

Trenažér pro analogovou komunikaci EC-696

Analog communications training system EC-696

Kristýna Guricová, DiS.



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Kristýna GURICOVÁ
Osobní číslo: A07483
Studijní program: B 3902 Inženýrská informatika
Studijní obor: Informační a řídicí technologie

Téma práce: Trenažér pro analogovou komunikaci EC-696

Zásady pro vypracování:

1. Prostudujte problematiku analogové komunikace.
2. Analyzujte přiloženou dokumentaci k danému zařízení.
3. Vyberte důležité pasáže z hlediska realizace úloh na analogovou komunikaci.
4. Přeložte podklady a zpracujte příručku pro obsluhu a nastavování parametrů.
5. Vypracujte zadání úloh včetně instruktáže a stručného popisu souvisejícího technického principu.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **RODEN, Martin S.** Analog and Digital Communication Systems . London : Prentice Hall, 1991. 505 s. ISBN 0130353531.
2. **KOCUREK, Petr, NOVÁK, Jiří.** Přenos informace . Praha : ČVUT, 2004. 241 s. ISBN 8001028925.
3. **HOFFNER, Václav.** Úvod do teorie signálů . Praha : SNTL, 1979. 451 s.
4. **MIKROKOM, s.r.o., MIKROKOM, s.r.o.** [online]. 2010 [cit. 2010-01-29]. Dostupný z WWW: <http://www.mikrokom.eu>.
5. **PROMAX Electronica S. A. . PROMAX Electronica S. A.** [online]. 2010 [cit. 2010-01-29]. Dostupný z WWW: <http://www.promaxelectronics.com>.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Petr Skočík
Ústav elektroniky a měření

Datum zadání bakalářské práce:

25. února 2011

Termín odevzdání bakalářské práce:

7. června 2011

Ve Zlíně dne 25. února 2011


prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan




prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce je rozdělena na dvě části. První z nich se zabývá teoretickými znalostmi a možnostmi využití analogové komunikace. Popsány jsou také jednotlivé druhy modulací (AM, FM, PWM a frekvenční multiplexace), které umožňují přenos dat v takovém formátu, jaký je vhodný pro jednotlivá přenosová média.

Druhá část je pak rozdělena do několika úseků, které se zabývají praktickým ověřením teoretických znalostí a to na trenažeru pro analogovou komunikaci typu EC-696 od společnosti Promax.

Klíčová slova: analogová komunikace, přenosová média, modulace, demodulace

ABSTRACT

This bachelor's thesis is divided into two parts. First of them is focused on analog communication, its theoretical knowledge and possibilities of using. Several types of modulations (such as AM, FM, PWM and frequency division multiplex) are describe too, as well as transmitting dates in correct form through transmission channels.

The second part includes several more sections. These sections describe practical verification of the theoretical knowledge which are tested on the analog communications training system EC-696 provided by Promax company.

Keywords: analog communication, transmission channels, modulation, demodulation

Ráda bych poděkovala panu Ing. Petru Skočíkovi, který mi jako vedoucí bakalářské práce velice ochotně pomáhal a podával mi cenné rady i připomínky v průběhu celého období, kdy docházelo ke zpracování a úpravám této práce.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo - bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 KOMUNIKACE	11
1.1 VÝVOJ KOMUNIKACE	11
1.2 POJEM KOMUNIKACE	11
1.3 PŘENOS INFORMACÍ.....	12
1.3.1 Signály a jejich dělení	12
2 ANALOGOVÁ VS. DIGITÁLNÍ KOMUNIKACE.....	14
2.1 SYSTÉMY VYUŽÍVAJÍCÍ ANALOGOVOU KOMUNIKACI	14
2.2 VÝHODY ANALOGOVÉ KOMUNIKACE	15
2.3 NEVÝHODY ANALOGOVÉ KOMUNIKACE	15
3 PŘENOSOVÁ MÉDIA	16
3.1 METALICKÁ VEDENÍ	16
3.1.1 Koaxiální kabel	16
3.1.2 Kroucená dvojlinka	17
3.2 AKUSTICKÁ VEDENÍ	17
3.3 ELEKTROMAGNETICKÁ VEDENÍ	18
3.4 OPTICKÁ VEDENÍ	18
3.5 ZMĚNY SIGNÁLU PŘI PŘENOSU	19
3.5.1 Zkreslení.....	19
3.5.2 Šum	20
3.5.3 Rušení (interference).....	20
4 MODULACE	21
4.1 AM MODULACE.....	22
4.2 FM MODULACE	24
4.3 PWM MODULACE.....	25
4.4 FREKVENČNÍ MULTIPLEX.....	26
II PRAKTICKÁ ČÁST	27
5 LABORATOŘE.....	28
6 MODULACE A JEJICH POROVNÁNÍ	29
6.1 NÁVRH MĚŘENÍ	29
6.1.1 Cíl měření.....	29
6.1.2 Teorie k měření	29
6.2 PRAKTICKÉ OVĚŘENÍ.....	30
6.2.1 Postup měření.....	30
6.2.2 Další možnosti měření.....	31
6.2.3 Závěr	31
7 VLIV PŘENOSOVÝCH MÉDIÍ NA PŘENÁŠENÝ SIGNÁL.....	32
7.1 NÁVRH MĚŘENÍ	32
7.1.1 Cíl měření.....	32
7.1.2 Teorie k měření	32

7.2	PRAKTICKÉ OVĚŘENÍ	33
7.2.1	Postup měření	33
7.2.2	Další možnosti měření	34
7.2.3	Závěr	34
8	PŘENOS HLASU	35
8.1	NÁVRH MĚŘENÍ	35
8.1.1	Cíl měření	35
8.1.2	Teorie k měření	35
8.2	PRAKTICKÉ OVĚŘENÍ	36
8.2.1	Postup měření	36
8.2.2	Další možnosti měření	37
8.2.3	Závěr	37
9	MULTIPLEXACE	38
9.1	NÁVRH MĚŘENÍ	38
9.1.1	Cíl měření	38
9.1.2	Teorie k měření	38
9.2	PRAKTICKÉ OVĚŘENÍ	38
9.2.1	Postup měření	39
9.2.2	Další možnosti měření	39
9.2.3	Závěr	39
10	DOPLŇKOVÁ CVIČENÍ.....	40
10.1	NÁVRH MĚŘENÍ	40
10.1.1	Cíl měření	40
10.1.2	Teorie k měření	40
10.2	PRAKTICKÉ OVĚŘENÍ	41
10.2.1	Postup měření	41
10.2.2	Další možnosti měření	41
10.2.3	Závěr	42
11	POSTŘEHY Z MĚŘENÍ.....	43
	ZÁVĚR	45
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....	46
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	47
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	49
	SEZNAM OBRÁZKŮ	50

ÚVOD

Komunikace jako taková je jedním z nejdůležitějších prvků, jakými si lidé mohou navzájem předávat nabyté zkušenosti. Ve snaze o přenos informací vznikaly postupem času různé způsoby přenosu dat, ke kterým rozhodně řadíme také analogovou komunikaci. Ta do našeho světa přinesla možnosti jako přenos lidského hlasu, odesílání dat na dálku nebo možnost sledovat aktuální dění ve světě pomocí rádiových či televizních přenosů. V dnešní době jsou pro nás tyto věci samozřejmostí, ne vždy tomu ale tak bylo.

Proto se chci při tvorbě této bakalářské práce zaměřit především na celkový vývoj komunikace s přihlédnutím právě na tu analogovou. Ráda bych zpracovala hlavní možnosti a využití tohoto způsobu přenosu dat, který má i v dnešní době, kdy dochází ke stále většímu rozvoji digitálních technologií, svou nezastupitelnou hodnotu.

Protože výstupem z této bakalářské práce by měl být návrh laboratorních cvičení pro trenážer analogové komunikace EC-696, budu se při své práci zabývat také možnostmi jednotlivých modulací, především pak amplitudové, frekvenční a pulsně šířkové. A to z toho důvodu, že tento trenážer od společnosti Promax umožňuje právě možnost otestovat si, jak se tyto modulace chovají v praxi.

Dalším důležitým prvkem mé práce by měla být přenosová média, jelikož trenážer umožňuje přenášet signály přes rozdílné přenosové cesty, např. přes dvojlinku, koaxiální kabel, optické vlákno, infračervený přenos či rádiové spojení, proto se chci zaměřit také na základní vlastnosti a možnosti těchto médií. Doufám tedy, že se při vytváření zadání laboratorních cvičení naučím s trenážerem pracovat, objevím jeho výhody i nevýhody a pokusím se co nejvýhodněji formulovat, co svým uživatelům dokáže nabídnout a jak s ním co nejefektivněji pracovat.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 KOMUNIKACE

1.1 Vývoj komunikace

První historické známky komunikace pocházejí z období 4. tisíciletí před Kristem, ze kterého se dochovalo zejména obrázkové písmo. Zhruba o tisíc let později vzniká první abeceda a snaha o dlouhodobější uchování důležitých informací. Lidé začali využívat různá záznamová média (kámen, hliněné destičky či papyrus), která se z místa na místo dostávala především díky posílům a jezdcům na koních.

V 15. století došlo k vynálezu knihtisku, což velmi usnadnilo předávání a získávání nových informací – klesla cena knih, které už nemusely být psány jen ručně, a rostla také jejich dostupnost. I tak ale byla informace stále vázána na pevné médium.

Další mezník ve vývoji komunikace přišel s rozvojem železniční dopravy, se kterou se přímo vyvíjel také telegraf. Lidstvo se tak poprvé mohlo dorozumívat na vzdálenost delší, než jim umožňoval jejich vlastní hlas. Od vývoje telegrafu už byl jen krůček k vývoji prvního hlasového přenosu – telefonu. S tím souviselo i první sdílení jednoho vodiče několika hovory po co nejdelší trase (multiplexace).

V období druhé světové války dochází k nástupu prvních počítačů. K rozšíření komunikace na dálku přispěl především dálnopis, což bylo telekomunikační zařízení, které umožňovalo vysílání jedné stanice na neomezené množství stanic přijímacích a stal se tak prvním počítačovým terminálem. Následoval jej fax, který poprvé umožnil také přenos grafické informace.

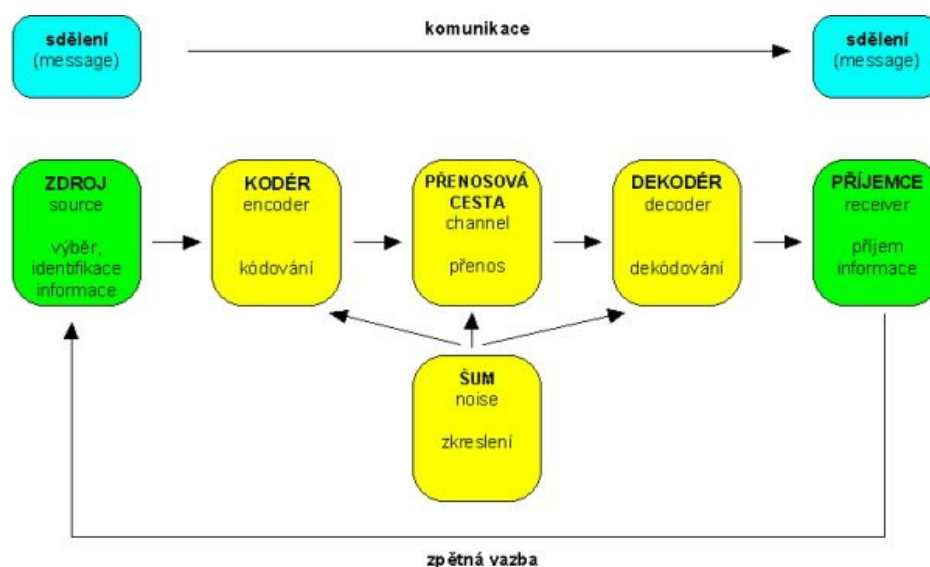
První počítače vznikali od 30. let a umožňovali efektivnější práci s daty. Zároveň vzniká i modem, který umožnil přenos binárních dat, což doposud nebylo možné. S vývojem samotných počítačů došlo logicky také k rozvoji počítačových sítí různých topologií (polygonální, sběrníková, hvězdicová, kruhová, kombinovaná) a velikostí (LAN, MAN, WAN), komunikaci online či vývoji operačních systémů a jednotlivých aplikací. [1]

1.2 Pojem komunikace

Komunikace je jedním z četných slov, která pocházejí z latinského základu communis, tj. společný, pospolitý, obecný. Podstatné jméno communicatio, -ionis, f. pak označuje společnou účast, sdílení a sdělení. [2]

Komunikací můžeme rozumět přenos či spojení, při kterém dochází k přesunu informace z jednoho místa na druhé, přičemž mezi zdrojem a příjemcem se nachází přenosové médium, které tento proces zabezpečuje. Zpravidla se zpráva, kterou přenášíme ze zdroje na místo určení, nenachází ve tvaru, který požadujeme. Proto pravidelně do komunikačního procesu vstupují také další prvky, jakými jsou například kodér a dekodér. Kodér dokáže informaci přeložit do kódu (tj. signálu, znaků, apod.), který je možno vyslat skrz přenosovou cestu až k dekodéru, který přijatá data přetransformuje zpět na původní vysílanou informaci.

Při takovém přenosu se často setkáváme s nežádoucími vlivy, jako jsou útlum, zkreslení či šum, které snižují věrnost přenosu. Příklad takového přenosu znázorňuje i následující obrázek (Obr. 1).



Obr. 1. Schéma komunikačního systému, Shannon-Weaverův model

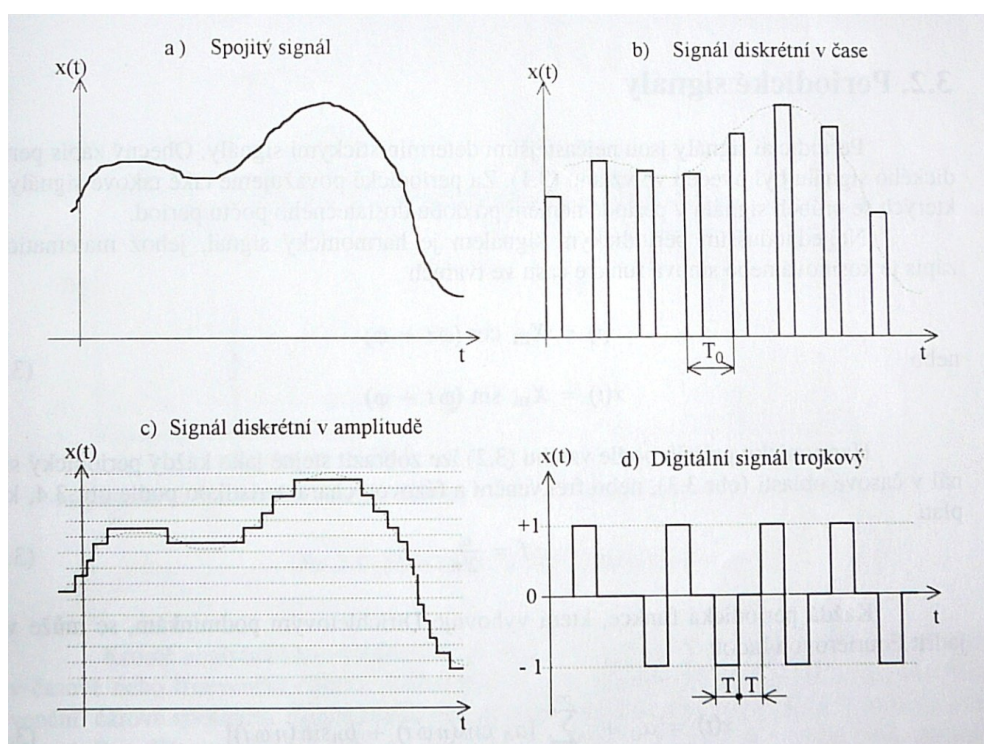
1.3 Přenos informací

Přenášenou informací rozumíme soubor údajů respektive zpráv, které nám vytvářejí vlastní informaci. Ve skutečnosti totiž přijímáme soubor nebo soubory zpráv, údajů či dat a z těchto souborů teprve zpracováváním samotnou informaci získáme. Nositelům takových informací je signál. [3]

1.3.1 Signály a jejich dělení

Signály můžeme dělit do různých kategorií - například na signály periodické, neperiodické či náhodné. Podle toho, jak se signál vyvíjí v čase, pak rozlišujeme signály spojité a

diskrétní. Rozdíl mezi nimi najdeme v počtu stavů signálů. **Spojité signály** neboli signály se spojitým časem jsou definovány pro všechny časové úseky. Záleží přitom, i jakým způsobem se spojitý signál přenáší - hovoříme o signálech akustických, optických, elektrických a dalších. Spojitý signál má nekonečně mnoho stavů. Konečné množství stavů mají oproti tomu **signály diskrétní**. Ty dále dělíme na signály diskrétní v čase či v amplitudě nebo číslicové signály. Časový průběh různých signálů je znázorněn také na následujícím obrázku (Obr. 2).



Obr. 2. Časový průběh signálů

Signály diskrétní v čase: vznikají vzorkováním analogového signálu. Jsou spojitě v amplitudě a nespojitě v čase, přičemž jsou tvořeny posloupností vzorků, které nabývají různých hodnot.

Signály diskrétní v amplitudě: jsou definovány opačně než signály předcházející, tzn., že jsou spojitě v čase, ale nespojitě v amplitudě. Mění se skokově a vznikají kvantováním analogového signálu.

Číslicové (digitální) signály: mohou být dvoustavové, třístavové a výjimečně také více stavové a považujeme je za signály nespojitě jak v čase, tak i v amplitudě. Jedná se o signál, který má konečnou množinu možných prvků. [3]

2 ANALOGOVÁ VS. DIGITÁLNÍ KOMUNIKACE

V případě analogového signálu hovoříme o signálu spojitém v amplitudě i v čase. Oproti tomu digitální signál je diskrétní signál, jehož intenzita zůstává po určitou dobu na určité úrovni. [1] [3]

Jelikož v současné době pracuje většina vyvíjených systémů s číslicovým (digitálním) přenosem, je nezbytné, abychom dokázali analogové signály zpracovávat a převádět na číslicový signál či naopak. V praxi to znamená zvládat zejména operace jako vzorkování, kvantování či kódování.

2.1 Systémy využívající analogovou komunikaci

Jedním z nejznámějších systémů, využívající analogovou komunikaci, je telefonní síť, která až poměrně do nedávna využívala pouze analogového přenosu. Lidský hlas se po celé trase přenášel výhradně analogově a tomu byly uzpůsobeny všechny prvky po trase (viz Obr. 3.). Omezením takové sítě je frekvence okruhu, ten totiž pracuje pouze v rozmezí 300 až 3400 Hz.



Obr. 3. Analogová telefonní síť

Přenášení dat po takové telefonní síti pak umožnily analogové telefonní modemy, u kterých se ale nepodařilo dosáhnout příliš vysokých přenosových rychlostí. Termín modem vznikl jako zkratka dvou slov – modulátor a demodulátor, což přesně vystihuje jeho činnost. Modulátor vysílá do okruhu analogový signál a moduluje jej podle potřeby, přičemž demodulátor na straně druhé takto změněný signál přijímá a upravuje. [4]

Analogový počítač je přístroj, který slouží k simulaci fyzikální dějů pomocí elektrických veličin. Při zpracování do systému vstupuje spojitý elektrický signál, který může reprezentovat jakoukoliv fyzikální veličinu, kterou můžeme převést na elektrické napětí. Můžeme měnit parametry obvodu a simulovat tak chování různých procesů. Využívaly se především v automatizaci, vojenství, apod. Dnes jsou nahrazovány číslicovými počítači.

Analogový signál se donedávna využíval také v televizním vysílání, i to je však postupně nahrazováno novějšími technologiemi.

2.2 Výhody analogové komunikace

Prakticky jakákoliv informace může být zprostředkována analogovým signálem – jedná se třeba o většinu fyzikálních veličin, jako zvuk, světlo, teplota, tlak, aj. Hlavním rysem takového signálu je jeho schopnost nabývat nekonečně mnoha různých hodnot (oproti digitálním veličinám, které mohou nabývat vždy jen konečnému množství různých hodnot). Neznamená to ale, že by analogová veličina mohla nabývat libovolně velké či malé hodnoty, ona totiž může nabývat nekonečně mnoha různých hodnot a to v jakémkoliv uzavřeném či omezeném intervalu. [5] S analogovým signálem se často setkáváme také při modulačních technikách. Základní signál (například se sinusovým průběhem) se upravuje na základě jedné z jeho vlastností. Podle toho, kterou z nich měníme, rozlišujeme modulaci amplitudovou (úprava amplitudy signálu), frekvenční (změna frekvence) a můžeme využít také změny fáze, apod. Více se tomuto tématu věnuje kapitola věnovaná právě modulacím.

2.3 Nevýhody analogové komunikace

Právě možnost analogové veličiny, nabývat nekonečně mnoha různých hodnot, se sebou paradoxně přináší problémy. Signál je totiž vždy zatížen určitým zkreslením, útlumem a dalšími změnami způsobenými obvodovými vlastnostmi přenosových cest. Analogovou veličinu tak nikdy nepřeneseme úplně ideálně, na druhou stranu míra změny signálu může být zanedbatelná, někdy třeba i zcela neměřitelná. Existuje také spousta technologií a technik, díky kterým může být analogový přenos prakticky dokonalý, technicky je však tato realizace náročná a nákladná. Například frekvenční dělení přenosové cesty ale nelze realizovat jiným způsobem než využitím právě analogové komunikace. [5]

3 PŘENOSOVÁ MÉDIA

Přenosový kanál, nebo také médium, je fyzické propojení mezi vysílačem a přijímačem, jehož hlavním úkolem je přenášet signály s daty. V podstatě je to most mezi zdrojem a cílem a každé z těchto přenosových medií má své charakteristické vlastnosti.

Základní dělení přenosových medií:

- metalická vedení,
- akustická vedení,
- elektromagnetická vedení,
- optická vedení.

3.1 Metalická vedení

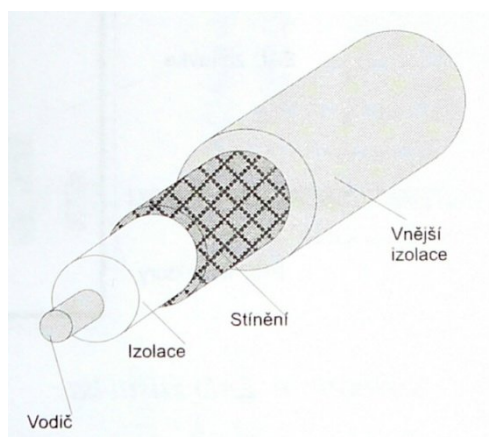
Metalická vedení jsou nejčastěji používaným typem přenosového média. Řadíme zde především koaxiální kabel a kroucenou dvojlinku. Každé metalické vedení má své charakteristické vlastnosti, jako jsou například: odpor R [Ω/km], indukčnost L [H/km], kapacita C [F/km] a vodivost G [S/km].

3.1.1 Koaxiální kabel

Koaxiální kabel je nejstarším typem přenosového média a v minulosti se využíval hlavně pro propojení v sítích Ethernet. Jeho základ tvoří dva vodiče. Vnitřní měděný vodič je obalen nevodivým pláštěm, kolem kterého je opleten vodič druhý, sloužící také pro stínění. Vše je ukryto pod plastovým obalem. Průřez koaxiálním kabelem je vidět na obrázku níže (Obr. 4). Mezi hlavní nevýhody koaxiálního kabelu patří zejména nízká přenosová rychlost a špatná ohebnost kabelů. Standardně se používají pro přenosové rychlosti 10 Mb / s.

Rozlišujeme:

- tlustý koaxiální kabel (thick Ethernet),
- tenký koaxiální kabel (thin Ethernet). [6]



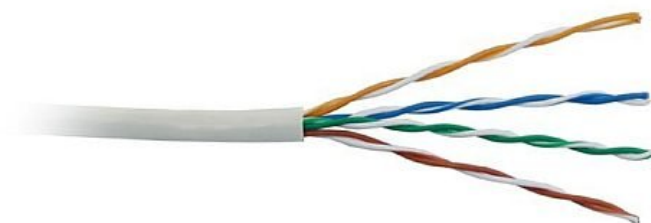
Obr. 4. Koaxiální kabel

3.1.2 Kroucená dvojlinka

S tímto typem vodiče se nejčastěji setkáme v telefonních nebo LAN sítích. Signály, které jsou přenášeny těmito kabely, jsou velice náchylné na rušení. Tento problém je řešen tím, že oba kabely jsou po celé délce obmotány kolem sebe, přičemž se vzájemně pravidelně střídají, což snižuje ovlivňování se těchto dvou vodičů navzájem. Praktické řešení je pěkně vidět na dalším obrázku (Obr. 5). Nejčastěji se využívá kabel kategorie 5, který je schopen data přenášet rychlostí 10 i 100 Mb / s. Kroucené dvojlinky jsou zakončeny konektorem RJ-45 a délka propojení je maximálně na vzdálenost 100 metrů.

Rozlišujeme:

- stíněnou kroucenou dvojlinku – STP,
- nestíněnou kroucenou dvojlinku – UTP. [7]



Obr. 5. Kroucená dvojlinka

3.2 Akustická vedení

Systémy, určené k přenosu signálu vzduchem, dělíme podle toho, jak je vnímá lidské ucho na systémy využívající:

- Infrazvukové pásmo
 - Je pro člověka neslyšitelné a využívá frekvence nižší než 16 Hz.
- Slyšitelné pásmo
 - Pásmem slyšitelnosti považujeme rozmezí 16 - 16 000 nebo 20 - 20 000 Hz a nejčastěji se používá při klasickém dorozumívání se mezi lidmi.
- Ultrazvukové pásmo
 - Využívá frekvence nad 20 000 Hz a využívá se například v automatizaci či medicíně.

3.3 Elektromagnetická vedení

Elektromagnetické přenosy nejsou realizovány klasickými metalickými nebo optickými kabely, nýbrž se jedná o přenos bezdrátový, který k přesunu signálů využívá vysílací a přijímací anténu. Energie vyzářená v takových systémech je závislá na elektromagnetickém poli. Šíření takovýchto elektromagnetických vln je pak přímo závislé na prostředí, skrz které vlna prochází a taktéž na délce vlny. Při využití takového systému musíme počítat s faktem, že na straně přijímače bude potřeba informaci zpětně dekodovat, takovému procesu říkáme demodulace.

Rozlišujeme:

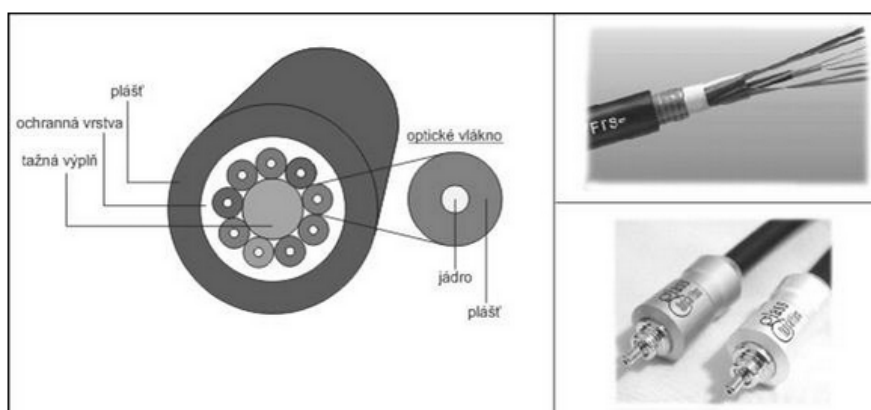
- všesměrové přenosové cesty,
- úzce směrové přenosové cesty,
- družicové přenosové cesty. [3]

3.4 Optická vedení

Optická vedení využívají k přenosu signálu světelné impulsy, které se šíří v průsvitných vláknech. Mezi hlavní výhody takových systémů patří jejich vysoká kvalita a rychlost přenosu (až 10 Gb / s), absolutní odolnost vůči elektromagnetickému poli, malé rozměry i hmotnost a s tím související nízká cena a snadnější instalace. Pro krátké vzdálenosti však může být využití optického vlákna dražší než užití kabelu metalického. Optická vlákna jsou konstruována s umělohmotnými jádry a plastickým pláštěm nebo skleněnými jádry s umělohmotným či skleněným pláštěm. Většinou jsou zakončeny kulatým ST nebo hranatým SC konektorem, jak je vidět i na dalším obrázku (Obr. 6).

Dále rozlišujeme:

- Jednovidová optická vlákna
 - Mají nejmenší průměr jádra (do 10 μm), přenáší data na delší vzdálenosti a mají také vyšší přenosovou rychlost.
- Mnohovidová optická vlákna - paprsek je zde rozložen na více světelných vidů a ty se pak cestou od zdroje odráží od pláště vlákna. Rozlišujeme mnohovidová optická vlákna:
 - se skokovou změnou indexu lomu,
 - s gradientní změnou indexu lomu. [3] [7]



Obr. 6. Optická vlákna

3.5 Změny signálu při přenosu

Ve chvíli kdy přenášíme informace z jednoho místa na druhé, je pravděpodobné, že se na původní data během jejich cesty nabalí nechtěné vlivy, které mohou více či méně ovlivnit kvalitu přijatého signálu. Můžeme pozorovat například deformaci signálu, šum, rušení či zkreslení. Všechny tyto nechtěné procesy mohou ovlivnit podobu signálu a pozměnit původně vysílanou informaci.

3.5.1 Zkreslení

O zkreslení hovoříme jako o jevu, který snižuje věrnost původní zprávy nebo signálu vlivem vnitřních vlastností systému (např. útlum signálu, rychlost šíření signálu, rušení okolních zdrojů, apod.)

3.5.2 Šum

Šum způsobují vlivy, které vznikají náhodně či systematicky a působí na signál přímo v přenosovém médiu – šum může vznikat přímo v přenosové cestě (nelze odbourat – např. tepelný, bílý šum) nebo do ní může vnikat i zvenčí (lze odbourat)

3.5.3 Rušení (interference)

Stejně jako zkreslení snižuje rušení věrnost původního signálu či zprávy a to v důsledku vnějších vlivů – např. jiných signálů. [8]

4 MODULACE

Mnoho vstupních signálů dostáváme z převodníku v takovém tvaru, ve kterém ho nemůžeme přímo předat na přenosovou cestu. Z tohoto důvodu upravujeme nosnou vlnu, jejíž vlastnosti pak co nejlépe odpovídají přenosovému médiu. Modulace je tedy proces, kterým se mění charakter vysokofrekvenčního nosného signálu pomocí nízkofrekvenčního modulačního signálu. Často se pak používá při přenosu nebo záznamu elektrických nebo optických signálů. [9]

Harmonickou nosnou vlnu můžeme vyjádřit ve tvaru:

$$u(t) = A \cos(\omega t + \varphi), \quad (1)$$

kde A = maximální hodnota (amplituda) nosné vlny

ω = frekvence nosné vlny

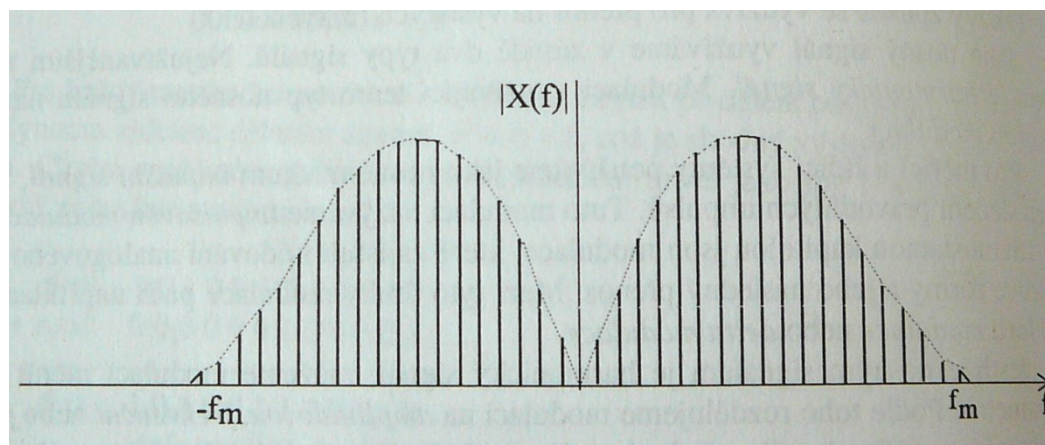
φ = fáze nosné vlny

Zařízení, která provádějí modulaci, se nazývají modulátory a opačným dějem modulace je demodulace, ke které dochází na přijímací straně. Mezi nejběžnější přístroje spotřební elektroniky, které využívají modulaci, patří například rozhlasový či televizní přijímač, mobilní telefon, různé typy modemů, satelitní přijímače, apod.

Podle toho, jakého tvaru nabývá nosná vlna, rozlišujeme dva základní druhy modulací: spojitá modulace, jejichž nosným signálem je signál s harmonickým průběhem v čase (sinusoida nebo cosinusoida) a je nejčastěji využíván při analogové modulaci. A také modulace impulsního charakteru, u kterých je nosným signálem signál s nespojitým průběhem, často také nazývaný jako tzv. taktovací signál.

<u>Modulační signál:</u>	nese přenášené informace a zpravidla nemá vhodný tvar pro přenos daným kanálem
<u>Nosný signál:</u>	vysokofrekvenční signál, který je při modulaci přetvářen pomocí modulačního signálu
<u>Modulovaný signál:</u>	výsledný signál po procesu modulace
<u>Jednoduché modulace:</u>	modulace zpracovávající jeden modulační signál
<u>Složené modulace:</u>	modulace zpracovávající několik modulačních signálů najednou

Modulace je vlastně proces, při kterém zpracováváme nosný signál pomocí úpravy některým z parametrů, např. amplitudou, fází či frekvencí. Na základě toho, kterou z vybraných vlastností ovlivňujeme, rozlišujeme modulaci amplitudovou, frekvenční a fázovou. Díváme-li se na modulaci z pohledu přenosového kanálu, zajímá nás nejvíce spektrum (viz Obr. 7) modulovaného signálu – podle toho odlišujeme modulace lineární a úhlovou. [3]



Obr. 7. Spektrum modulačního signálu, sudá funkce frekvence

Lineární modulace: je modulace, při které pouze posouváme původní signál tak, aby zaujímal jinou část frekvenčního spektra, vhodnějšího pro přenos informací a to měněním amplitudy nosné vlny.

Úhlová modulace: je pak modulace, při které naopak zasahujeme do kmitočtu nebo fáze nosné vlny a tím měníme polohu signálu ve spektru. [9]

4.1 AM modulace

Amplitudová modulace je nejstarším typem modulace vůbec a využívá se již od počátku rozhlasu. Je typickým příkladem lineární modulace, při které se frekvenční spektrum modulačního signálu moduluje do okolí nosného signálu. Výsledný signál tedy odpovídá modulačnímu signálu, pouze s posunutými složkami spektra signálu původního. Frekvence a fáze zůstávají beze změny. [9] Nejčastější modulací, kterou využívají sdělovací kanály, je amplitudová modulace harmonického signálu.

Amplitudově modulovaný signál je dán vztahem:

$$s(t) = [A + m(t)] \cos(2\pi f_c t), \quad (2)$$

kde A = amplituda nosného signálu,

= činitel amplitudové modulace $= \frac{\Delta}{U_c}$,

ΔA = maximální změna amplitudy nosného signálu,

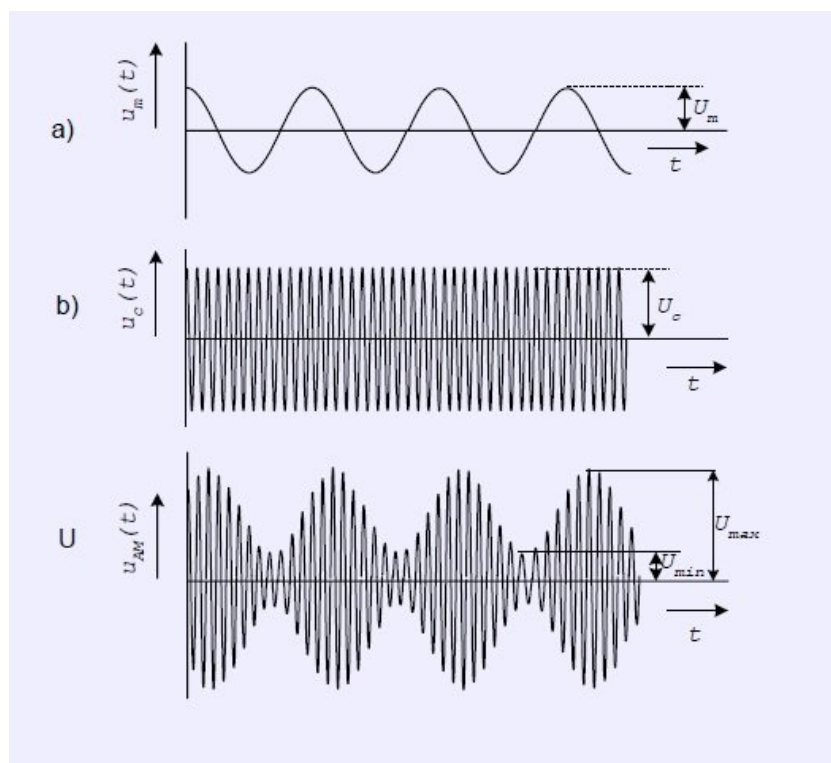
Ω = frekvence nosné vlny,

Φ = fáze nosné vlny,

ω = určitý úhlový kmitočet,

= určitý fázový posuv [3].

Příklad průběhu modulačního signálu (u_m), amplitudy nosné vlny (u_c) a amplitudové modulace (u_{AM}) můžeme vidět na Obr. 8.



Obr. 8. Signály amplitudové modulace

Amplitudově modulovaný harmonický signál má frekvenční pásmo, které obsahuje dolní a horní postranní pásmo a složku s frekvencí nosného signálu f_0 . Šířka tohoto pásma je dána dvojnásobkem nejvyšší frekvence frekvenčního spektra modulačního signálu.

Varianty amplitudové modulace

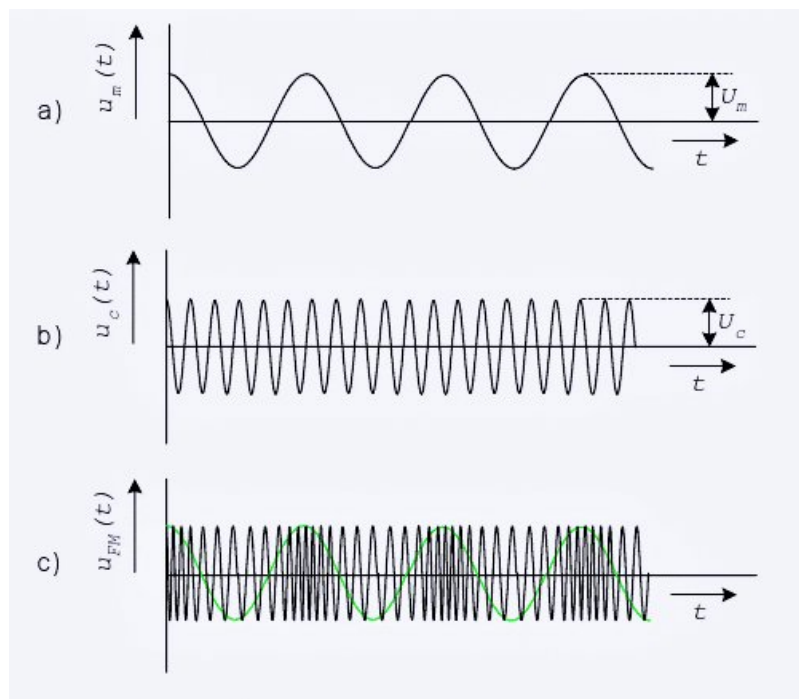
- oboustranná s nosnou,
- oboustranná s potlačenou nosnou,
- jednostranná s nosnou,

- jednostranná s částečně potlačenou nosnou,
- jednostranná s potlačenou nosnou.

Potlačení nosné vlny je způsobeno změnou fáze nosného signálu při průchodu modulačního signálu nulovou úrovní, k úplnému potlačení nosné frekvence však nedochází. [3]

4.2 FM modulace

Frekvenční modulaci řadíme mezi modulace nelineární. Amplituda nosné frekvence se nemění, ovlivňujeme ale kmitočet nosné vlny. Nosná frekvence je proporcionálně měněna v závislosti na amplitudě modulace. Kmitočet nosné se zvyšuje zároveň s tím, jak stoupá napětí modulace, se snižujícím se napětím naopak klesá. Na rozdíl od amplitudové modulace je zde možné odstranit rušení, které vzniká při přenosu vysokofrekvenčních signálů. [10] Příklad průběhu modulačního signálu (u_m), amplitudy nosné vlny (u_c) a frekvenční modulace (u_{FM}) můžeme vidět na Obr. 9.



Obr. 9. Signály frekvenční modulace

Při zpracování signálu u frekvenční modulace si můžeme vymezit dvě krajní hranice a to malou a velkou amplitudu modulačního signálu. Malé amplitudě pak odpovídá úzkopásmová frekvenční modulace, velké naopak širokopásmová kmitočtová modulace.

Je-li index FM modulace $m < 1$ jedná se o modulaci úzkopásmovou, v případě $m > 1$ mluvíme o modulaci širokopásmové.

Okamžitou frekvenci nosného signálu při modulaci můžeme vyjádřit vztahem:

$$f(t) = f_0 + \Delta f \cos(2\pi f_m t) \dots \text{pro } \Delta f \ll f_0, \quad (3)$$

kde ω_0 = úhlová frekvence nosného signálu $a(t)$,

$\Delta \omega_m$ = největší změna úhlové frekvence (frekvenční zdvih) odpovídající maximální hodnotě signálu $x(t)$,

$g(t)$ = funkce vyjadřující časovou závislost modulačního signálu $g(t) = \frac{a(t)}{A}$.

Okamžitá hodnota fázového úhlu modulovaného signálu je dána vztahem:

$$\phi(t) = \int f(t) dt = 2\pi \int f(t) dt = 2\pi f_0 t + \Delta f \int \cos(2\pi f_m t) dt, \quad (4)$$

A konečně frekvenčně modulovaný nosný signál je vyjádřen vztahem:

$$s(t) = A \cos(2\pi f_0 t + \phi(t)), \quad (5)$$

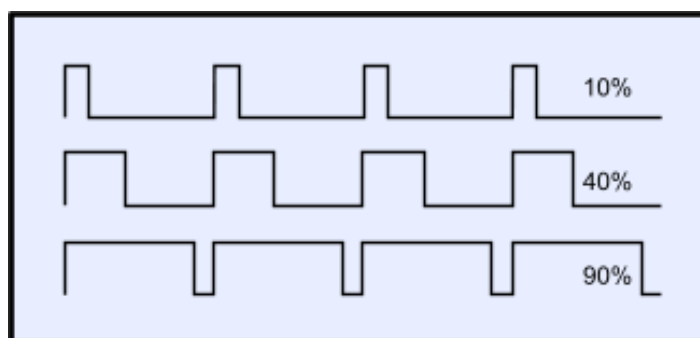
kde $k_f = \frac{\Delta f}{A}$ je činitelem frekvenční modulace.

Frekvenčně modulovaný signál tedy získáme tak, že nejprve integrujeme modulační signál a po té fázově modulujeme harmonický nosný signál. [3]

4.3 PWM modulace

Pulzně šířková modulace reprezentuje přenos analogového signálu pomocí obdélníkového tvaru. Takový signál nabývá pouze hodnot zapnuto / vypnuto nebo také $\log 1 / \log 0$ a modulační signál musí mít podstatně nižší frekvenci než signál nosný. Tato modulace je závislá na frekvenci (Hz) a pracovním cyklu signálu (%).

Všechny tři signály zobrazené na Obr. 10 níže, mají obdélníkový průběh a střídání jednotlivých stavů se nazývá pracovním obdobím neboli cyklem. Tyto signály mají stejnou frekvenci a odlišují se šířkou kladného stavu. Pracovní cyklus je tedy procentuelní vyjádření kladného stavu k celkové délce periody. Desetiprocentní pracovní cyklus tedy znamená, že pozitivní stavy zaujímají 10 % z celkové periody signálu. Poměr mezi těmito stavy se nazývá střída.



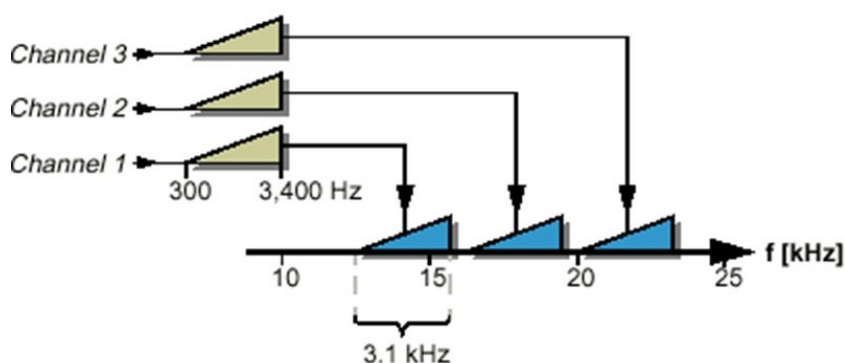
Obr. 10. Pulsně šířková modulace

Často se PWM modulace využívá pro správu velikosti napětí a proudu, a také pro digitální přenos dat díky jejímu snadnému využití v elektronice. [11]

4.4 Frekvenční multiplex

Multiplexace se obecně využívá pro efektivnější využití přenosových médií a zabývá se otázkou, jak po jedné přenosové cestě přenášet nezávisle na sobě více informací pro různé účely. Mezi techniky multiplexace řadíme frekvenční multiplex (FDM), časový multiplex (TDM) a kódový multiplex (CDM). Pro účely této bakalářské práce však postačí podrobnější vysvětlení prvního z nich.

FDM (Frequency division multiplex) je založen na přímém rozdělení jednoho frekvenčního pásma na několik dalších, které poté můžeme využívat nezávisle na sobě a samostatně. Tento typ úpravy přenosového média se používá čistě pro analogové sítě a jedním z nejvhodnějších příkladů využití je tak analogová telefonní síť (možnost přenášet současně více telefonních hovorů po jedné přenosové cestě). Nevýhodou takovéto úpravy je poměrně velká neefektivnost. Jeden z příkladů principu dělení přenosového média je znázorněn na Obr. 11. [12]



Obr. 11. Princip frekvenčního multiplexu

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 LABORATOŘE

Komunikační trenažér EC-696 byl navržen pro výuku modulačních technik, seznámení se s přenosovými médii či nejčastějšími interferencemi. Na následujících stránkách budou podrobněji vysvětleny různá praktická cvičení na trenažéru. Postupy měření byly sestaveny tak, aby i ti, kteří nejsou příliš znalí dané problematiky, mohli bez problémů postupovat bod po bodu a dosáhnout tak cíle měření.

Práce s trenažérem vyžaduje použití některých dalších pomůcek, například generátoru či osciloskopu, které nám pomohou při generování, respektive vykreslení jednotlivých signálů. Všechny signály, se kterými se ve skutečnosti pracuje, mají docela nízké frekvence, stále však jsou tyto hodnoty dostačující pro zobrazení jejich průběhů na osciloskopu.

Navíc, i vzhledem k rozmanitosti nabízených možností tohoto trenažéru, byl jeho vzhled navržen tak, aby působil co nejjednodušeji, přičemž cílem výrobce bylo udržet jednotku EC-696 v přiměřeném standardu. Přístroj tak nelze pokládat za precizní pomůcku a z toho vyplývá, že závěry vyvozené z některých měření není možné systematicky zobecňovat.

Všechny postupy, které jsou dále popsány, jsou pouze doporučením, jak je možné s trenažérem pracovat, rozhodně tu však nejsou popsány všechny varianty měření, které je možné na přístroji realizovat.

6 MODULACE A JEJICH POROVNÁNÍ

6.1 Návrh měření

6.1.1 Cíl měření

Seznámit se s různými druhy modulací (průběh bez modulace, amplitudová modulace, frekvenční modulace a pulsně šířková modulace). Vzájemné porovnání jednotlivých průběhů signálů při zachování stejné frekvence a amplitudy na generátoru.

Seznam použitých přístrojů:

- generátor signálu Picotest G5100A, 50 MHz
- vysílač EC-696
- přijímač EC-696
- osciloskop Agilent Technologies DSO3062A, 60 MHz, 1 GSa / s

Pomocné vybavení:

- 1 sonda pro osciloskop Agilent N2862A 10:1
- 3 koaxiální kabely BNC/BNC

6.1.2 Teorie k měření

Mnoho vstupních signálů je v takovém tvaru, ve kterém je nemůžeme přímo vyslat na přenosovou cestu. Z tohoto důvodu upravujeme nosnou vlnu, jejíž vlastnosti pak co nejlépe odpovídají přenosovému médiu. Modulace je tedy proces, kterým se mění charakter vysokofrekvenčního nosného signálu pomocí nízkofrekvenčního modulačního signálu. Často se pak používá při přenosu nebo záznamu elektrických nebo optických signálů.

Při modulaci tedy dochází ke zpracování nosného signálu pomocí úpravy některých z parametrů, např. amplitudy, fáze či frekvence. Na základě toho, kterou z vybraných vlastností ovlivňujeme, rozlišujeme modulaci amplitudovou (AM), frekvenční (FM) a fázovou (PWM).

Přenos bez modulace: signál prochází přes přenosová média bez úpravy.

AM modulace: v závislosti na změně modulačního signálu se mění amplituda nosného signálu, ten má tvar sinusoidy a jeho frekvence se pohybuje kolem 100kHz.

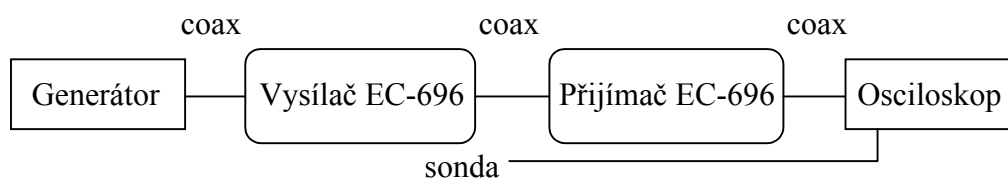
FM modulace: v tomto případě zůstává konstantní amplituda nosného signálu, mění se naopak jeho frekvence a to v závislosti na amplitudě modulačního signálu.

PWM modulace: reprezentuje přenos analogového signálu pomocí obdélníkového tvaru. Takový signál tedy nabývá pouze hodnot zapnuto / vypnuto nebo také log 1 / log 0. Pokud je okamžitá hodnota signálu nižší než okamžitá hodnota nosného signálu, modulátor nastaví modulovanému signálu příznak log 0 a naopak.

6.2 Praktické ověření

Nejprve pomocí koaxiálního kabelu propojte všechny části obvodu, tedy generátor s vysílačem, vysílač s přijímačem a konečně přijímač s osciloskopem. Postupujte přitom podle daných pravidel, tzn. koaxiální kabel z generátoru připojte na levou stranu vysílače na vstup coax.1 a stejně tak propojte výstup vysílače na pravé straně přístroje s coax vstupem přijímače. Na výstup S1 přijímače pak připojte koaxiálním kabelem ještě osciloskop. K osciloskopu nezapomeňte připojit také sondu, kterou budete sledovat naměřené výsledky.

Blokové schéma



Obr. 12. Zapojení obvodu pro měření modulací

Nastavení použitých přístrojů

Na generátoru nastavte sinusový signál o frekvenci 1 kHz, amplitudu volte maximálně o hodnotě 3 Vpp, aby nedošlo k poškození jednotlivých částí okruhu. Při volbě jednotlivých modulací neměňte při jednotlivých měřeních nastavené hodnoty.

6.2.1 Postup měření

1. Zapněte generátor, vysílač E-696, přijímač E-696 i osciloskop.
2. Nastavte potřebné parametry na generátoru, zvolte příslušné vstupy a výstupy na přijímači i vysílači a nezapomeňte určit typ modulace (modulace zvolená na vysílači se musí shodovat s demodulací přijímače). Postupně volte přenos bez modulace, AM, FM a PWM modulace a všechny signály si průběžně

zaznamenávejte, pro následné porovnání jednotlivých modulací. Ponechejte přímý přenos bez multiplexace.

Přiložíte-li uzemněnou sondu na testovací bod A vysílače, zobrazí se vám na obrazovce osciloskopu sinusový signál vyprodukovaný generátorem. Posunete-li se se sondou na testovací bod C vysílače, zobrazí se signál po dané modulaci. Zaměříte-li se na přijímací jednotku, můžete na testovacím bodě A sledovat signál přicházející z vysílače a na bodě C pak výstup signálu po jednotlivých demodulacích.

Před každým přiložením sondy osciloskopu na jednotlivé testovací body, je potřeba sondu nejprve uzemnit pomocí připojení svorky k některému z GND bodů!

6.2.2 Další možnosti měření

1. Měňte postupně frekvenci, amplitudu nebo obojí na generátoru, zopakujte daný postup a určete, jaký to mělo efekt na modulační signál.
2. Měňte tvar modulačního signálu na generátoru a pozorujte, jak se modulace projevují při jiném než sinusovém průběhu signálu

6.2.3 Závěr

Pozorujte, co se s původním signálem v průběhu každé modulace děje a specifikujte, k jakým změnám u něj dochází. Ověřte si teoretické znalosti o jednotlivých modulacích.

7 VLIV PŘENOSOVÝCH MÉDIÍ NA PŘENÁŠENÝ SIGNÁL

7.1 Návrh měření

7.1.1 Cíl měření

Seznámit se s přenosy modulačního signálu prostřednictvím různých přenosových médií (dvojlinka, koaxiální kabel, optický kabel, infračervený přenos, radiový přenos). Vzájemné porovnání vlivu jednotlivých přenosových médií na přenášený signál, při zachování stejné frekvence a amplitudy na generátoru.

Seznam použitých přístrojů:

- generátor signálu Picotest G5100A, 50 MHz
- vysílač EC-696
- přijímač EC-696
- osciloskop Agilent Technologies DSO3062A, 60 MHz, 1 GSa / s

Pomocné vybavení:

- 1 sonda pro osciloskop Agilent N2862A 10:1
- dvojlinka s banánkovým konektorem
- 3 koaxiální kabely BNC/BNC
- optický kabel
- vysílač a anténa

7.1.2 Teorie k měření

Přenosový kanál, nebo také médium, je fyzické propojení mezi vysílačem a přijímačem, jehož hlavním úkolem je vysílat signály s daty. V podstatě je to most mezi zdrojem a cílem a každé z těchto přenosových médií má své charakteristické vlastnosti.

Dvojlinka: s tímto typem vodiče se nejčastěji setkáme v telefonních nebo LAN sítích. Signály, které jsou přenášeny těmito kabely, jsou velmi náchylné na rušení. Tento problém je řešen tím, že oba kabely jsou po celé délce obmotány kolem sebe, přičemž se vzájemně pravidelně střídají, což snižuje ovlivňování se těchto dvou vodičů navzájem.

Koaxiální kabel: je nejstarším typem přenosového média vůbec. Jeho základ tvoří dva vodiče. Vnitřní měděný vodič je obalen nevodivým pláštěm, kolem kterého je opleten vodič druhý, sloužící také pro stínění. Vše je ukryto pod plastovým obalem.

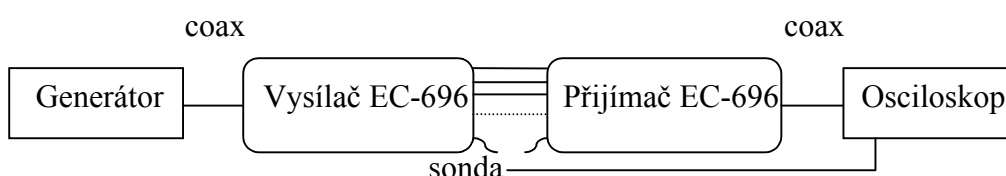
Optické vlákno: využívá k přenosu signálu světelné impulsy, které se šíří v průsvitných vláknech. Mezi hlavní výhody systémů používajících optické přenosy patří jejich vysoká kvalita a rychlost přenosu (až 10 Gb / s), absolutní odolnost vůči elektromagnetickému poli, malé rozměry i hmotnost a s tím související nízká cena a snadnější instalace.

Infračervený přenos a rádiové spojení: jedná se o přenosy bezdrátové, které k přesunu signálů využívá vysílací a přijímací anténu. Infračervené paprsky neprochází přes neprůhledné povrchy a nejsou citlivé na rušení, jsou však vhodné pro použití pouze na krátké vzdálenosti. Rádiové spojení je pak přenos při 27 MHz, velmi náchylný k zeslabování signálu při prodlužování vzdálenosti.

7.2 Praktické ověření

Nejprve pomocí koaxiálního kabelu propojte generátor s vysílačem a také přijímač s osciloskopem. Postupujte přitom podle daných pravidel, tzn. koaxiální kabel z generátoru připojte na levou stranu vysílače na vstup coax.1, na výstup S1 přijímače pak připojte koaxiálním kabelem osciloskop. Vysílač s přijímačem po té propojte dvojlinkou na určený Bif. výstup / vstup. K osciloskopu nezapomeňte připojit také sondu, kterou budete sledovat naměřené výsledky.

Blokové schéma



Obr. 13. Zapojení obvodu pro měření vlivu přenosových médií

Nastavení použitých přístrojů

Na generátoru nastavte sinusový signál o frekvenci 1 kHz, amplitudu volte maximálně o hodnotě 3 Vpp, aby nedošlo k poškození jednotlivých částí okruhu. Při změně přenosových médií neměňte při jednotlivých měřeních nastavené hodnoty.

7.2.1 Postup měření

1. Zapněte generátor, vysílač E-696, přijímač E-696 i osciloskop.
2. Nastavte potřebné parametry na generátoru, zvolte příslušné vstupy a výstupy na přijímači i vysílači. Postupně vyzkoušejte všechny typy modulací - přenos bez

modulace, AM, FM a PWM modulace. Všechny signály si průběžně zaznamenávejte, pro následné porovnání vlivu přenosového média na přenesený signál. Ponechte přímý přenos bez multiplexace.

Přiložte-li uzemněnou sondu na testovací bod A vysílače, zobrazí se na obrazovce osciloskopu sinusový signál vyprodukovaný generátorem. Posunete-li se se sondou na testovací bod C vysílače, zobrazí se signál po dané modulaci. Zaměříte-li se na přijímací jednotku, můžete na testovacím bodě A sledovat signál přicházející z vysílače a na bodě C pak výstup signálu po jednotlivých demodulacích.

Před každým přiložením sondy osciloskopu na jednotlivé testovací body, je potřeba sondu nejprve uzemnit pomocí připojení svorky k některému z GND bodů!

7.2.2 Další možnosti měření

Pro další kolo měření odpojte dvojlinku a připojte koaxiální kabel. Postupně propojujte jednotky analogového trenažeru i dalšími médii. Při každé změně přenosového média nezapomeňte znovu nastavit výstup vysílače a vstup přijímače na konkrétní typ média (Bif. = dvojlinka, Coax. = koaxiální kabel, O. F. = optický kabel, I. R. = infračervený přenos a Rx. = radiový přenos). Celkově tedy měření opakujte pětkrát a to pro všechny typy modulací.

7.2.3 Závěr

Sledujte, jakým způsobem se mění kvalita přenášeného signálu v závislosti na použitém přenosovém médiu pro různé typy modulací – pokuste se vysvětlit, k jakým změnám dochází.

8 PŘENOS HLASU

8.1 Návrh měření

8.1.1 Cíl měření

Seznámit se s přenosem hlasového signálu, vzájemné porovnání vlivu jednotlivých modulací na tento přenášený signál (přenos bez modulace, AM, FM, PWM modulace) a testování slyšitelnosti při postupném měnění frekvence nebo amplitudy na generátoru.

Seznam použitých přístrojů:

- generátor signálu Picotest G5100A, 50 MHz
- vysílač EC-696
- přijímač EC-696

Pomocné vybavení:

- mikrofon
- sluchátka
- 2 koaxiální kabely BNC / BNC

8.1.2 Teorie k měření

Za zvuk považujeme kmitavý pohyb molekul vzduchu, který je vyvoláván pružným odporem prostředí. Podle toho, jak přenášený zvuk vnímá lidské ucho, rozlišujeme:

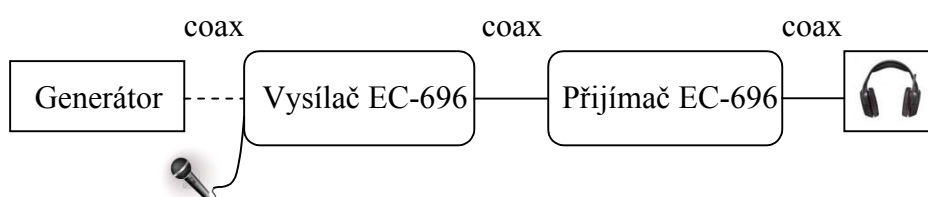
- Infrazvukové pásmo, které je pro člověka neslyšitelné a využívá frekvence nižší než 16 Hz.
- Slyšitelné pásmo, kterým považujeme rozmezí 16 – 16 000 Hz (teoreticky se za hranici slyšitelnosti udává i 20 000 Hz) a nejčastěji se používá při klasickém dorozumívání se mezi lidmi.
- Ultrazvukové pásmo, jenž využívá frekvence nad 20 000 Hz (využitelné například pro automatizaci či ve zdravotnictví).

Frekvence lidského hlasu se pohybuje v rozsahu 500 – 2000 Hz, kdy slyšíme nejjasněji a nejsilněji. Přičemž čím je vyšší frekvence zvuku, tím se zvyšuje i jeho tón a tzv. dojem síly zvuku nám vytváří akustický tlak. Podrobněji se zkoumáním zvuku nazývá věda s názvem akustika.

8.2 Praktické ověření

Nejprve připojte mikrofon na levou stranu vysílače do zdířky pro mikrofon (3,5 mm jack). Vysílač s přijímačem poté propojte koaxiálním kabelem na určený coax výstup / vstup a konečně připojte k vysílači sluchátka do dané zdířky na pravé straně zařízení (3,5 mm jack).

Blokové schéma



Obr. 14. Zapojení obvodu pro měření přenosu hlasu

Nastavení použitých přístrojů

Před samotným měřením si nezapomeňte nastavit hlasitost sluchátek (pomocí otočných koleček na pravé straně vysílače) – hodnoty upravte pro každé ucho zvlášť a pokud možno stejně. Během měření nastavené hodnoty neměňte, aby nedocházelo k ovlivnění vašeho vnímání.

8.2.1 Postup měření

1. Zapněte mikrofon, vysílač E-696 a přijímač E-696 a nasad'te si sluchátka.
2. Vyberte příslušné vstupy a výstupy (pro mikrofon, sluchátka a koaxiální kabel) na přijímači i vysílači. Postupně vyzkoušejte všechny typy modulací - přenos bez modulace, AM, FM a PWM modulace. Během měření si u jednotlivých modulací zaznamenávejte, jak je signál slyšitelný, zda vznikají při přenosu nějaké přeslechy, rušení či šum. Ponechejte přímý přenos bez multiplexace.
3. Když mluvíte do mikrofonu, můžete zařízení propojit také s osciloskopem a pomocí jeho sondy sledovat na testovacím bodě C vysílače, jak se signál při řeči vyvíjí.

Před každým přiložením sondy osciloskopu na jednotlivé testovací body, je potřeba sondu nejprve uzemnit pomocí připojení svorky k některému z GND bodů!

8.2.2 Další možnosti měření

1. Odpojte mikrofon a na vstup Coax.1 vysílače připojte generátor. Nastavte na něm sinusový signál o amplitudě s maximální hodnotou 3 V_{pp}, aby nedošlo k poškození jednotlivých částí okruhu. Frekvenci si postupně zvolte jak na horní, tak dolní hranici teoretických hodnot slyšitelnosti a pomocí kolečka na generátoru upravujte postupně hodnotu frekvence tak, aby bylo zřejmé, jaký je rozsah slyšitelnosti právě vašich uší.
2. Vyzkoušejte si také, jak vaše uši vnímají zvuk vycházející z generátoru u vyšších nebo nižších hodnot frekvence i amplitudy.

8.2.3 Závěr

Sledujte, jakým způsobem se mění kvalita přenášeného zvuku v závislosti na použité modulaci – pokuste se vysvětlit, k jakým změnám dochází (zda je hlas přenášený z mikrofonu dobře slyšet či dochází k znehodnocení v důsledku rušení, přeslechů, šumu, apod. Otestujte si vlastní hranice slyšitelnosti na základě teoretických znalostí.

9 MULTIPLEXACE

9.1 Návrh měření

9.1.1 Cíl měření

Seznámit se s principem fungování analogového trenažeru při využití režimu multiplexace a porovnání průběhů signálu při využití všech druhů modulací (bez modulace, AM, FM a PWM modulace) v závislosti na jednotlivých typech multiplexace.

Seznam použitých přístrojů:

- generátor signálu Picotest G5100A, 50 MHz
- vysílač EC-696
- přijímač EC-696
- osciloskop Agilent Technologies DSO3062A, 60 MHz, 1 GSa / s

Pomocné vybavení:

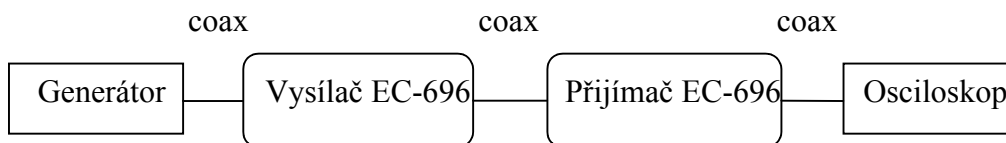
- 3 koaxiální kabely BNC / BNC

9.1.2 Teorie k měření

Multiplexace se obecně využívá pro efektivnější využití přenosových médií a zabývá se otázkou, jak po jedné přenosové cestě přenášet nezávisle na sobě více informací pro různé účely. FDM (Frequency division multiplex) je založen na přímém rozdělení jednoho frekvenčního pásma na několik dalších, které poté můžeme využívat nezávisle na sobě a samostatně. Analogový trenažer EC – 696 pracuje se 100 kHz v případě FDM1, při využití FDM2 poté s 300 kHz.

9.2 Praktické ověření

Nejprve pomocí koaxiálního kabelu propojte všechny části obvodu, tedy generátor s vysílačem, vysílač s přijímačem a konečně přijímač s osciloskopem. Postupujte přitom podle daných pravidel, tzn. koaxiální kabel z generátoru připojte na levou stranu vysílače na vstup coax.1 a stejně tak propojte výstup vysílače na pravé straně přístroje s coax vstupem přijímače. Na výstup S1 přijímače pak připojte koaxiálním kabelem ještě osciloskop.

Blokové schéma

Obr. 15. Zapojení obvodu pro měření multiplexace

Nastavení použitých přístrojů

Na generátoru nastavte sinusový signál o frekvenci 0,5 kHz, amplitudu volte maximálně o hodnotě 3 Vpp, aby nedošlo k poškození jednotlivých částí okruhu.

9.2.1 Postup měření

1. Zapněte generátor, vysílač E-696, přijímač E-696 i osciloskop.
2. Nastavte potřebné parametry na generátoru, za výstup z vysílače i vstup přijímače zvolte koaxiální kabel. Nastavte si dva vstupní signály (jelikož využíváme pouze jeden generátor, zvolte oba vstupní signály ze stejného zdroje) a nezapomeňte aktivovat FDM1 multiplexaci. Pozorujte na osciloskopu, jak vypadají takto přenášené signály. Postupně volte přenos bez modulace, AM, FM a PWM modulace a všechny signály si průběžně zaznamenávejte, pro následné porovnání jednotlivých modulací při využití dané multiplexace.

9.2.2 Další možnosti měření

1. Výše uvedené měření zopakujte také pro jinou hodnotu frekvence a amplitudy.
2. Pro další kolo měření změňte multiplexaci na FDM2 a zopakujte daný postup ještě jednou.

9.2.3 Závěr

Pozorujte, co se s původními signály v průběhu každé modulace děje a specifikujte, k jakým změnám dochází v závislosti na využití multiplexací FDM1 či FDM2.

10 DOPLŇKOVÁ CVIČENÍ

10.1 Návrh měření

10.1.1 Cíl měření

Seznámit se s vlastnostmi přenosových médií, zejména porovnání kvality přenosu u infračerveného a rádiového vysílání, při různých vzájemných vzdálenostech vysílacího a přijímacího bodu.

Seznam použitých přístrojů:

- generátor signálu Picotest G5100A, 50 MHz
- vysílač EC-696
- přijímač EC-696
- osciloskop Agilent Technologies DSO3062A, 60 MHz, 1 GSa / s

Pomocné vybavení:

- 2 koaxiální kabely BNC / BNC
- rádiový vysílač a anténa

10.1.2 Teorie k měření

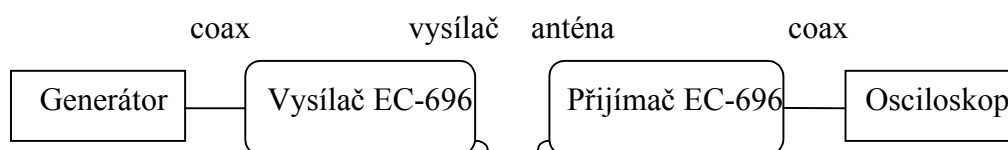
Infračervený (IR) přenos: při využití tohoto bezdrátového přenosu je zapotřebí vysílače s přijímačem infračerveného záření, které jsou schopny převádět elektrický signál na optický a naopak. Analogový trenažér EC – 696 využívá LED vysílání s vysílacím pásmem 950 nm, přičemž přijímač využívá pro zachycení signálu PIN fotodiody s pásmem 800 až 1000 nm. Největším problémem infračerveného přenosu bývá zpravidla to, že záření musí být vysíláno v určitém úhlu, neprochází neprostupnými překážkami a s rostoucí vzdáleností navíc poměrně rychle klesá i kvalita přenosu.

Rádiový přenos: je v podstatě elektromagnetické vlnění, které se skládá ze dvou složek – elektrické a magnetické a obě tyto složky v čase mění svou amplitudu. V praxi se pro tyto přenosy využívá kmitočtů řádově od desítek kHz až do desítek GHz. Analogový trenažér EC – 696 využívá anténu s BNC konektorem o nosné frekvenci 27 MHz, přičemž přijímač má obdobné vlastnosti. Rádiové vlny mohou být odraženy pevnými předměty – jako jsou budovy a hory. Nejvíce je pak energie odražena, blíží-li se odrazná plocha ke zdroji signálu nebo naopak k příjmu signálu.

10.2 Praktické ověření

Nejprve pomocí koaxiálního kabelu propojte generátor s vysílačem a také přijímač s osciloskopem. Postupujte přitom podle daných pravidel, tzn. koaxiální kabel z generátoru připojte na levou stranu vysílače na vstup coax.1, na výstup S1 přijímače pak připojte koaxiálním kabelem osciloskop.

Blokové schéma



Obr. 16. Zapojení obvodu pro měření doplňkových cvičení

Nastavení použitých přístrojů

Na generátoru nastavte sinusový signál o frekvenci 1 kHz, amplitudu volte maximálně o hodnotě 3 Vpp, aby nedošlo k poškození jednotlivých částí okruhu.

10.2.1 Postup měření

3. Zapněte generátor, vysílač E-696, přijímač E-696 i osciloskop.
4. Nastavte potřebné parametry na generátoru, za výstup z vysílače i vstup přijímače zvolte infračervený přenos a pozorujte na osciloskopu, jak vypadá takto přenášený signál. Ponechejte přímý přenos bez multiplexace a bez modulace (B. B.).
5. Postupně měňte vzdálenost přijímače od vysílače (kratší i delší vzdálenosti, vyzkoušejte alespoň 5 poloh). Při manipulaci s vysílačem a přijímačem se pokuste, aby byly jednotky vždy v přibližně stejné poloze, tzn. aby signál vysílaný led diodou vysílače směřoval přímo na vysílač. Vyzkoušejte také, jak se signál mění, pokud tato směrovost není zajištěna. Pokuste se určit, při jaké vzdálenosti je přenos ideální, kdy již dochází ke zkreslení a kdy není anténa schopna signál zaznamenat vůbec. Signály, vykreslené na osciloskopu při různých vzdálenostech, si nezapomeňte ukládat.

10.2.2 Další možnosti měření

3. Výše uvedené měření zopakujte také pro jiné hodnoty frekvence – alespoň jednu nižší a vyšší hodnotu a vzájemně porovnejte vykreslené hodnoty.

4. Pro další kolo měření připojte rádiový vysílač a anténu. Nezapomeňte změnit výstupy a vstupy na vysílači a přijímači. Opět ponechejte přenos bez multiplexace a bez modulace. Určete, jak se mění signál s rostoucí či klesající vzdáleností mezi anténou a vysílačem.

Jednotlivé varianty měření: vyzkoušejte přenos rádiového signálu při smotaném a rozmotaném kabelu. Výše uvedené měření zopakujte také pro jiné hodnoty frekvence – alespoň jednu nižší a vyšší hodnotu a vzájemně porovnejte vykreslené hodnoty. Můžete také zkusit mezi anténu a vysílač umístit různé překážky.

10.2.3 Závěr

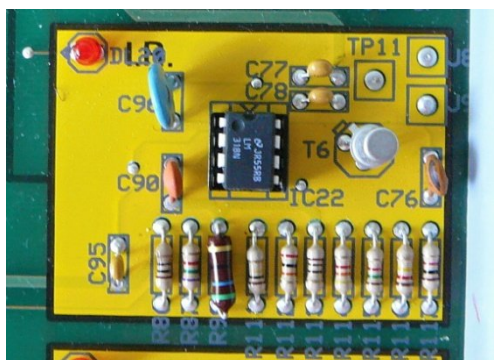
Sledujte, jakým způsobem se mění kvalita přenášeného signálu v závislosti na vzdálenostech vysílače s přijímačem – pokuste se vysvětlit, k jakým změnám dochází (průběh signálu, amplituda, frekvence, apod.). Porovnejte uložené obrázky.

11 POSTŘEHY Z MĚŘENÍ

Při testovacích měřeních na trenažeru pro analogovou komunikaci EC-696 jsem při práci zjistila pár nedostatků, které mě při práci buď přímo zdržovaly, nebo mi měření minimálně znepříjemňovaly.

Ideální mi nepřišlo rozložení GND (uzemňovacích bodů) pro sondu osciloskopu. Při testování, jak se signál vyvíjí na jednotlivých testovacích bodech, jsem se musela téměř stále přepínat z jednoho GND bodu na druhý, přičemž třeba u testovacího bodu D na vysílači jsem měla problém, aby mi klipsna pro uchycení vůbec dosáhla na potřebné místo. I přes to, že testovacích i uzemňovacích bodů je hodně, myslím si, že toto přepínání se z jednoho bodu do druhého zbytečně odvádí pozornost při práci s trenažerem.

U trenažeru analogové komunikace byl zjištěn také nedostatek u baterie pro výstup infračerveného záření z vysílače – tato součástka se při aktivním provozu vysílače přehřívá. Na obrázku č. 17 je vidět detailně, o kterou ze součástek se jedná.



Obr. 17. Přehřívající se součástka T6

Dále se mi zdálo, že sestava není vhodná pro měření pouze jedním člověkem. Například při testování přenosu hlasu, kdy jsem sama v jednu chvíli mluvila do mikrofону a zároveň poslouchala svůj hlas ve sluchátkách, mi nepřišlo ideální a myslím si, že i vnímání a výsledné závěry tak mohly být v mém případě subjektivně ovlivněny.

Lehce mi při práci překáželo také snímání generovaného signálu na testovacích bodech pomocí sondy. Myslím, že i kvůli pohodlí při práci s trenažerem by nebylo špatné, kdyby tyto testovací body byly řešeny nějakým jiným způsobem než nutností snímání sondou, např. aktivováním / deaktivováním spínacích tlačítek bez nutnosti přidržovat sondu rukou – bylo by to praktičtější, pokud na trenažeru měří pouze jeden člověk, který tak musí jednou rukou přidržovat sondu a druhou případně pracovat s osciloskopem, pokud je třeba

něco znovu nebo jinak nastavit v průběhu měření. Nehledě na to, že se mi při takovém měření podařilo rukou zavazit o tlačítka, kterými se nastavují různé modulace či vstupy / výstupy a aniž bych si toho ihned všimla, přenastavila jsem si tak jeden z důležitých parametrů.

Při testování možností jednotlivých přenosových médií bylo měření limitováno samotnou sestavou. Například při měření dosahu infračerveného záření nebylo možné sestavy oddálit na větší vzdálenost (kvůli krátké délce koaxiálních kabelů v propojení generátoru s vysílačem a přijímače s osciloskopem), aby se nemuseli zároveň stěhovat také generátor s osciloskopem a navíc nebylo 100 % možné zajistit přímé vysílání přijímače na vysílač. Bylo by tak vhodné mít možnost vysílač s přijímačem uchytit k nějaké pevné podložce takovým způsobem, aby toto posouvání jednotlivých částí trenažéru bylo jednodušší a zejména zjistilo toto přímé vysílání.

ZÁVĚR

Při vypracovávání této bakalářské práce jsem se nejprve zaměřila na prostudování teoretických znalostí o analogové komunikaci a záležitostmi s nimi souvisejícími, jako jsou jednotlivé modulace pro úpravu dat do takové formy, která nám umožní předávat je dále, s čímž souviselo i bližší seznámení se s přenosovými kanály, apod.

Teoretické znalosti jsou ale jen základem pro praktické využití v běžném životě, teprve jejich použitím v praxi se stávají užitečnými a lépe srozumitelnými. Z tohoto důvodu jsem se seznámila s trenažérem analogové komunikace EC-696 od společnosti Promax, který mi umožnil otestovat si analogový přenos na vlastní kůži. Naučila jsem se, jakým způsobem se tento přístroj ovládá, zjistila jsem, jaké jsou jeho přednosti, ale jak tomu v běžném životě bývá, objevila jsem také, že i tento model má určité nedostatky, které jsem při práci vnímala, nebo mě dokonce odváděly od podstatných záležitostí.

Mým cílem bylo jednak prostudovat si příručku od výrobce trenažéru, ve které jsem se setkala jak se spoustou užitečných informací z oblasti teorie i praxe, tak také s údaji zavádějícími či přímo nepřesnými. Proto jsem si při testování trenažéru vyzkoušela, jakým způsobem opravdu pracuje a co jeho uživateli nabízí. Snažila jsem se přitom najít co možná nejvýhodnější řešení daného problému. I když mi některá měření přiváděla vrásky na čelo, pokusila jsem se vždy nad daným problémem zamyslet, vyzkoušet si i jiné varianty řešení a zvolila jsem si tu výhodnější z nich, která mě přivedla k požadovanému výsledku.

Z následně získaných dat jsem se pokusila zpracovat několik návrhů na možnosti měření, které, jak doufám, se stanou součástí výukových materiálů pro laboratorní cvičení. Součástí této bakalářské práce je také Příručka pro obsluhu a nastavování parametrů, která slouží jako návod jak trenažér pro analogovou komunikaci ovládat, jakým způsobem jednotlivé součásti trenažéru nastavit, apod. Snažila jsem se vypracovat všechny části podle toho, jak zrovna mě přišlo nejvýhodnější, zároveň ale netvrdím, že jsou všechna řešení ideální a jejich využití jistě nejlépe ověří zase až praxe.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

When I started to create this bachelor's thesis first of all I tried to read up theoretical knowledge about analog communication and the other things which are associated with, such as different types of modulations that allow some modification of original information into the form that we can use for transmitting from one place to another. Also I tried to study some information about transmission channels.

If we have some theoretical information, it is only the starting point for our real life until we have a chance to use them in practice, then this knowledge could be more intelligible. For this reason I wanted to know how analog communications training system EC-696 works. Thanks to this system I had a chance to try how analog transmitting looks like and I also learnt some basic information about settings of this training system. I found out its advantages and disadvantages. This training system, as other real systems, is not perfect and some of these deficiencies influenced my work.

With the data I gained from the measurement I tried to suggest several proposals which I hope will become a part of teaching materials for lab exercises. There is also one other material which is relevant to the topic and it is a part of this bachelor's thesis, it is instruction manual for analog communications and it contains some advice how to set up the individual components of the simulator, etc. I tried to do my best when I was making all these parts of lab exercises, I don't think there is only one way how we can use analog training system so only other experiences will show how good these exercises are.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HUBÁČEK, Petr. *Počítačové sítě : informace pro řízení z hlediska komunikací*. [s.l.], 2007. 33 s. Přednášková skripta. Obchodní akademie a VOŠ Valašské Meziříčí.
- [2] KUČEROVÁ, Helena. *Vyšší odborná škola informačních služeb* [online]. 2010, Datum poslední aktualizace: 22. 2. 2010 [cit. 2011-03-13]. Komunikace. Obecné zákonitosti vzniku, transformování a přenosu zpráv. Dostupné z WWW: <<http://web.sks.cz/users/ku/ZIZ/komunika.htm>>.
- [3] KOCOUREK, Petr. *Přenos informace*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 1994. 241 s. ISBN 80-01-01169-0.
- [4] PETERKA, Jiří. Báječný svět počítačových sítí : Část XXVII: Pevná telefonní síť a její využití pro přenos dat. *PC World*. Červenec 2007, č. 7-8/2007, s. 116-118. Dostupný také z WWW: <<http://www.earchiv.cz/b07/b0700001.php3>>.
- [5] PETERKA, Jiří. Co to znamená, když se řekne ... : Analogový, digitální. *CHIPweek*. 13. prosince 1995, 33/95, s. 33. Dostupný také z WWW: <<http://www.earchiv.cz/a95/a533k130.php3>>.
- [6] HORÁK, Jaroslav; KERŠLÁGER, Milan. *Počítačové sítě pro začínající správce*. 2. aktualizované vydání. Praha : Computer Press, 2003. Hardwarové prvky sítí, s. 179. ISBN 80-7226-876-7.
- [7] *Střední průmyslová škola, Přerov, Havlíčkova 2 : Model sítě* [online]. SPŠ Přerov, c2003 - 2008 [cit. 2011-05-27]. Přenosová média. Dostupné z WWW: <<http://spsprerov.draksoft.net/rocprace/Modsite/stranky/04.htm>>.
- [8] *České vysoké učení technické v Praze : Katedra telekomunikační techniky* [online]. 2009 [cit. 2011-05-20]. Základní pojmy ve sdělovací technice. Dostupné z WWW: <www.comtel.cz/files/download.php?id=4588>.
- [9] HOFFNER, Václav. *Úvod do teorie signálů*. 1. vydání. Praha : SNTL, 1979. 452 s.
- [10] Sewecom, s r.o. *Zesilovače, elektronika* [online]. 2002, 2. 5. 2003 [cit. 2011-05-20]. Frekvenční modulace FM. Dostupné z WWW: <<http://www.zesilovace.cz/view.php?cislocclanku=2003050201>>.

- [11] LAZARIDIS, Giorgos. *PCB Heaven! : Electronic theory, schematic circuits and PIC tutorials* [online]. 2008, 23. 3. 2009 [cit. 2011-05-20]. PWM Modulation. Dostupné z WWW: <http://pcbheaven.com/wikipages/PWM_Modulation/>.
- [12] *Technoweb : Stránka určená studentům SOŠP Břeclav* [online]. 2011 [cit. 2011-05-29]. Techniky multiplexování. Dostupné z WWW: <ucitel.spsbv.cz/zavodny/Prezentace/Multiplex.ppt>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Aj. A jiné.

Apod. A podobně.

B. B. Base band (přenos bez modulace).

Bif. Bifilar line (dvojlinka).

CDM Code division multiplex (kódový multiplex).

Coax Coaxial (koaxiální kabel).

FDM Frequency division multiplex (frekvenční multiplex).

GND Ground (uzemnění, zem).

I. R. Infrared (infračervené záření).

LAN Local area network (místní síť).

LED Light-Emitting Diode (dioda emitující světlo).

Např. Například.

O. F. Optical fiber (optické vlákno).

Tj. To je.

Tzn. To znamená.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Schéma komunikačního systému, Shannon-Weaverův model	12
Obr. 2. Časový průběh signálů	13
Obr. 3. Analogová telefonní síť	14
Obr. 4. Koaxiální kabel	17
Obr. 5. Kroucená dvojlinka	17
Obr. 6. Optická vlákna	19
Obr. 7. Spektrum modulačního signálu, sudá funkce frekvence	22
Obr. 8. Signály amplitudové modulace	23
Obr. 9. Signály frekvenční modulace	24
Obr. 10. Pulsně šířková modulace	26
Obr. 11. Princip frekvenčního multiplexu	26
Obr. 12. Zapojení obvodu pro měření modulací	30
Obr. 13. Zapojení obvodu pro měření vlivu přenosových médií	33
Obr. 14. Zapojení obvodu pro měření přenosu hlasu	36
Obr. 15. Zapojení obvodu pro měření multiplexace	39
Obr. 16. Zapojení obvodu pro měření doplňkových cvičení	41
Obr. 17. Přehřívající se součástka T6	43