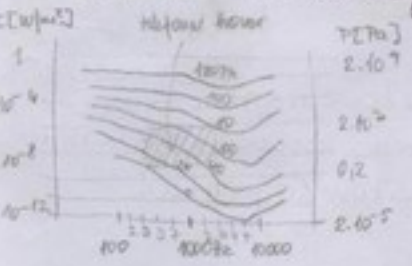
- dvojbran



útlum $A = P_1 - P_2$ → rozdíl úrovní výkonů
 $A = 10 \log \frac{P_1}{P_2}$ → log. podíl výkonů

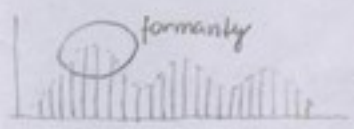
zisk $S = -A$
↳ záporný útlum

úslitost $H = 20 \log \frac{P}{P_0}$ [Ph] ← hladina akustického tlaku
 $P_0 = 2 \cdot 10^{-5} Pa$ pro 1 kHz



izofony - křivky stejné úslitosti
nejvyšší citlivost na zvuky kolem 3-4 kHz
frekvenční rozsah 10 Hz - 10 kHz
dynamický rozsah 0 Ph - 120 Ph (na frekvenci 1 kHz)

aktivita ucha v čase je proměnná a závislá na intenzitě zvuku
- přechod mezi aktivními a pasivními
- citlivostní křivky, ale pozvolný



- první 2 formanty jsou obvykle nejdůležitější a přenáší energii v souvislosti s frekvencí

Standardní telefonní pánev 300 Hz - 3400 Hz

- stanoveno experimentálně vzhledem ke **rozumitelnosti** $S = \frac{S_s}{S_c} \cdot 100\%$ slov
- **rozumitelnost** - logatony = slabiky bez konkrétního významu
- musí mít charakter jazyka
- při měření s logatony - horší výsledky (nepřesní)
- u přenosu řeči je $S = 100\%$

- **telefonometrie** - měření rozumitelnosti, hodnocení kvality přenosu

- čím víc se omezuje frekvence, tím víc klesá rozumitelnost

- pro $f = 0,3 - 3,4 kHz$ → $S = 80\%$ → zúžení pásma → přenáší se větší kvalita signálu → zmenšení rušení → sníží se úroveň šumu
- tím, že se omezují o vyšší frekvenci → ztrácí se barva zvuku



ELEKTROAKUSTICKÉ MĚNIČE

- převádějí elektrický signál na akustický prostřednictvím mechanických prvků

Elektrodynamický měnič

- využívá působení síly magnetického pole buď většího magnetu a magnetického pole menšího kolem vodiče, kterým prochází proud

Elektromagnetický měnič

- využívá sílu, kt. působí na pohyblivou část magnetického obvodu
 - magnetické pole v obvodu vytváří kromě feromagnetického magnetu také buď větší cívka, kterou prochází proud

Elektrostatický měnič

= kondenzátor, jehož pohyblivá elektroda je ovlivňována silou úměrnou změně intenzity elektrického pole

Piezoelektrický měnič

- el. signál se přivede na krystaly vhodných materiálů (Seignetteova sůl, BaTiO₃) a působí jejich deformací v rytmu elektrického signálu

Magnetostrikční měnič

- akustický signál vzniká deformací feromagnetické látky magnetickým polem, které vyvolává buď větší sílu
 - používá se u zařízení, která pracují s ultrazvukem

Mikrofony

- dvě žíly vlastnosti: citlivost, směrnost a frekvenční charakter

Uhlíkové mikrofony (odporové)

VELKÝ VÝSTUPNÍ VÝEDN, EDISON

- mění zvukový signál na změnu odporu procházející uhlíkové náplně
 - kámkové pánvice naplněná uhlíkovým práškem a uzavřeno kovovou membránou
 - zvukové vlny rozehívají membránu - tím se zvuk uhlíkového prášku stlačuje a mění se odpor mikrofonu

Elektrodynamické mikrofony [páskové / cívkové]

Páskový - permanentní magnet s pohyblivou nástavkou N, mezi nimi pásek P ukotvený k hliníkové fólii
 - pásek plní funkci membrány
 - působením zvukových vln dochází k pohybu pásku v magnetickém poli a tím i k indukci malého střídavého napětí

Cívkový - kovová membrána spojena s cívkou, která se pohybuje v silném radiálním poli permanentního magnetu

Elektrostatické mikrofony

- v podstatě deskové kondenzátory, 1. elda ferma, 2. tenká kovová fólie
 - vzdálenost mezi eldami 10ky μm
 - působením zvukového signálu dochází k průhybu membrány a mění se vzdálenost mezi eldami a tím i kapacita mikrofonu

Elektretové mikrofony

- ve spojení s elektronikou
 - speciální elektrostatické mikrofony, které využívají výpočte polarizační napětí

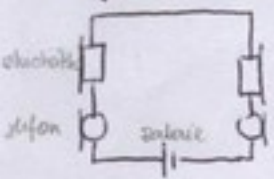
Piezoelektrické mikrofony

- mají krystal z piez. mat. který je při deformaci, vlivem zvukových vln, zdrojem střídavého napětí

Telefonní přístroj

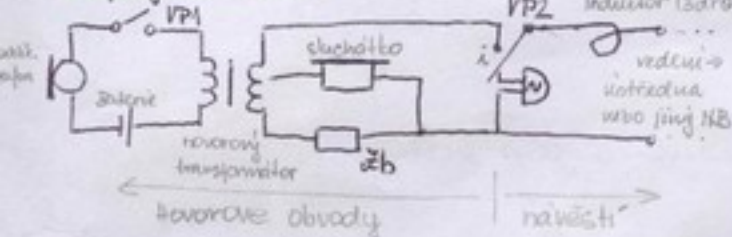
- **napájení**: MB - místní baterie, UB - ústřední baterie, UB-AUT - automatické přístroje

nejjednodušší zapojení telefonu



- pouze 2 mikrofony a 2 sluchátka a zdroj
- nevýhoda: hovorové proudy procházejí obvodem s velkým odporem
- lze použít jen na malé vzdálenosti

zapojení MB:



- zob - balancovní impedanční - smažeme se vyvážit telefon
- induktor - pro vyřazení návěstí - alespoň částně - abychom ne
- střídavý zvoněk - pro přijímání návěstí - hlasem hlas, ale slýcháme
- VP - vidlicový přepínač - trochu slýchá

Mikrofon - používá se uhlíkový, zapojen v obvodu ss napájecího zdroje, odebraný proud je 40-60mA

Telef. sluchátko - má 3 části: tvrdý magnet, 1 nebo 2 cívky, mg. vodivou membránu
 - kostnatými membránou kváží volí střídavé proudy 0,1-1mA
 - tvrdý magnet pohlaňuje ztracení druhou harmonickou

Mikrotelefon = mikrofon + sluchátko

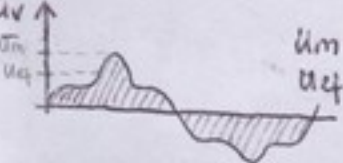
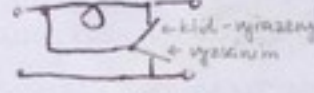
Vidlicový přepínač - zajišťuje odpojení zdroj proudů, kt. napájí telefon, při zavěšení telefonu

Hovorový transformátor - galvanické oddělení obvodu telefonu od obvodu sluchátek
 - zmenšení odporu v obvodu telefonu
 - transformace v hovorového proudů na vyšší napětí (1:3 až 1:20)
 - polezení ve sluchátku vlněního hovorů a kluků

telefontování:

- koločíme klikou induktoru při zavěšení mikrotelefonu
- tím se přepne kontakt i_1 a návěstí proud prochází do vedení
- zvonek přijme návěst
- zvednutím mikrotelefonu se přepne kontakty VP → připojí se napájecí baterie → k mikrofonu
- uzavře se hovorový obvod

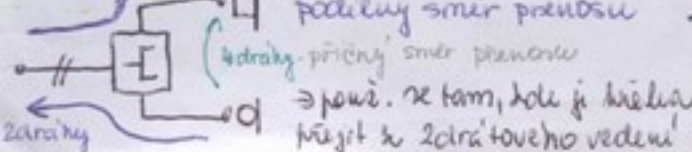
- L ze v době hovorů musí nupnout



$U_m = 300V$
 $U_{ef} = 70V$, U_v - nupovací napětí - nejlepší frekvenci zvonků
 $f = 25Hz$ - špičky vylepšují vlastnosti přenosové cesty

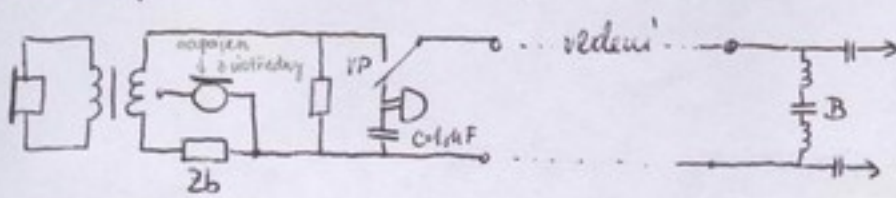
- výkon mikrofonu 1mW 1mV?
- výkon 3-7W - potřeboval by megakaloriek - lepší je kliku
- používat v ližtách podvínkách - doly, vojáci, lodě

Zapojení s protimístní vazbou = telefonní vidlice



- zajišťuje přesnou měří 2 a 4 drátovými rozvody + imped. při způsobení
 - podílují směr přenosu - 4 drát
 - 4drát. přímý směr přenosu
 - zpoví. z tam, kde je křídla
 - může k 2drátového vedení na 4drátové

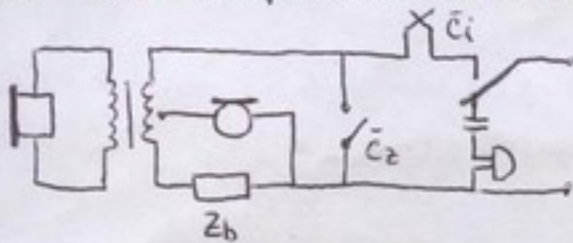
UB telefon (ústřední baterie)



- ústředny střídavý proud
 -> není třeba induktor (hovorný)
 a stejnosměrný proud (vyzvánění)

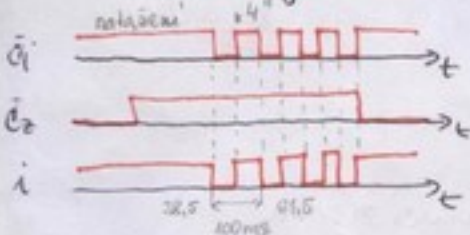
- signalizaci volání (návěstění) do ústředny způsobí zvýšením mikrofonem
- tím začne spojujícím vedením proudit napájecí proud, kt. v ústředně ovlivní signálů
- zavěšením mikrofonu se napájecí smyčka přeruší, což signalizuje ústředně ^{volá} konec hovoru
- střídavý vyzváněcí proud ($f = 25 \text{ Hz}$) přechází z ústředny do zvonku při zavěšení mikrofonu přes C a VP
- C - celý zvoněk rozvoněl proud
- napájecí: $= B$ - malý vnitřní odpor
- ~ hovorné proudy by byly krátkodobé -> proto cívky kolem baterie (cívka zabránějí přechodu ~ I)

UB - AUT telefonní síť s automatickým telefonním provozem



- povely do automatických telefonních ústředí se uplatí pomocí proudových impulzů (při zvednutí sluchátka)
- proudové impulzy vznikají přerušováním napájecí smyčky
- impulzy vytváří číselnice přístroji při zpětném chodu číselnicovým impulz-kontaktem \bar{C}_1
- kontaktem \bar{C}_2 se vyřazuje hovorný transformátor (alý indukčnosti - svoji - rozkresloval proudové impulzy)

Princip volby



\bar{C}_1 - oložené kontakty - při zpětném pohybu číselnice je kontakt vačkou uadzdvižen, jinak je v klidu

\bar{C}_2 - v klidu je rozpnutý, v průběhu volání se uzavře, rozpne se po celou dobu volby, pak opět rozpoje

i - po ukončení volby proud opět protéká

VOLBA - prováděna přerušováním neustálého proudového impulzy

- mezera mezi volacími čísly je $> 450 \text{ ms}$
- sířka 1/6 : 1 - standard. poměr značka - mezera
 - povolené rozpětí (14-118) : 1
- př. číslo "0": 10 impulzů / s ($\pm 10\%$) => bude vyřazeno 1s

Mačičková volba

Dekadická

- impulzu' volba se kódem
- mačičková číselnice - musí kopírovat funkci otočné mechanické číselnice
- př. 9 0 9 9 0 9 - mezi nimi mezera 450s
 - trvá to stejně dlouho jako otočná číselnice

Multi frekvencní

- DTHF - Dual Tone Multi Frecvence
- Q23 - 23 je číslo normy CCITT

⇒ ve veřejné síti jsou to jediné 2 volby standardní

- ostatní nestandardní, privátní → nevýhoda: nutnost nestandard. telefon. přístroj

FSK volba

- volba frekvencí klíčování
- je i u veřejné sítě Telekomu
- př. když chce vidět číslo volajícího
- umožňuje, aby se analogový přístroj s jinými vlastnostmi přiblížil digitálnímu
- má ISDN (= digitální připojení s analogovým přístrojem + ISDN)
- jsou dražší než digitální
- v ústředně musí být i speciální hardware → něco to stojí → zaplatí to účastník
- u nás nevýznamné
- analogová připojení s FSK (nevýhodní)
- digitální připojení ISDN (výhodní - dobrý slatový přenos)

Odporová volba

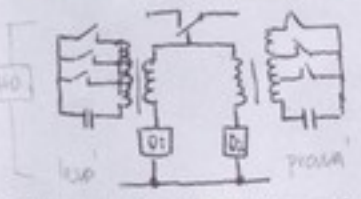
- za číselnici schéma odporů a diod
- založeno na stejnosměrné signalizaci
- ústředna měří odpor v telefonu +- a -+ (diody v závěrném a propustném směru)
- číslo je identifikováno na základě 2 hodnot odporů
- má všechny nevýhody ss přenosu - citlivé na změny ss i odporů
- oxidací svorkovnice se mohou měnit odporové parametry → nevýhoda
- při stisku čísla na číselnici se ohvod odpojí → měříme R

Jednotlivá volba

- číslo nepřenašim v podobě přerušování, ale rytmu seti střídajících impulzů

Standardní DTHF

- vyplníme 2 signály současně
- za každým tlačítkem jsou 2 kontakty (1 na pravo' straně, 1 na levo')
- stisknutím tlačítka by se oscilatory naložily na 2 frekvence kt. vyřadí
- dnes: v telefonu krytalové oscilatory

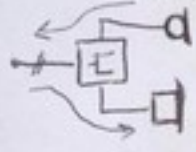


- odporový dělič - 2 frekv. na oscilatoru se nastavují dělicím
- tubka 7 frekvencí poměta u standard. 12ti číselní plochy číselnice (ve veřejné síti)
- 8 frekvencí pro multifrekvenční volbu (v privátních sítích) - 1-0 ABCD x #
- povolení kolísání $\Delta f \pm 1,8\%$
- musí být splněny podmínky [vyřadí tlačítko $L_p = -4 \pm 2,5 \text{ dB}$ rozdíl 2 frekvencí musí překročit 2dB

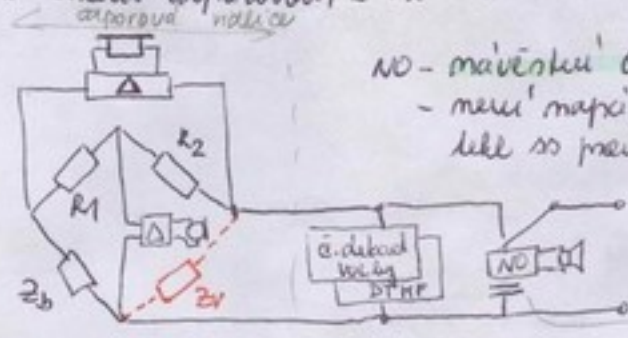
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	*	#
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	*	#

Hoderní analogový telefonní přístroj

- rotační mechanická číselnice nahrazena tlačítkovou
- uhlíkový mikrofon nahrazen elektromagnetickým nebo elektrolytickým + zesilovačem
- hovorový transformátor nahrazen elektronickými prvky
- mechanický mříčkový zvonek nahrazen elektronickým
- transformátorová vidlice nahrazena odporovou, která má větší útlum



$\frac{R_1}{R_2} = \frac{Z_b}{Z_v}$ - pokud plati rovnost > 100% přenos

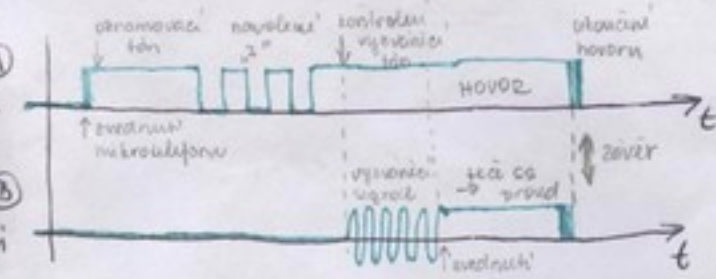
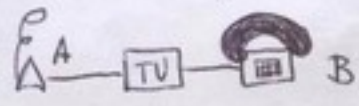


NO - mávěstka sluch
 - není mapájen a ústředny, protože by šel se proud a ten použijeme pro signalizaci → musí být mapájem nyrudněním proudem
 kondenzátor dost velký 1-2 μF

- když máme dekádickou volbu, je dobré umět rychle přepojení na multifrekvenční
- když máme multifrekvenční, není třeba přepojovat na dekádickou
- multi frekv. používána na dálkové ovládací prvky (př. zážnamník) - klasová spojovací
- vyhočíme číslo dekádicky - když potřebujeme DTMF příjmu * - docíme do ukončení hovoru

účastnická signalizace

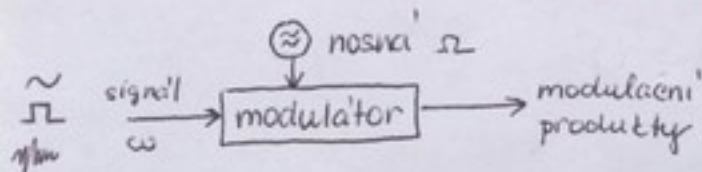
- jakékoliv zařízení připojené na účastnickou linku musí pracovat se stejnou signalizací
- př. 2 modemy - než začne datový přenos - musí se synchronizovat



- zvednutím sluchátka se na ústředni spouští spouštěč mechanizmů, na kt. nemáme vliv
- přijímač multi fr. volby používá pouze několik sekund, takže je 1 na několik účastníků
- odezva (oznamovací tón) různě dlouhá
- pokud máme multi fr. volbu - navolání čísla nebude přerušováno ale proud poleče (omyčka se nepřerušuje)

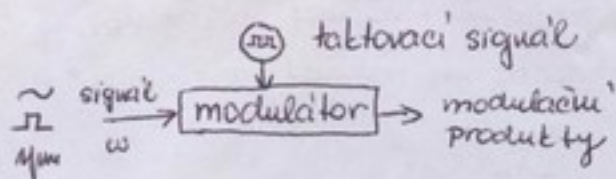
- v pobočkových ústřednách tlačítko FLASH → krátkodobé přerušování smyčky
- když se užijeme dovolím, aby během hovoru měla možnost komunikovat s ústřednou
- pokud přerušuje 100ms → ústředna to bere jako ukončení hovoru

MODULAČNÍ METODY - SPOJITÁ MODULACE



- modulační signál - vyjadřuje původní informaci určenou k přenosu
 - může mít analogový nebo diskrétní charakter
- nosná vlna - druhý průběh harmonický signál → spojitá (analogová) modulace
- napětí nosné vlny: $u_N = U_{HN} \cdot \sin(\Omega t + \varphi)$
 - U_{HN} - amplituda nosné vlny
 - Ω - kruhový kmitočet nosné
 - φ - počáteční fázový posuv nosné
- spojitá modulace
 - amplitudová (AM)
 - úhlová
 - kmitočtová (FM)
 - fázová (PM)
- Amplitudová modulace: modulačním signálem ovlivňujeme amplitudu nosné
 - při vícenásobném využití přenosové cesty → Frekv. multiplex
- Úhlová modulace: modulačním signálem ovlivňujeme úhel natožení vektoru napětí nosné
 - působíme na kmitočet nosné → kmitočtová modulace
 - působíme na počáteční posuv fázový nosné → fázová modulace

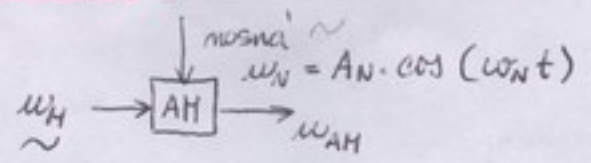
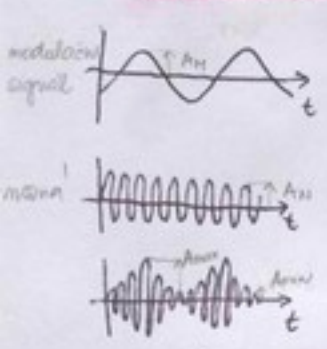
IMPULZNÍ MODULACE



- nekvantovaná impulzní modulace: založena na metodě vzorkování signálů
 - modulační produkty vyjadřeny změnami určitého parametru signálového vzorku
 - amplitudová (PAM) - změna amplitudy signál. vzorku
 - polohová (PPH) - změna vztažené polohy vzorkov. signálu
 - pulzní šířková (PSK) - změna šířky vzorkovacího signálu
- kvantovaná impulzní modulace: založena na metodě kvantování signálů
 - při vícenásobném využití přenosové cesty → časový multiplex (= časové třídění kanálů)
 - delta modulace (DM)
 - pulzní kódová (PCM)

- MODULACE
- ANALGOVÉ - pracují s analogovým modulačním signálem (spojitý v čase i amplitudou) a analogovou vlnou nosnou vlnou
 - AM, FM, PM, DM
 - DISKRÉTNÍ - používají vlnu nosnou vlnu
 - modulační signál je diskrétní (mějčastěji PCM)
 - realizovány v základním pásmu (frekvencím) - PCM, PWH, PPH
 - využívají vlnu nosnou vlnu ASK, FSK, PSK, QAM

AMPLITUDOVÁ MODULACE



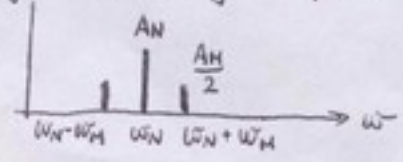
- harmonické modulační signály $\omega_H = A_H \cdot \cos(\omega_H t)$
- nosná vlna $\omega_N = A_N \cdot \cos(\omega_N t)$
- $f_N \gg f_H$
- AM = modulační signál ω_H ovlivňuje amplitudu nosné vlny A_N
- okamžitá amplituda modulované nosné vlny $A_N + A_H \cos(\omega_H t)$
- $\cos(\omega_H t) = 1 \rightarrow A_{max} = A_N + A_H$
- $\cos(\omega_H t) = -1 \rightarrow A_{min} = A_N - A_H$

$\omega_{AM} = (A_N + A_H \cdot \cos \omega_H t) \cdot \cos \omega_N t$

$\omega_{AM} = A_N \cdot \cos \omega_N t + A_H \cdot \cos \omega_N t \cdot \cos \omega_H t \leftarrow \cos \alpha \cdot \cos \beta = \frac{1}{2} \cos(\alpha + \beta) + \frac{1}{2} \cos(\alpha - \beta)$

$\omega_{AM} = \underbrace{A_N \cdot \cos \omega_N t}_{\text{nosná}} + \underbrace{\frac{A_H}{2} \cos(\omega_N + \omega_H)t}_{\text{H+P}} + \underbrace{\frac{A_H}{2} \cos(\omega_N - \omega_H)t}_{\text{D+P - dolní postranní pásma}}$

=> 3 složky s odlišnými frekvencemi: 1) vlastní nemodulovaná nosná o ω_N

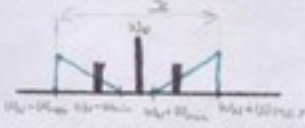


- 2) horní postranní pásmo $\omega_N + \omega_H$
- 3) dolní postranní pásmo $\omega_N - \omega_H$

$m = \frac{A_H}{A_N}$ - koeficient modulační 0 ≤ m ≤ 1 (udává se v %)

= modulační signál, kt. obratuje jediný kmitočet (přechodný signál)

- **mnohovlnný signál** - modulační signál obratuje celé kmitočtové pásmo
- místo 2 kmitočetů - ve spektru 2 postranní pásma o šířce $\omega_{min} \leq \omega \leq \omega_{max}$



šířka pásma $B = 2\omega_{max}$

- AM - **lineární modulační** - frekvenci posunuti spektra modulačního signálu, modulovaný signál obsahuje pouze ty frekvence, kt. odpovídají posunutým složkám modulačního signálu

AM - modulační s nosnou a oběma postranními pásmy - pro bezdrátové radio (walkies)

DSB - modulační s poloviční nosnou - modulační analogový národní $\omega_{DSB} = \omega_H \cdot \omega_N$

- šířka pásma stejná jako u AM $B = 2f_{max}$

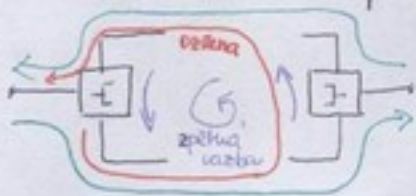
SSB - modulační s 1 postranním pásmem a poloviční nosnou (Single Side Band)

- šířka pásma $B = f_{max}$
- pro dálkové kabelové nebo rádiové spoje

Analogové přenosové systémy = nosné telefonní systémy

NÍZKOFREKVENČNÍ

- v základním pásmu



- vidlice by měla mít útlum v přímém směru ∞ velký
- ve skutečnosti je velký desítky dB \rightarrow to způsobí vznik křivky vlnky mezi vidlicemi
- pokud jen 1 smyčka, tak to nevadí, pokud víc \rightarrow klesá stabilita systému a hrozí rozkmitání

- pokud je velký zpoždění \leftarrow mohou vznikat oscilace - naruší kvalitu přenosu
- př. pouze v účasnických obvodech - tvoří holi přenosy

VYSOKOFREKVENČNÍ

- multiplexy - FDM, TDM, CDH, SDM
- chceme médium mnohonásobně (multiplex) využít \Rightarrow ^{přenosové} systémy s vícenásobným využitím přenosových cest

SDH - prostorově oddělení signálů - každému kabelu přiřadíme jinou linku

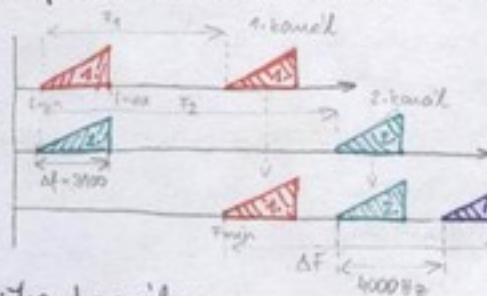
- 4drátový přenos - v dálkových spojích - je optický, hvor tam je 1 vláknem; zpočty po jiném
- prostorově oddělení

TDM - časový multiplex, del. časové okamžiky přístup ke sdílenému kanálu

CDM - kódový multiplex - využít v rádiové oblasti

FREKVENČNÍ MULTIPLEX

- frekvenční dělení přenosové cesty
- využít toho, že máme k dispozici širší kmitočtové pásmo, než dokážeme obsadit přenašeným signálem
- telefonní kanál obsadí síťové pásmo $\Delta f = f_{max} - f_{min} = 3100 - 300 = 3100 \text{ Hz}$



\hookrightarrow telefonní kanály v základním pásmu \rightarrow přesuneme do vyšší kmitočtové polohy

- signál z 1. kanálu posuneme o kmitočet F_1
- signál z m-tého kanálu - F_m

- musí mít mezi sebou mezery \rightarrow mezikanálová vzdálenost 900 Hz protože sousední kanály by rušily signál

- šířka kanálu:

$$\Delta f' = \Delta f + \Delta f_{mz} = 3100 + 900 = 4000 \text{ Hz}$$

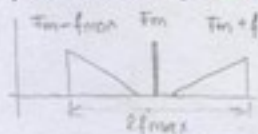
počet telefonních kanálů

F_m = nosné frekvence

FDM = nosné telefonní systémy

- výsledná šířka pásma: $\Delta F = F_{max} - F_{min} = m \cdot \Delta f'$

- používáme amplitudovou modulaci



= kolem nosné vzniknou 2 postranní pásma (seučtové a rozdílové)

- z důvodu max. využití přenosové cesty přeneseme jen 1 postranní pásmo
- které - to vybere filtr - pásmová propert

14) PŘENOS ČÍSLICOVÉ INFORMACE

[v základním pásmu (SS signály)
v přeloženém pásmu]

Číslcová informace = informace která může mít max. početů významů

- můžeme je zobrazit na čísla 0, 1, 2, ..., m-1
- pro maxi je lepší malý počet symbolů
- pokud více symbolů než významů → posloupnosti

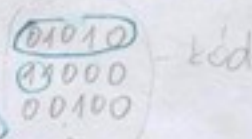
Kódování

- převod spojité informace do číslcové
- číslcová informace je třeba kólovat informací, obrazová
- dohodnutí přiřazení → abeceda

R → 18 → 10010

kód = množina kódových složek

kódová složka (kódové slovo) → 01010



kódový prvek → 1

kolik může mít kód kódových složek

kapacita kódu = max. počet kódových složek, při dané velikosti kódové složky m

$$K = m^n$$

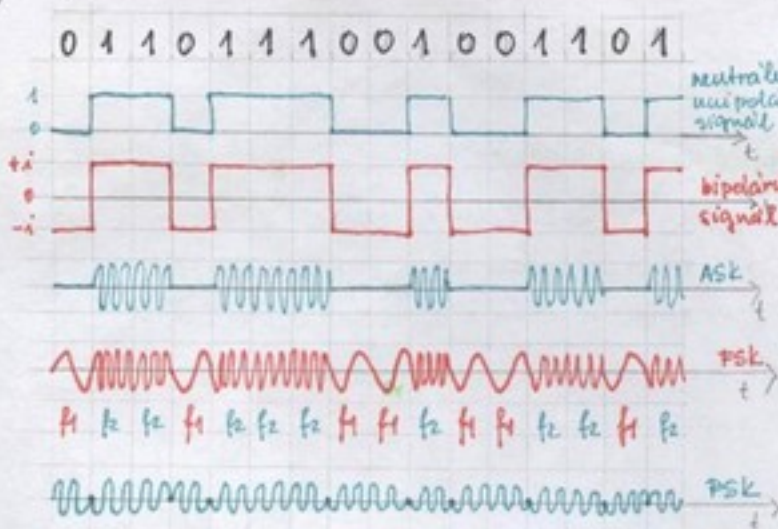
m = počet symbolů
n = délka

Pr. 01010 → $m=5$
 $m=2$ } $k = m^n = 2^5 = 32$

→ platí pouze pro kódy rovnoměrné - mají konstantní délku kód. složky

→ nerovnoměrné kódy = délka kód. složky je různá, Pr. Morseovka: m=2 (-.-)
m=1-5

15) Vyjádření číslcové informace el. signálem



unipolární signál → značkové přiřazení

↳ opakem je mezarové přiřazení

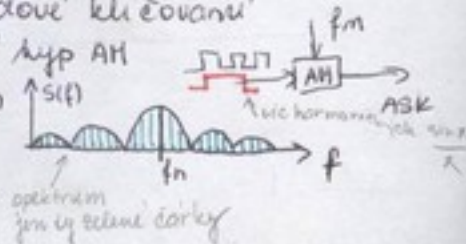
slyšoměrný proud - základní pásmo

- ostatní způsoby používají jako nosič s harmonický signál a vytvářejí číslcový signál v přeloženém pásmu

ASK - amplitudové klíčování

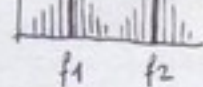
- zvláštní typ AM

- Spektrum



FSK - frekvencí klíčování

- zvláštní a malý spaz vyjádření různými frekvencemi



PSK - fázové klíčování

- přepínání 0 a 1 s tou samou frekvencí
- spektrum podobné frekvencí modulaci
- každému stavu se musí přiřadit určitý počet bitů
- pro lineární informaci $k = 2^m = S$ (stav)

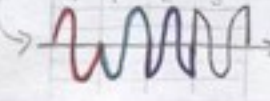
$$m = \log_2 S \text{ (stavový signál)}$$

= dvoustavová modulace

- 4stavová modulace $m = \log_2 4 = 2$ (dibity)

- 8stavová modulace $m = \log_2 8 = 3$ (tribity)

= zvláštní typ QAM - mění se pouze frekvence nosiče



QAM - modulací signálem se ovlivňuje fáze i amplituda nosiče vlny

= modulace se současným klíčováním fáze i amplit. nosiče

- 16QAM, 64QAM, 256QAM



Modulační rychlost = POČET SIGNÁLOVÝCH PRVKŮ PŘENESENÝCH KANALEM ZA SEKUNDU

- udává počet signálových prvků vyslaných za jednotku času - jak rychle mění signál svoji stav

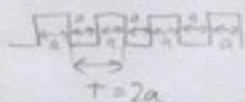
$$v_m = \frac{1}{t_{min}} = \frac{1}{a}$$

$t_{min} = a \rightarrow$ kde a = délka charakteristického časového období

- lze k ní vypočítat jakou potřebují síťku pásma pro přenos (B)

- fyzikální rozměr je $s^{-1} \rightarrow Bd$ (baud)

Modulační frekvence $f_m = \frac{1}{2a} = \frac{v_m}{2}$



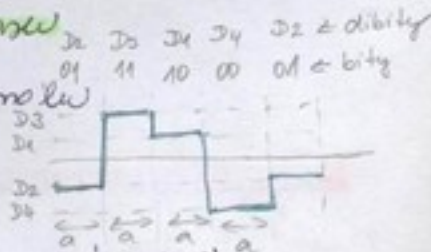
Přenosová rychlost = POČET BINÁRNÍCH PRVKŮ (BITŮ) PŘENESENÝCH ZA SEKUNDU

- udává počet binárních symbolů přenesených za jednotku času

$$v_p = v_m \cdot \log_2 S \quad [bit/s]$$

S - počet stavů číslicového signálu

čím více stavů, tím větší v_m



- zkratka bps - bit per seconds

- pro $S = 2 \rightarrow$ dvoustavový signál je $v_m = v_p$

- modem pracuje s mnohastavovými signály a množství stavů umí měnit v závislosti na telefonním signálu

Rychlost přenosu informací

- $v_{pi} [Sh/s]$ $v_{pi} < v_p$

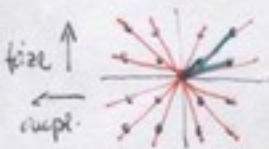
- vždy menší než přenosová rychlost

- když přidáme redundanci \rightarrow rychlost klesá

- se zvyšujícím počtem stavů při stejné síťce pásma přenesou větší množství informací

- dnes počty stavů upíná: 32, 64 \rightarrow používá se modulace QAM

= kombinace amplitudové a fázové



3 amplitudy
12 fází
 \rightarrow používáme 16 QAM

stav je v každém okamžiku charakterizován 1 fází a 1 ampl.

Kapacita sdělovacího kanálu = MAX. MNOŽSTVÍ INFORMACE KTERÉ LZE PŘENĚST KANALEM ZA JEDNOTKU ČASU

- udává jakou přenosovou rychlost můžeme dosáhnout v daném prostředí

$$C = v_{pmax} = B \cdot \log_2 \left(1 + \frac{P_s}{P_{\Sigma}} \right) \quad [bit/s]$$

P_s - střední výkon signálu

P_{Σ} - střední výkon šumů

- ovlivňují ji parametry: šířka pásma B
poměr signál/šum

CE 37 - pro ISDN

- používá signalizaci systém SS7

= signalizace po společném kanálu

- kapacita signalizačního kanálu mnohem větší než u CAS \Rightarrow rychlý

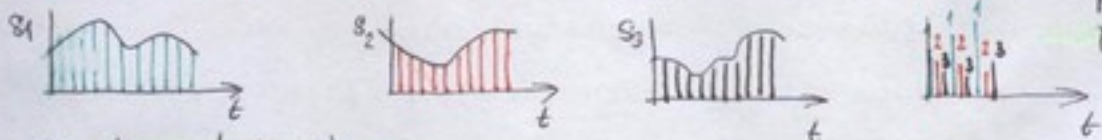
PCN 30/32 neobsahují signál. kanál \rightarrow má 16. kanál se dříve jako na datový

\Rightarrow zvyšuje se počet užitečných kanálů pro hovory/data z 30 na 31

- faktové přenosy probíhají s rychlostí 64 kbit/s

ČASOVÝ MULTIPLEX TDM

- definuje časové okamžiky přístupů ke sdílenému kanálu
 pokud přidáme čas → TDM
 pokud přidáme správu → TDMA



vzorkovací teorém

$f_{vz} \geq 2f_m$ → vzorkovací frekvence musí být alespoň dvojnásobkem maximální frekvence

- pro telekomunikační signály 0,3 - 3,4 kHz

$f_{vz} = 8 \text{ kHz} > 0,3 \text{ kHz} = f_m$

$T_v = 125 \mu\text{s}$ - vzorkovací perioda

8 bitů/vzorek → 256 bitů → 8000x za vteřinu odečetů 8bitové slovo

↳ $v_p = 64 \text{ kbit/s}$ = jednocanálový přenos

↳ obvykle mnohakanálový přenos ↓

RÁMEC PCM 1. ŘÁDU

↑ signál → diskrétní v čase, ale spojitý v hodnotách ⇒ signál tvoří nepřetržité řady toků kódujících dat

- všechny přeměněné signály jsou multiplexovány a sdruženy do rámců

- rámec - má přeměněnou strukturu
 { synchronizační informace
 signalizační informace

- základní časový interval rámců pro telefonní přenos $T_r = T_v = \frac{1}{f_v} = \frac{1}{8000} = 125 \mu\text{s}$

- mnohakanálový přenos - v Evropě nejčastěji 30 → PCM 30/32

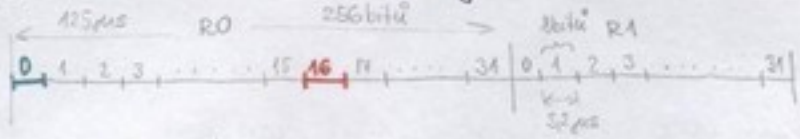
- rámec složen z 32 osmibitových kódových skupin → kanálových intervalů

- označení PCM 1. řádu nebo PCM 30/32

32 počet celkový kanálových intervalů

30 - počet telefonních kanálů, které lze přeměnit } 2 navíc = rezervy

- složení rámců - Time slots:



přenosová rychlost odpovídající 1 kanálu

$v_{p0} = \frac{N}{T_r} = N \cdot f = 8000 = 64 \text{ kbit/s}$

N = počet symbolů
 T = délka rámců

přenos. rychlost celého rámců PCM 1. řádu

$v_p = v_{p0} \cdot 32 = 2,048 \text{ Mbit/s}$

Synchronizační = 0 - započítá rozpočet počátku rámců a správu

- od něj se odpočítávají po 8mi bitech další kanálové intervaly měřící vzorky přeměněných telefonních hovorů a jiné data

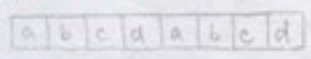
priznání vorků k odpovídajícím kanálům

Pr. hovor do 3. kanálu - zde probíhá pouze hovor, ostatní veš v 4. kanálu (signál)

0 1 2 3 4 5 6 7 ← synchronizační posloupnost

0 1 2 3 4 5 6 7 ← v jednom rámcu vykažime synchronizační slovo, ve 2. služební slovo

signalizační = 16 - metoda CAS - synchronizace po přidružených kanálech



R0 - nulový rámec → multirámecová synchronizace

R1 - první rámec → signalizace ke zma hovorovým kanálům 2x4 bity

vytváří signalizační kanál

multirámec tvoří 16 rámců

[v 0. → multirámecová synchronizace

[v 1-15. → multirámecová signalizace

kanál 1 kanál 14

kanál 2 kanál 18

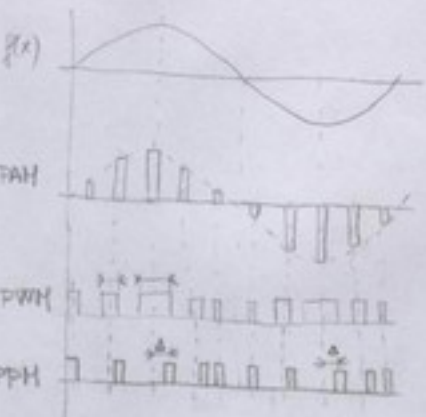
R2

3 19

R3

IMPULZNÍ MODULACE - NEKÓDOVANE

PAH - pulzní amplitudová modulace



- odebrání vzorků z původního analogového signálu
- demodulace: převedení signálu dolů propustí, která má šířku pásma shodnou s šířkou pásma pův. signálu

PWH - pulzní šířková modulace

- informačním médiem střída (= šířka impulsu)
- střední hodnota ze signálu - **integrátorem**
- př. když chce pomocí digit. signálu udělat analogový → **D/A převodník**; demodulace jako PAH

PDH - pulzní polohová modulace

- velikosti signálu se uvolivňuje amplituda impulsů, ale jejich posun vzhledem k okamžikům vzorkování signálu
- přemění menší množství energie
- hoduje podobně PWH
- pomocí klopného obvodu ji lze převést na PWH
- př. při dálkovém ovládní

- charakteristickým rysem těchto modulací je přímý zjem informací n u většiny časových okamžiků (diskrétních) - tedy z hlediska čísel nespojitě
- k dosažení nezkráceného přenosu musí vzorkovací frekvence nosu vlny vyhovět **Shannonovu - kotelníkovu (Nyquistovu) vzorkovacímu teorému**:

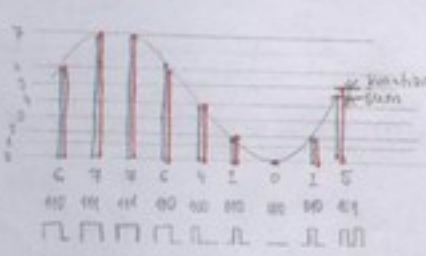
analogový signál $f(t)$, se spektrem šora ohraničeným frekvencí f_{max} , lze plně obnovit jen tehdy, je-li vzorkovací frekvence f_v větší než $2 \times f_{max}$

$$f_v \geq 2 f_{max}$$

KÓDOVANÉ MODULACE - označované jako digitální

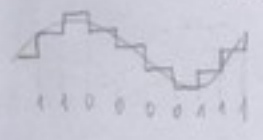
PCM - impulsní kódová modulace

DPCM - diferenční PCM - přenosní pásma kvantování rozdílů mezi skutečnou hodnotou a předchozí



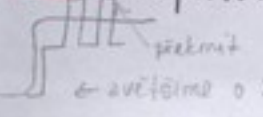
- 1) vzorkování! - rozdělím na vzorky
 - 2) kvantování! - vzorky zaokrouhluji na nejbližší diskretní úroveň
 - 3) kódování! - každému přiřadím kód
- naším kvantovací šum → nelze znovu získat původní signál
- nevýhodou je relativně velká šířka potřebného kmitočtového pásma
 - výhodou je odolnost proti rušivým napětím

DM - delta modulace



- je-li n-tý vzorek analogového signálu větší než vzorek předchozí → je v signálu DM logička "1" a naopak
- nevýhoda: pro velké změny nereaguje

ADM - adaptivní DM: v závislosti na přílihu analog. modulace uho signálu mění velikost kvantizačního kroku



- nevýhoda: dojde k překuclu

I

FREKVENČNÍ MODULACE FM

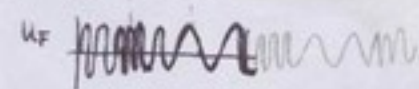
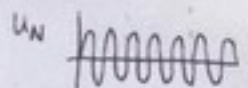
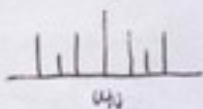
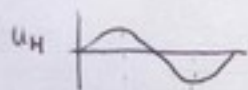
- amplituda nosné vlny je konstantní, ale mění se její frekvence v závislosti na modulačním signálu

$$u_N(t) = A_N \cdot \sin(\omega_N t)$$

$$u_H(t) = A_H \cdot \cos(\omega_H t)$$

- nejmenší změna nosné frekvence $\Delta\omega_N$ - frekvenční zdvih

- index frekvencí modulační $m_F = \frac{\Delta\omega_N}{\omega_N}$



- spektrum rozložíme do nekonečného množství (spočetní) spektrálních čar umístěných symetricky k ω_N

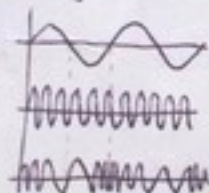
- amplituda kompletního signálu FM je konstantní \rightarrow výkon je konstantní (převášený)

- výkon koncentrován hlavně v postranních pásech \rightarrow širokopásmová FM modulační je energeticky výhodnější než AM

FAZOVÁ MODULACE PM

- s amplitudou signálu A_H se souhlasně mění fáze nosné vlny φ

- stejné frekvenční spektrum jako FM



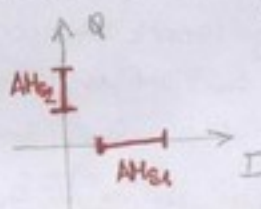
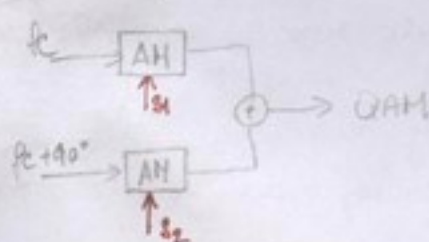
- ne má se skoro nepoužívá
- demodulace je obtížnější než u FM
- špatně přemění modul

Porovnání AM x FM:

- + FM větší dynamický rozsah přenosového modulačního signálu
- + při př. širokopásmové FM dochází při demodulaci k lepšímu poměru signál/šum
- + přijímá se FM jsou schopné při přijmu 2 signálů se slyšet ucho blízkou frekvenci nepřevládá silnější signál a poležit slabsí
- + FM odolná proti impulzním poruchám, kt. mají charakter parazitní AM
- FM potřebuje větší vř. síťku pásma, kt. se zvětšuje s rostoucím indexem FM m_F

MODULACE QAM

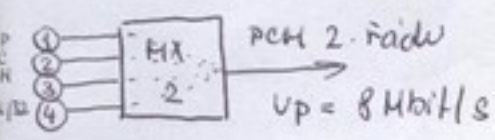
- kvadraturní amplitudová
- používají se 2 nosné vlny, které mají slyšenou frekvenci, obvykle i slyšenou amplitudu, ale jsou vůči sobě trvale posunuty o fázový úhel $\varphi = 90^\circ$
- = současná amplitudová a fázová modulační jedine nosné vlny



př: barva složka
TV signálu

PDH - Plesiochronu' digitalu' hierarchie

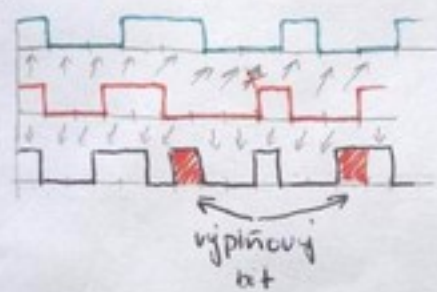
- kedy' urca' 3ti kaud'love' rychlosti
- k prenosu dal' vyssich prenosovych rychlosti
- multiplexovani' do vyssich radeu
- v PCM 1. radeu je prenosova rychlost $v_p = 2,048 \text{ Mbit/s}$



Evropa: prenosova rychlost službu' informaciu
 $v_p = 4 \times 2,048 + \dots$ (vždy o něco větší)

- proces vklada'ni' n'ic'ho navíc = **Stuffing**

- prokladani' po bitech: pokud ma' signal višsich radeu vyssi' v_p než signal vyssiho radeu \rightarrow zaplneno by to na zbyte \rightarrow museli byt'om 1 bit vypustit
- \Rightarrow počet bitovych mist' v signale vyssiho radeu bude vyssi' (přidáme rezervu)



- 3. radeu $v_p = 34 \text{ Mbit/s}$
- 4. radeu $v_p = 140 \text{ Mbit/s}$
- 6. radeu $v_p = 565 \text{ Mbit/s}$

- není úplně standardizovaný jako ostatní, prokladani' po bitech \rightarrow není do toho vidět

- 3 druhy standardu: **Evropsky'**
 minokaud'lová signalizace
 32 kaud'lový přenos
 jeme do 4x vyssi'ch kaud'lu

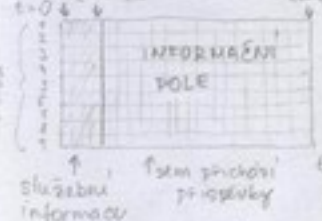
Americky' japonsky'
 vnitrokaud'lová signalizace
 24 kaud'lový přenos = $v_p = 1544 \text{ kbit/s}$
 jdeme do 8x, 16x vyssi'ch kaud'lu

\rightarrow jiná charakteristika kódovani' \rightarrow nelze systémy propojovat

SDH - Synchronu' digitalu' hierarchie

- vycházi z amerického standardu SONET - synchronu' optické síti
- řízení prokladani' po slych' byt'ech
- důsledně dodržovana' délka rámeu 125 μs jako u PCM 1. radeu
- nejví' žsi' prenosova rychlost **155 Mbit/s** (= nejví' přenos. rychlost u PDH)
- prenosovym' médiem optické vláknou (v_p - desítky Gbit/s \rightarrow vlnový multiplex WDM až Tbit/s)
- základni' signály SDH se nazývaji **STM-N - synchronu' transportu' moduly**

v telekomunikacích pasivnímu jednání - dva opt. vláknou



- 9 rámeu po 270 bytech
- první 9 bytů nese pomocnou informaci

$N =$ hierarch. stupěň \rightarrow do kolika signálu lze STM-N demultiplexovat
 $v_p = 270 \times 9 \times 8000 = 155 \text{ Mbit/s}$

informační pole - pro přenos signálu v podobě virtuálního kontajneru VC

- SDH umožnuje začlenovat příspěvky PDH (standard. ISDN kaud'ly, ATM bunčky)
- TU - příspěvková jednotka
- AU - administrativní jednotka

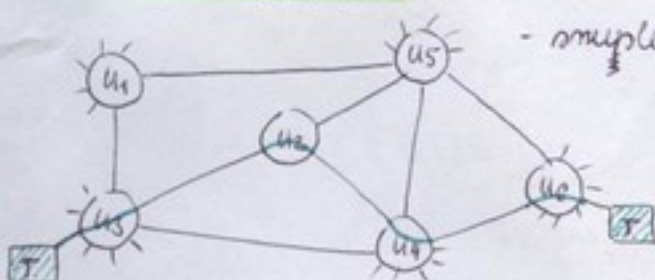
signálem STM-1 lze přenést:
 1 signál PDH 4. radeu
 3 signály PDH 3. radeu
 63 signálů PCM 30/32

- hierarchické stupě' SDH
- du'ze { STM-1 $v_p = 155 \text{ Mbit/s}$
- STM-4 $v_p = 622 \text{ Mbit/s}$
- STM-16 $v_p = 2,5 \text{ Gbit/s}$
- STM-64 $v_p = 10 \text{ Gbit/s}$
- STM-256 $v_p = 40 \text{ Gbit/s}$

- v louském roe, postaveno na polovodičích, není se, zda se v_p může ještě zvýšit

TELEFONNÍ ÚSTŘEDNY

Komutace kanálů

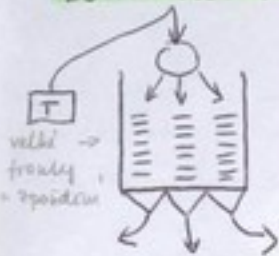


- soubrem ústředny je propojoval účastníky navzájem a s celou sítí

- charakteristické rysy pro komutaci kanálů:
 - dočasnost
 - přenosová kapacita je přidělována do momentu přenosu pouze mu → je málo využívána

- spojení může být pokládáno jinudy
- zpořádkování při přenosu je dáno zpořádkováním signálů → je velmi malé
- vhodná pro dialogové režimy
- na tomto principu fungují všechny ústředny

Komutace zpráv



- metoda je pro dialogové režimy
 - má značné zpoždění: příjem, vychození, odeslání

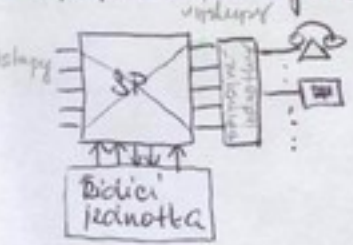
- oba účastníci musí spolupracovat (u příp. kanálu komunikace pouze s ústřednou)

- přenášená data mohou čekat ve frontě → velké zpoždění komunikace → metoda pro telefonování

Komutace paketů

- aplikace na komutaci zpráv
- zprávu nepřenášíme jako celek, ale rozdělíme ji na kratší úseky → pakety
- posíláme je zvlášť → pak složíme
- zpořádkování neprobíhá - celou zprávu posílám 1 minutu, paket - dostanu vteřiny
- zpořádkování při paketu i pro telefonování - ale telef. v paketech nic moc
- každý paket může být přenesen jinou cestou → větší efektivita a η
- paketům přiřazujeme různé priority: př. telefon. zprávy - pakety neměly být hodny → hovor by nebyl přerušován

Spojovací systémy



- obsahují [spojovací pole - složení ze spínacích prvků
 - řízení - koordinuje vstupem činnost spoj. systému

- úkolem je propojovat vstupy a výstupy navzájem
- u nás ústředny 4. generace - číslicové ústředny
 jkozapad - EWSD Siemens
 rezero vjehod - S12 Alcatel

} digitální struktura různá

IDN - digitální integrovaná síť

- pracuje s digitálním spojováním v ústřednách
- - - - s digit. přenosovými systémy na principu PCM

dig. ústředna s ISDN umožňuje připojovat přípojky [analogové, digitální (ISDN)

ISDN - digit. síť integrovaných služeb

- používají pro vytvoření ISDN [vyžaduje IDN
 zavedení cent. signalizace SS7 (-CCS7)
 do sítě IDN

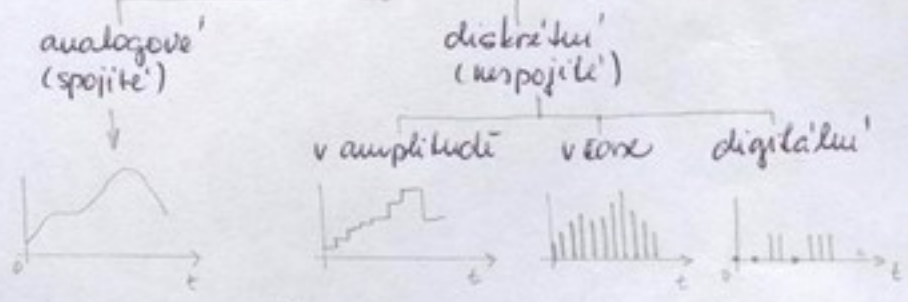
Přípojky ISDN:

- BRP - základní přístup, 2B+D - dvochrátové vedení → pro každý směr 2 časové třídění info kanály B pro přenos hovorových nebo datových info, D - signalizační kanál
- PRA - primární přístup 30B+D - v obou směrech přenos, velké rychlosti

SIGNAL

- časově proměnný průběh elektrického proudu nebo napětí
- fyzikální vyjádření zprávy - signál elektrický, akustický, optický

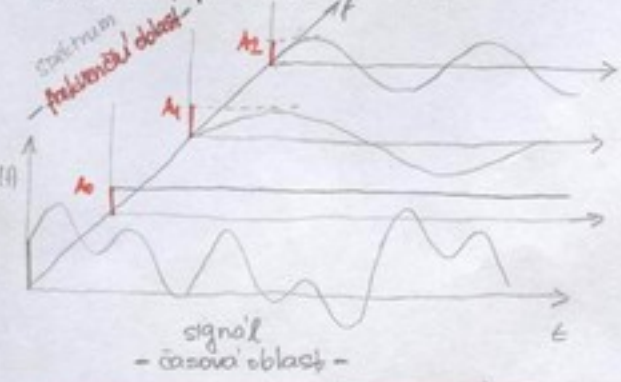
radioelektronické signály



diskrétní v amplitudě = kvantované signály, vzorkům přiřazený hodnoty 8bitů = 256 hodnot

diskrétní v čase = vzorkování
Nyquistův vzorkovací teorém
 $f_{vz} \geq 2 f_{max}$

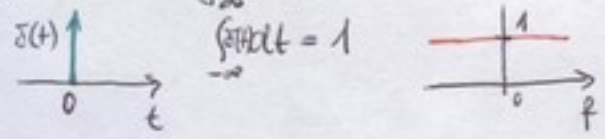
časová, frekvencí oblast



rozklad periodické $f(t)$ na stejnosměrnou složku a jednovlnné harmonické

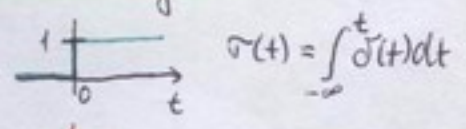
ELEMENTÁRNÍ SIGNÁLY

jednotkový impuls = Diracova funkce $\delta(t)$

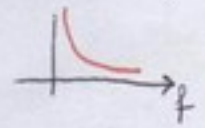


impulzová charakteristika = odezva na jednotkový impuls
← spektrum je nekonečná čára složená z ∞ mnoha sinusovek

jednotkový skok

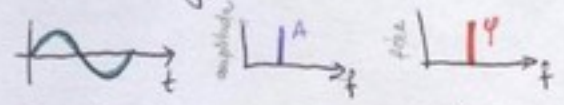


$\sigma(t) = \int_{-\infty}^t \delta(t) dt$ → derivací jednotkového skoku dostaneme jednotkový impuls
 $\sigma(t) = \begin{cases} 0 & \text{pro } t \leq 0 \\ 1 & \text{pro } t > 0 \end{cases}$

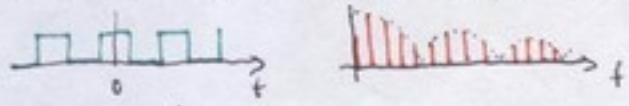


Přechodová charakteristika je odezva na jednotkový skok
- integrací impulzové charakteristiky dostaneme přechodovou charakteristiku s posunem

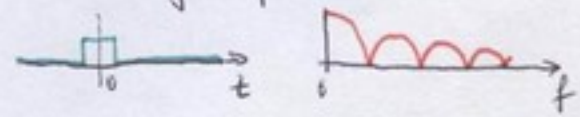
harmonický průběh



periodická řada pravouhlych impulzů



osamocení impuls



DRUŽICOVÉ SYSTÉMY

- pro vědecký výzkum kosmu, pro výzkum země, meteorologické družice, geografické, navigační
- telekomunikační družice

- družice na geostacionárních drahách - GEO
- družice na nestacionárních drahách
 - nízké dráhy LEO
 - střední dráhy MEO



GEO: 36 000 km od země

- má stejnou oběžnou dobu jako rotace země
- je nad rovníkem
- vůči zemi pořád na stejném místě
- nevýhody: není pokrytí na pólech



v údolích, ve městech s vysokými budovami
 ⇒ není nejlepší podmínka pro šíření vln - má pro mobilní komunikaci
 - velké jednovrstvé zpoždění v důsledku vzdálenosti je to nepříjemné
 pro telefon

$n = \frac{36000}{3 \cdot 10^8} = 0,12$ pro pozemská stanice - GEO družice - pozem. stanice

$\Rightarrow 125 \times 2 = 240 \text{ ms}$ ⇒ má velké zpoždění pro telefon

- stačí 3-4 družice pro globální pokrytí

MEO - i pro telekomunikaci

- počet družic pro pokrytí 10-11
- výška dráhy 10 000 km, doba oběhu 5 hodin

LEO - 750 - 2000 km, doba oběhu 80 - 130 minut

- 45-40 družice

- raketoplány létají do výšky 120 km nad zemí

- LEO a MEO už nemají být nad rovníkem

- **Falkenův páj** - typově ionizované částice - není elektrické ⇒ musí se rychle proletět

- družice - napojení sluncem, NiCd články, 5-6 kW



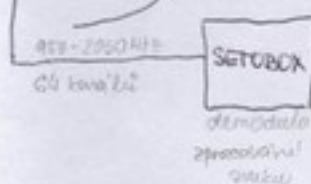
parabolické antény 6-30 m
 zařízení s velkou účinností a malým úmrem

- satelitní uplink TV: modulace FM, kanál 24 MHz (u TV 8 MHz)

- **LMB blok** - umístěn v ohniskové parabole = anténa + zesilovač + směšovač

setbox - předání zařízení k TV

- přijmu signál z družice na 10 GHz, přijmu ho do antény → do nízkofrekvenčního bloku LMB → konvertor → změna se frekvence



tedy se vybere 1 kanál a ten se demoduluje

- kvalita zvuku vyrazí vyšší než u FM rádia

zvuk
 satelitního
 přijímače



TELEVIZE

- člověk vidí 1 úhlovou vlnivku (černobíle)
- je schopný vyhodnotit 12 obr. za vlnivku
- **oční senzory** - 4 skupiny: 3 pro barevné vidění, 1 pro černobíle - rychlé z 1 části mozku - jsou velmi pro rychlý výsm
- vlnivka 500 Lux
- slunečko 2000-5000 Lux
- světlo 100 000 Lux
- od 1000 snímků vidět barvu
- vyžaduje citlivost, rychlost
- 0,5 luxů - 100 000 luxů

TV signál = obrazový + zvukový

obrazový signál obsahuje informaci o jasu - $\frac{1}{3}$ rozlišovací schopnosti je v jasu (Y)

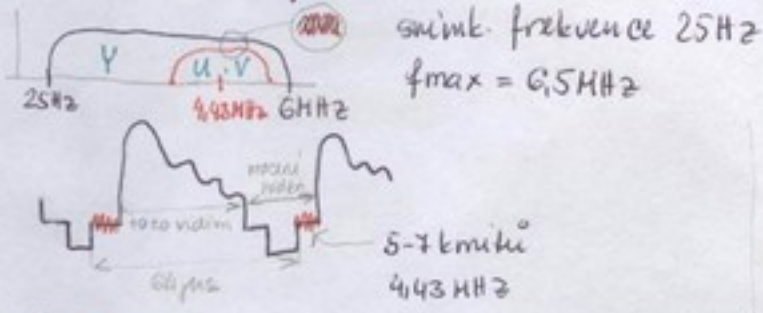
- přenosí se 25 snímků / s
- každý snímek se rozkládá na 625 řádků
- prokládaným způsobem \Rightarrow každý snímek se přenosí jako 2 pulsnímky
- v lichém pulsnímku \rightarrow všechny liché řádky (1-32,5) \rightarrow v mezích mezi nimi \rightarrow řádky
- v sudém pulsnímku \rightarrow 32,5 - 625
- řádková frekvence 25.625 = 15,625 kHz
- doba trvání jednoho řádku 64 μ s
- poměr obrazu 4:3 $\#$ (16:9) \rightarrow 1 snímek = 625 ($\frac{4}{3}$ 625) = 520 833 bodů = N
- spektrum TV signálu

$\frac{1}{4}$ a - u - v barvě: $Y = R + G + B$
 $U = R - Y$
 $V = B - Y$



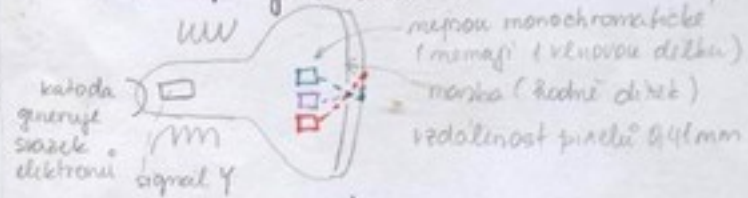
PAL - v TV se nepřenosí info o barvě v každém řádku, ale v každém 2. řádku

\rightarrow při sním. frekvenci 25 Hz se za sekundu přeneslo $25 \cdot N = 13 \cdot 10^6$ bodů



OBRAZOVKA

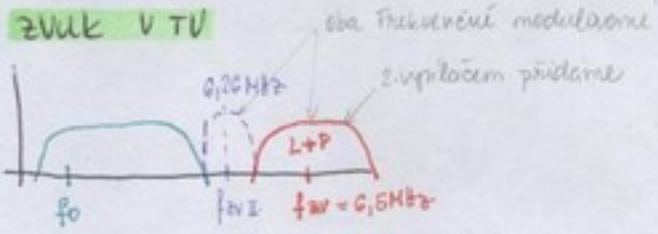
- můžky - luminy - látka která při dopadu elektronů zobrazuje světlo
- luminy 3 \rightarrow RGB



- snímací pupek - snímací elektronka (Plumbikon)
- destička pokryta vrstvou oxidu olova
- barevné: 3 snímací pučky
- \rightarrow zahřívá - zchládím \rightarrow olovo se roztrhá re kousky
- \rightarrow kousky se malují \rightarrow snímací proud \rightarrow postupně
- před snímací pučkou dóm opt. mřížka \rightarrow rozklad na duhu \rightarrow při vypouštění ven dostáváme info o barevných složkách, mřížka \approx SiO₂

- podle uspořádání trysky
- Delta** - má 3 trysky
- Inline** - kulová plocha
- jiné obrazovky \rightarrow miska má oválné odhony - tak jak to odpovídá zvěně mg. pole
- Trinitron (Sony)** - místo direkt má drátky
- měze kulová plocha \rightarrow drátky se neohnou
- víc paprsků \rightarrow větší jas
- má válečkové štítko

ZVUK V TV



v druhém kanálu se přenosí - signál z levého kanálu
 - daking
 - 20dB pod (L+P)
 signál zvuků 12dB pod obrazovou úroveň

LCD - působením el. pole mění svoji propustnost v polarizační rovině

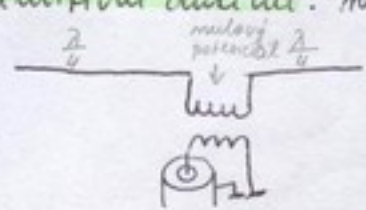
u LCD TV je místo zrcátka světelný displej kl. to prosvětlující
 polarizační filtr
 tekuté krystalové zrcátko
 - pro barevnou TV - 3 vrstvy LB

Plazmový displej - výloj n. plynu, barva závisí na složení plynu \rightarrow má omezené spektrální čáry

ANTENY

dipól = anténa složená ze dvou zářičů o délce $\frac{\lambda}{4}$ které jsou v 1 fázi (vodiči)

- materiál: kov + dielektrikum
- velikost musí být srovnatelná s vlnovou délkou
- primitivní anténa: nekonečně tenká vodičový tyč v dielektr. prostředí



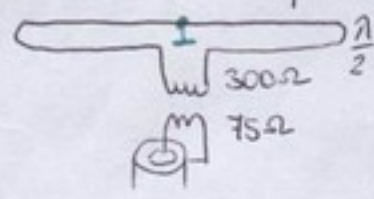
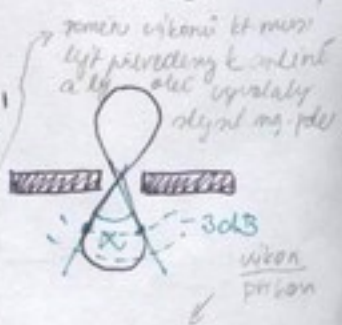
$$\lambda = \frac{v}{f}$$

$$v = k \cdot c$$

$$k = \sqrt{\frac{1}{\epsilon_r \mu_r}}$$

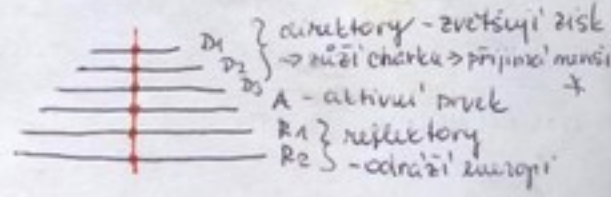
k je číselný koeficient - udává kolikrát je v menší než c

- impedance $\sim 45 \Omega$, $Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$
- anténa je symetrická - žádnou část nemohu spojit se zemí
- že směru osy antény se signál nepřijímá
- že směru kolmého k os antény přijímá se maximum signálu
- α = úhel, kde klesne signál antény o -3dB
- zisk antény: poměr kolik toho přijme anténa vůči dipólu - součin směrovosti a účinnosti antény
- coax. kabel - nesymetrické vedení



↑ protože plocha je připojen na zem (má nulový potenciál)
 - uzemnění antény udává norma - je to podružná transformace napětí m_1/m_2
 transformace proudů $\frac{1}{m}$
 poměr závitů $m = \frac{2}{1}$
 transformace výkonů - stejná
 impedance - kvadrát závitů

- číselný nepřizpůsobení: přijímací anténa < 3
 vysílací anténa $< 1,2$
- řadyho antény - skládají se z několika prvků

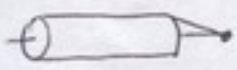


KOAXIÁLNÍ KABEL

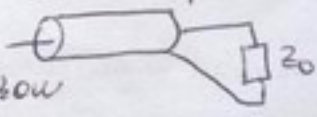
- 2 souosé vodiče, vlnový dielektrikum je vlnová mezera mezi nimi
- $Z = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}} = \sqrt{\frac{L}{C}}$ vlnová impedance = 45 Ohm - přijímací strana = 50 Ohm - vysílací strana



- pro nižší frekvence (100ky Hz) $\rightarrow Z_0 = \sqrt{\frac{R}{G}}$
- pro vysoké frekvence $Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$
- Z_0 závislá na frekvenci a délce vedení
- coax. má útlum 20dB/100m (vstupní jen pro krátké vzdálenosti)
- pro měření indukčnosti - zkratujeme
- " " kapacity - rozpojíme

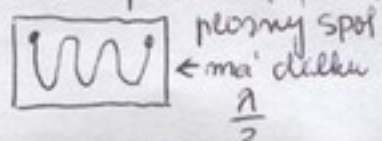
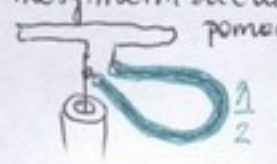


- reflektometr - umí oddělit E kt. přichází do koaxu a E kt. se vrací zpět
- coax je vhodný pro přenos frekvence - když je průměr vodiče srovnatelný s vlnovou délkou



kdy má vedení vlnovou délku λ ? Takový nejkratší úsek vedení ve kterém jsou signály ve stejné fázi

- navíc se př. antény a symetrické vedení \rightarrow musíme přivést na nesymetrické \rightarrow transformace
- \rightarrow nesymetrické zač. člen pomocí vedení $\frac{\lambda}{2}$
- duo symetrický člen

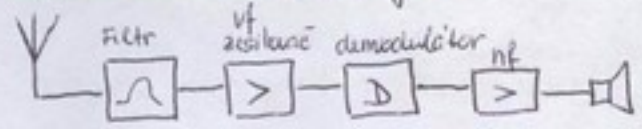


- 45 Ohm - od antény do TV
- 50 Ohm - CB
- 600 Ohm - pro telefony

PŘIJÍMAČ

- musí zesílit signál z několika μW , pW na úroveň našich smyslu
- nejjednodušší typ přijímače

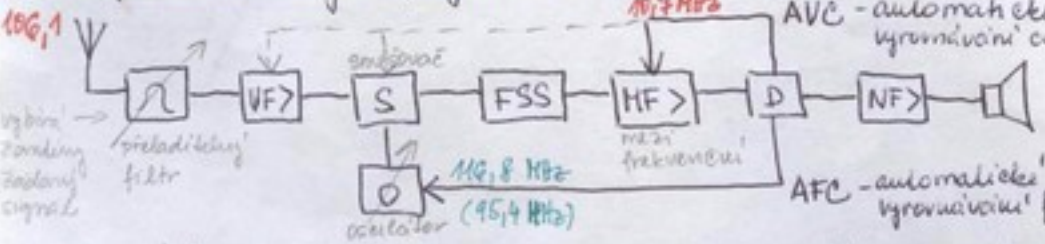
Přijímač přímozesilující



Vf - nejvyšší účinnost, polokřemíkové usměrňovací signály demodulátorem může být dioda - demodulace Vf signálu
 Závlní na kmitočtu
 filtr - nemusi být dokonalý

- v případě přeladování nemá vysokou selektivitu \rightarrow není vhodný
- př. lām, kde je 1 pevný kmitočet (radiobudík)

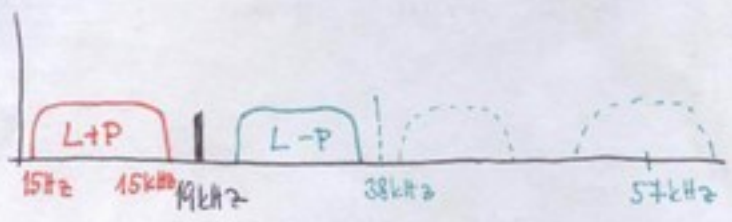
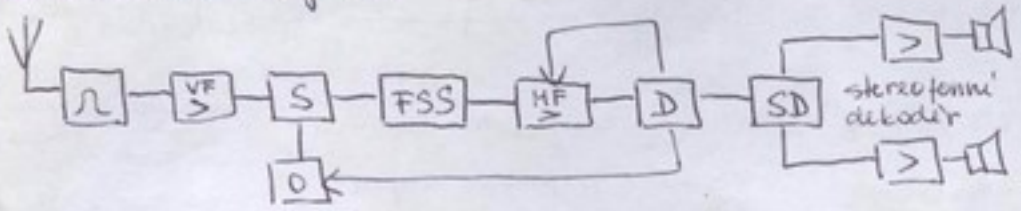
Nepřímozesilující přijímač (HETERODYN)



FSS - filtr soustředěné selektivity
 HF - kladný na konst. frekv. - mění-li se frekvence přijímaného signálu - mění se frekv. oscilátoru aby mezi frekvencí byla pořád konst.

- na výstupní směrovači je kmitočet dan součtem (rozdílem) vstupního sign. a oscilátoru
- vstup 106,1 MHz (FM plus)
- VKU 87,5 - 108 MHz \rightarrow pásmo, kde je frekvence modulovaným rozhlas
- MF - zesílení okolo 90dB
- NF - zesílení okolo 20dB
- = schéma rozhlasového přijímače (ale je i v TV nebo mobilu)

Stereofonní přijímač



když vynásobím signál nosnou \rightarrow modulací složka
 - 19 kHz má stejný signál jako nosná 38 kHz
 - když je 19 kHz \rightarrow stereofonní uplínání
 - na 57 kHz namodulovaním paketoný tok \rightarrow

\Rightarrow RDS Radio Data System

- jméno stanice
- frekvence na kt. se upila
- čas
- dopravní zpravodajství
- o jaký záme se jedná