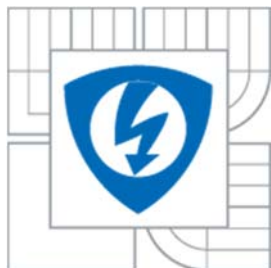




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

NÁVRH EFEKTIVNÍHO VYUŽITÍ VÝUKOVÉHO SYSTÉMU

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

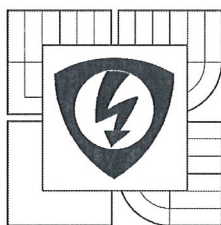
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Jiří Liška

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. Vladislav Škorpil, CSc..

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav telekomunikací

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Teleinformatika

Student: Jiří Liška

Ročník: 3

ID: 106596

Akademický rok: 2014/15

NÁZEV TÉMATU:

Návrh efektivního využití výukového systému

POKyny PRO VYPRACOVÁNÍ:

V laboratoři komunikačních systémů na UTKO je k dispozici výukový systém TIMS (Telecommunications Instructional Modelling System) a to ve třech verzích – hardwarové verzi, verzi Biskit a softwarové verzi. Prostudujte možnosti uvedených verzí a navrhnete tři laboratorní úlohy, ve kterých se využijí všechny tři verze. Výstupy porovnejte a uveďte výhody a nevýhody využití každé z verzí TIMS. Zpracujte přehlednou dokumentaci, která bude obsahovat zadání pro studenty, poznámky pro učitele a vzorové protokoly. Navržené úlohy rozeberte také teoreticky. Dbejte na to, aby studenti při realizaci úloh pochopili hlavní principy procvičovaných skutečností

DOPORUČENÁ LITERATURA:

[1] PUŽMANOVÁ, R. Moderní komunikační sítě A-Z. Computer Press, Brno 2007.

[2] EMONA INSTRUMENTS. Manuál k Telecommunications Learning Environment TIMS. Camperdown, Australia 2007

Termín zadání: 9. 2. 2015

Termín odevzdání: 2.6.2015

Vedoucí práce: doc. Ing. Vladislav Škorpil, CSc.

Konzultanti bakalářské práce:

doc. Ing. Jiří Mišurec, CSc.
předseda oborové rady



UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení částí druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

ABSTRAKT

V této bakalářské práci jsou navrženy tři nové laboratorní úlohy s využitím systému TIMS. Laboratorní úlohy jsou zaměřeny na problematiku digitálních modulací, multiplexování a měření chyb při přenášení signálů pomocí linkových kódů. Laboratorní úlohy byly navrhovány s ohledem na procvičení probírané látky v předmětu Přístupové a transportní sítě.

KLÍČOVÁ SLOVA

TIMS, BER, PAM, pulzní amplitudová modulace), PPM, pulzní polohová modulace, PWM, Pulzní šířková modulace, TDM, časový multiplex, FDM, frekvenční multiplex

ABSTRACT

In this bachelor thesis are proposed three new laboratory exercises using TIMS system. Laboratory exercises are focused on digital modulation, multiplexing and measurement errors in transmitting signals with line codes. The laboratory experiments were designed with respect to the practice of the subject matter in an article Access and Transport Networks.

KEYWORDS

TIMS, BER, PAM, pulse amplitude modulation, PPM, pulse position modulation , PWM, pulse width modulation, TDM, time-division multiplex , FDM, frequency-division multiplex

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou semestrální práci na téma „*NÁVRH EFEKTIVNÍHO VYUŽITÍ VÝUKOVÉHO SYSTÉMU*“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení S 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení S 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

Brno

.....

(podpis autora)

PODĚKOVANÍ

Děkuji vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Vladislavu Škorpilovi, CSc. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce. Dále děkuji panu Ing. Polívkovi za zřízení vzdáleného přístupu k TutorTIMS. Při poděkování nesmím zapomenout na rodinu a zaměstnavatele, kteří mě podporovali ve studiu.

Brno

.....

(podpis autora)

Výzkum popsany v této bakalářské práci byl realizovaný v laboratořích podpořených projektem Centrum senzorických, informačních a komunikačních systémů (SIX); registrační číslo CZ.1.05/2.1.00/03.0072, operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace.

Brno

.....

(podpis autora)

Obsah

1	Verze TIMS	10
1.1	Software verze.....	10
1.1.1	TutorTIMS freeware.....	10
1.1.2	TutorTIMS –Basic	10
1.1.3	Tutor TIMS – Advenced.....	10
1.2	Hardwarové verze	11
1.2.1	TIMS 301C PC ENABLE.....	11
1.2.2	TIMS TT101 Biskit.....	11
2	První laboratorní úloha	13
2.1	Zadání pro studenty	13
2.1.1	Cíl úlohy.....	13
2.1.2	Teoretický rozbor	13
2.1.3	Popis použitých modulů-	15
2.1.4	Postup měření.....	16
2.1.5	Otázky	17
2.2	Informace a popis pro vyučující	17
2.3	Protokol.....	18
2.3.1	Odpovědi na otázky	19
3	Druhá laboratorní úloha	21
3.1	Zadání pro studenty	21
3.1.1	Cíl úlohy.....	21
3.1.2	Teoretický rozbor	21
3.1.3	Popis použitých modulů.....	23
3.1.4	Postup měření.....	24
4	Třetí laboratorní úloha.....	25
4.1.1	Cíl úlohy.....	25
4.1.2	Teoretický rozbor	25
4.1.3	Popis použitých modulů.....	26
5	Seznam použité literatury.....	28

SEZNAM OBRÁZKŮ

OBR. 1.1 TUTORTIMS FREWARE	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.
OBR. 2.1 RUŠENÍ SIGNÁLU	13
OBR. 2.2 LINKOVÉ KÓDY POUŽÍVANÉ V SYSTÉMU TIMS.....	14
OBR. 2.3 BLOKOVÉ SCHÉMA LABORATORNÍ ÚLOHY.....	15
OBR. 2.4 VHODNÉ USPOŘÁDANÍ MODULŮ NA MĚŘENÍ CHYB	16
OBR. 2.5 PRVNÍ ČÁST VLIV ŠUMU NA SIGNÁL	17
OBR. 2.6 SPRÁVNÉ ZAPOJENÍ PRO PŘENOS BEZ CHYB PO SYNCHRONIZACI.....	18
OBR. 3.1 UKÁZKA PAM A PŮVODNÍHO SIGNÁLU.....	21
OBR. 3.2 UKÁZKA PPM PŘEVZATO Z (ŠIŠKA, 2013).....	22
OBR. 3.3 UKÁZKA PWM PŘEVZATO Z (ŠIŠKA, 2013)	22
OBR. 3. 4 SCHÉMA ZAPOJENÍ PWM PŘEVZATO Z (HOOPER, 2002)	23
OBR. 3. 5 SCHÉMA ZAPOJENÍ PPM PŘEVZATO (HOOPER, 2002)	23
OBR. 4.1 GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ MULTIPLEXŮ PŘEVZATO Z (HANUS CSC., 2012).....	25
OBR. 4. 2 SCHÉMA ZAPOJENÍ PRO TDM PŘEVZATO Z (HOOPER, 2002).....	25
OBR. 4. 3 SCHÉMA ZAPOJENÍ DEMULTIPLEXERU TDM PŘEVZATO Z (HOOPER, 2002)	26
OBR. 4. 4 SCHÉMA ZAPOJENÍ FDM PŘEVZATO Z (HOOPER, 2002).....	26

ÚVOD

Laboratorní úlohy jsou důležitou součástí výuky. Slouží hlavně k lepšímu pochopení učiva a k získání praktických zkušeností s telekomunikačními přístroji. K tomu lze využít i výukový TIMS od firmy Emona Instruments. Jedná se o modulární systém zaměřený na telekomunikační techniku.

Cílem práce je seznámit se s tímto systémem a navrhnout laboratorní úlohy. Úlohy jsou zpracované jako zadání pro studenty, zadání pro vyučující a vzorový protokol. Zadání pro studenty obsahuje teoretický úvod, informace o použitých modulech, postup měření a kontrolní otázky. Tyto otázky jsou pokládány, tak aby ověřily, jestli studenti pochopili, co zkoušeli v praxi a proč to je tak jak to je. V informacích pro vyučující je zjednodušený postup, upozorňující na možné problémy, aby vyučující mohl rychle, bez dlouhého zkoumání, navést studenty správným směrem. Dále každá úloha obsahuje vzorový laboratorní protokol.

1 Verze TIMS

1.1 Software verze

TutorTIMS (Telecommunication Instructional Modeling Systém) je software od firmy Emona instruments. Ve své výuce ho využívají technické vysoké školy zaměřeny na telekomunikace. Tento program je k dispozici buď zdarma jako TutorTIMS - Freeware nebo placené ve verzích TutorTIMS - Basic TutorTIMS - Advanced. Rozdíly mezi verzemi jsou vidět na obrázku 2. Aplikace je navržena tak, aby napodobovala hardwarovou verzi TIMS. Pro fungování aplikace je potřeba mít v PC nainstalovanou Javu. Všechny verze jsou určeny pro platformy windows, linux a macintosh.

1.1.1 TutorTIMS freeware

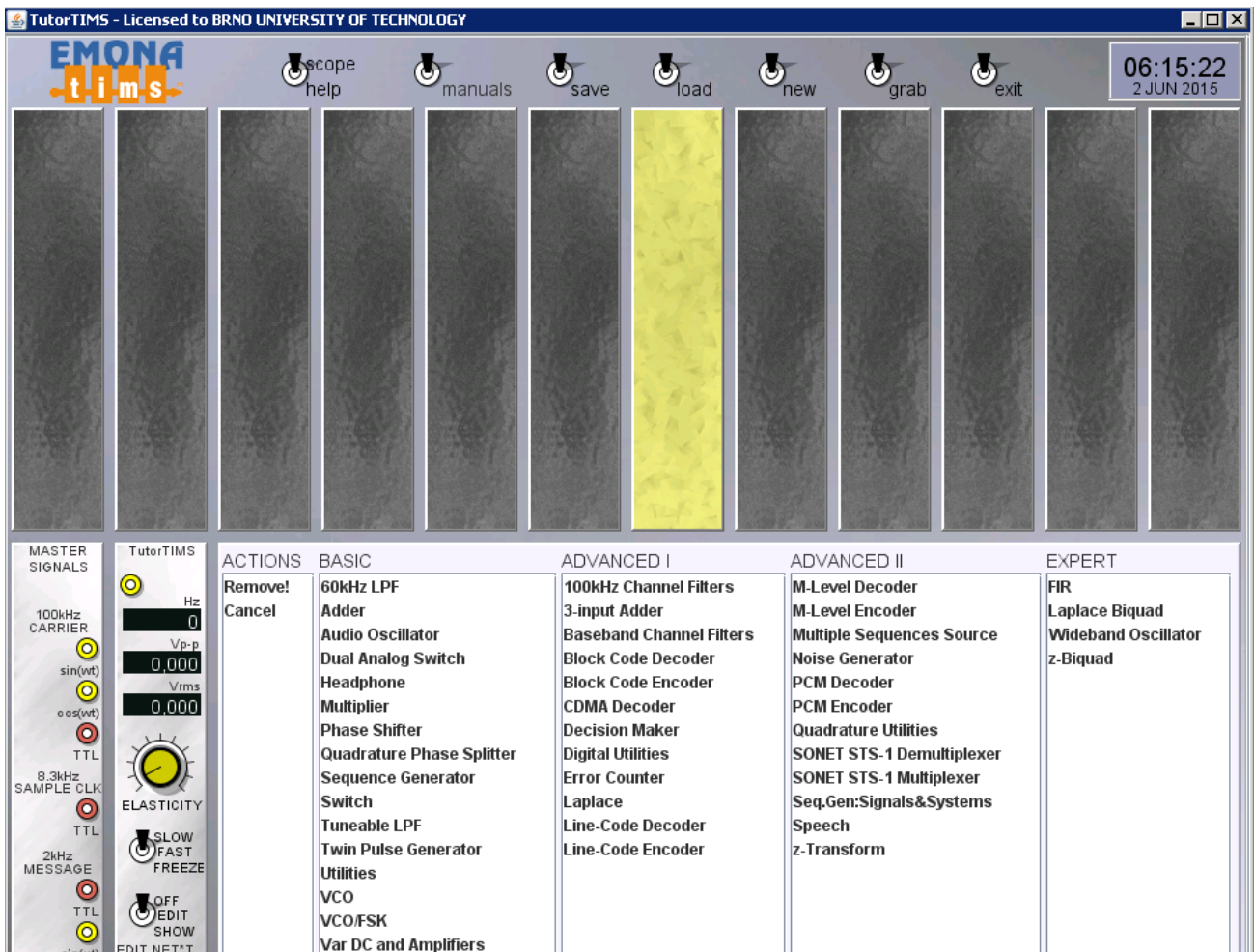
Tuto verzi si může každý stáhnout ze stránek: <http://www.emona-tims.com/tutortims-telecommunications-teaching-software>. Tato verze je spíše určená k seznámení s programem a nabídkou firmy Emona instruments. Obsahuje pouze 5 slotů pro základní moduly. Těch je v této verzi použitelných pouze 9. To je vidět na obrázku 1, kde je okno programu.

1.1.2 TutorTIMS -Basic

Tato verze je už placená. Lze v ní použít už všech 12 slotů. Další výhodou je možnost ukládat a načítat uložené simulace. Dále je zde možné využívat další funkce jako je například měřič frekvence. Mezi další výhody patří možnost využívat uživatelský manuál a manuál pro vzorové simulace. Je zde všech 12 základních modulů a dále jsou některé pokročilé moduly. Další velkou výhodou této verze je také možnost vzdáleného připojení.

1.1.3 Tutor TIMS - Advanced

Aktuálně nejvyšší verze programu. Obsahuje vše z verze Basic a navíc obsahuje více pokročilých modulů. Dále je zde výhoda že této verze obsahuje voltmetr. Ve škole je tato verze nainstalovaná. Je tam i licenční server s hardwarovým klíčem, který slouží k provozu jednotlivých aplikací v síti. V naší škole používá terminálový server pro vzdálený přístup. Pokud k němu má uživatel zřízený přístup může spouštět TIMS odkudkoliv z internetu přes terminál `term.utko.feec.vutbr.cz`.



Obr. 1. 1 TutorTIMS

1.2 Hardwarové verze

Hardwarová verze TIMS je kompletní výukový systém. Tento systém je udělán tak aby byla možnost aktualizace vytvořením nového modulu a tím implementovat nejnovější trendy v modulacích a kódování.

1.2.1 TIMS 301C PC ENABLE

Tato verze je navržena, tak aby ke své funkci nevyžadovala žádné další přístroje kromě osciloskopu. Praktické je možnost rozšířit o nové moduly, které jsou zásuvné. Z toho vyplývá také možnost poskládat si moduly podle potřeby.

1.2.2 TIMS TT101 Biskit

Vzhledem k provedení není tato verze rozšiřitelná viz Obr. 1. 2. Při návrhu této verze byl kladen důraz na vhodnou volbu modulů, aby byl biskit přínosem pro výuku. Lze na něm simulovat a vyzkoušet základy telekomunikační techniky.



Obr. 1. 2 TIMS biskit

2 První laboratorní úloha

2.1 Zadání pro studenty

2.1.1 Cíl úlohy

Cílem laboratorní úlohy je uvědomit si jak může být rušený signál při přenosu dat. Jak fungují jednotlivé linkové kódy a jak reagují na rušení. Dále se podíváme, jak fungují detekční a opravné mechanismy. Na závěr vyhodnotíme

2.1.2 Teoretický rozbor

Při přenosu signálu, přes přenosový kanál může docházet k rušení signálu. Signál může být rušen stejnosměrnou složkou nebo šumem. Toto rušení je znázorněno na Obr. 2.1. Horní signál je rušen jen slabým šumem. Spodní signál je rušen silným šumem a z obrázku je patrné, že vlivem rušení může docházet k špatnému určení logické úrovně na přijímači. Cílem přenosu je zajistit přesnou kopii vstupu na výstup. Při rušení je naší snahou signál zase obnovit. K tomu se dá využít více obvodů od omezení amplitudy, přes jednoduché komparátory až po komplexní nástroje. TutorTims k tomu používá komplexní blok jménem *Decision Maker*.

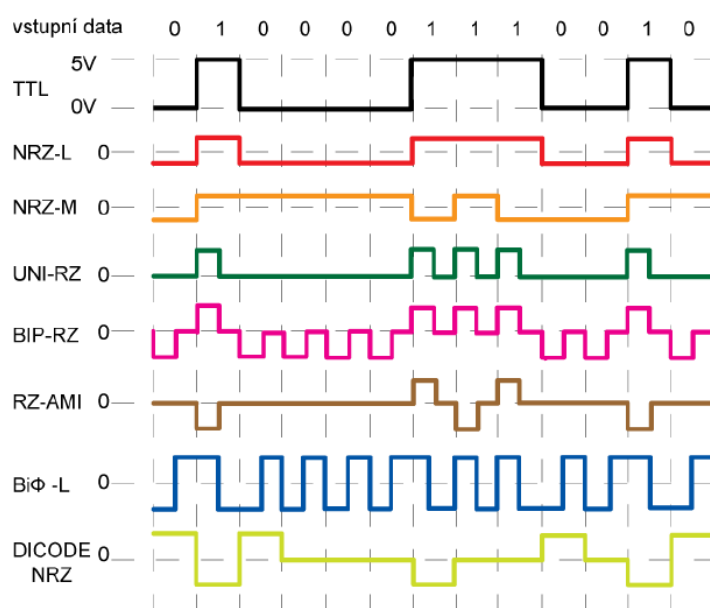


Obr. 2.1 rušení signálu

Decision Maker je řízen taktovací frekvencí. Zkoumá příchozí sekvence po dobu trvání daného bitu. A potom rozhoduje, jestli danému bitu přiřadí úroveň HIGH nebo LOW. Pomocí ovládacího prvku je možno měnit okamžik odběru vzorků. To je potřeba volit podle typu linkového kódu. Linkové kódy mohou využívat pro přenos dat nástupnou hranu, sestupnou hranu nebo prostředek impulsu. Důležitá informace je, že tento modul je optimalizován pro taktovací frekvenci 2KHz.

Vzhledem k tomu, že nás zajímá vliv rušení na jednotlivé linkové kódy. Je potřeba si uvědomit jaké vlastnosti mají jednotlivé linkové kódy zastoupeny v Timsu. Tims využívá tyto linkové kódy:

- NRZ-L (non-return to zero – level): bipolární signál, od zdrojovému signálu se liší jen měřítkem
- NRZ-M (non-return to zero – Mark): bipolární signál s přechodem na začátku každé „log1“ a beze změny při „log0“. „M“ odkazuje na inverzi při značce. Jedná se o diferenciální kód. Dekodér dá správný výstup nezávisle na polaritě na vstupu.
- UNI-RZ (uni-polar – return to zero): Jedná se o signál, který má nulový výstup, pokud je vstupem „log0“ a má pulzy s poloviční šířkou pokud je vstup „log1“. Tento průběh má významnou stejnosměrnou složku.
- BIP-RZ (bipolar return to zero): Jedná se o tříúrovňový signál, kde výstup je pulz s poloviční šířkou „+Ve“, pokud je na vstupu „log1“. Pokud je na vstupu „log0“, tak na výstupu je pulz s poloviční šířkou „-Ve“. Pro každý pulz platí, že je zde návrat k nulové hladině v druhé polovině každé bitové periody.
- RZ-AMI (return to zero – alternate mark inversion): Tříúrovňový signál, kde pulz s poloviční šířkou je na výstupu, pokud je na vstupu „log1“ a nulová hladina na výstupu pokud je vstup „log0“. Toto by bylo stejné jako UNI-RZ, ale dodatečně je zde inverze polarity každého střídavého výstupního pulzu.
- BiΦ-L (biphase – level): Jinak nazýván také Manchester. Jde o bipolární ±V volty. Pro každý vstup „log1“ je odpovídající přechod od „+V“ k „-V“ v prostředku intervalu. Pro každý vstup „log0“ je odpovídající přechod z „-V“ do „+V“ v prostředku intervalu.
- DICODE-NRZ (Di-code non-return to zero): Tříúrovňový signál. Pro každý přechod vstupního signálu existuje výstupní pulz s opačnou polaritou než předcházející pulz. Pokud není na vstupu žádný přechod, tak na výstupu je nulová úroveň.



Obr. 2.2 Linkové kódy používané v systému TIMS

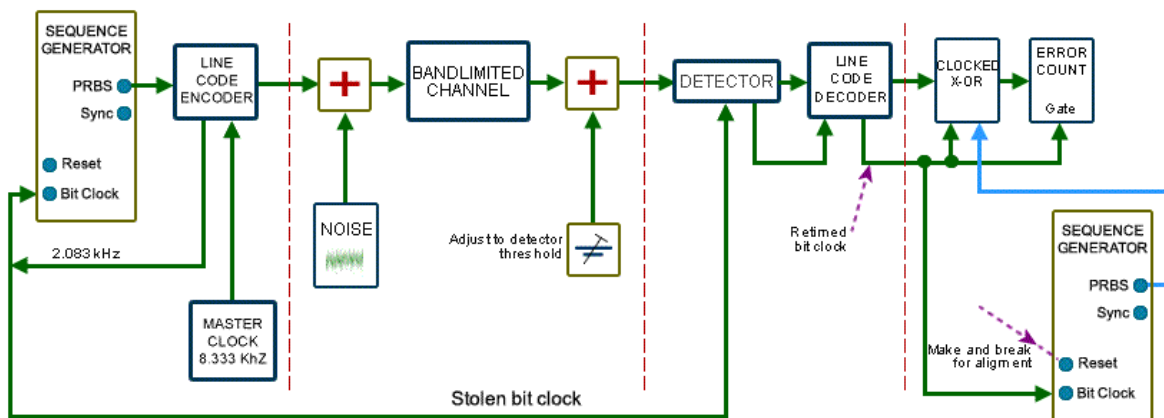
První blok slouží jako zdroj signálu. Blok obsahuje sekvenční generátor, který se stará o generování TTL sekvence. Jako taktovací kmitočet slouží kmitočet z linkového kodéru. Linkové kódování je způsob úpravy digitálního signálu pro přenos. Pro přenos lze využít buď elektrický kabel nebo optické vlákno. Linkové kódy lze rozdělit podle počtu úrovní na dvojúrovňové, trojúrovňové a

víceúrovňové. My postupně využijeme všechny linkové kódy. Abychom zjistili, jak jsou náchylné k rušení šumem nebo stejnosměrnou složkou.

Druhý blok lze při použití hardwarové verze TIMS nahradit jediným makroblokem. CHANNEL MODEL. V naší laboratoři není, takže si tento blok složíme z jednotlivých modulů. Budeme potřebovat dva sčítače, zdroj šumu, zdroj stejnosměrného napětí a filtr.

Třetí blok tvoří rozhodovací člen a linkového dekodéru.

Poslední blok obsahuje sekvenční generátor jako zdroj referenčního signálu dále logické hradlo XOR pro porovnání signálů a čítač impulsů pro určení procenta špatně přenesených bitů.



Obr. 2.3 Blokové schéma laboratorní úlohy

2.1.3 Popis použitých modulů-

Všechny moduly použité při této laboratorní úloze jsou znázorňuje obrázek 5. Tady si rozebereme proč je používáme a co dělají ze signálem, který na ně přivádíme.

ADDER- slouží ke sloužení dvou signálů. Zároveň v sobě obsahuje násobič, kterým můžeme měnit úroveň signálu v rozmezí -2 až 0, z toho vyplývá že výstupní signál bude mít obrácenou polaritu než vstupní signály.

BASEBAND CHANNEL FILTERS – funguje jako přepínatelný kanálový filtr. Před použitím vybraného kanálu doporučuji zkontrolovat osciloskopem vliv na přenášený signál.

DECISION MAKER – slouží k vyčištění digitálního signálu od šumu. Vzhledem k tomu že využívá taktovací signál, tak zvládá i částečnou obnovu zpráv. Vstupní signál je vzorkován v místě, které určí uživatel. Výstupem jsou čisté digitální signály synchronizované s taktovací frekvencí. Lze současně čistit 2 signály. Zvládá filtrovat signály TTL, unipolární i bipolární. Je nutno správně zvolit jaký signál chceme mít na výstupu.

ERROR CONTING – obsahuje dva nezávisle bloky. Horní blok funguje jako logické hradlo XOR. Může fungovat jako normální (bez taktovacího vstupu), nebo v impulzním módu, kdy je potřeba připojit taktovací frekvenci. Spodní blok lze využít pro počítání chyb, které jsou na výstupu logického hradla.

LINE CODE DECODER – slouží pro dekódování linkového kódu. Pro správnou funkci musí mít přivedený správný taktovací signál. Výstupem je signál TTL. Příchozí signál musí být čistý, proto je potřeba napřed signál vyčistit pomocí DECISION MAKER. Blok dále obsahuje oscilátor, který generuje signál, který přesně odpovídá taktu výstupního TTL signálu. Tato zdírka se označuje jako STROBE.

LINE CODE ENCODER – blok sloužící pro linkové kódování. Samotné kódování by stačilo na samotné laboratoře. V této úloze budeme využívat linkový kód NRZ-L, který využívá bipolární signál.

MASTER SIGNAL – Pevný modul, který se využívá jako zdroj signálu. Pomocí tohoto modulu můžeme generovat analogové a digitální signály o frekvenci od 2KHz do 100KHz.

NOISE GENERATOR – generátor širokopásmového šumu. Lze nastavit 12 úrovní. Nepotřebuje žádný vstupní ani řídicí signál. Šum lze zesilovat nebo filtrovat pomocí dalších modulu, které obsahuje TIMS.

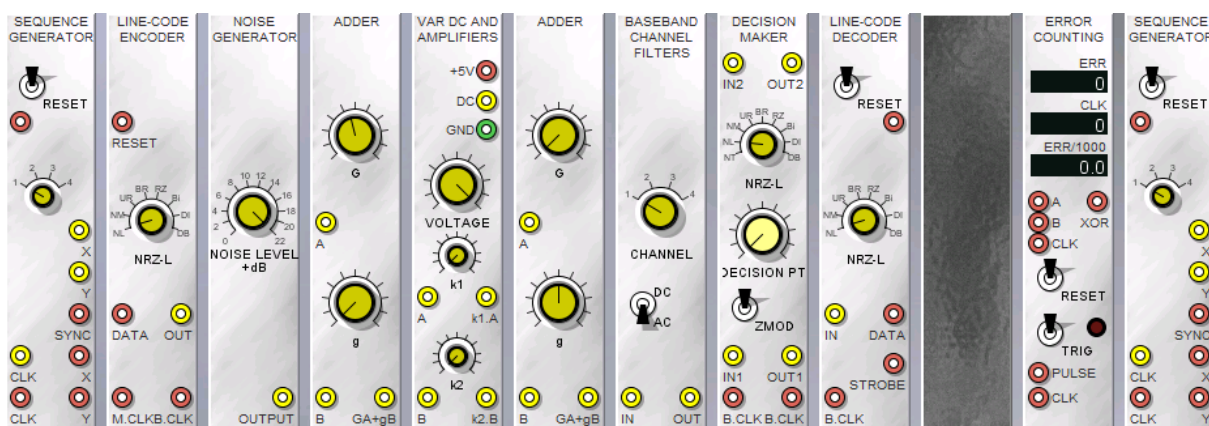
SEQUENCE GENERATOR – Využívá vnější taktovací frekvenci. Generuje dva nezávislé pseudonáhodné sekvence X a Y. Tyto sekvence mohou mít analogový výstup nebo výstup TTL. Tento modul lze kdykoli restartovat pomocí ovladače RESET. Vstup u tlačítka RESET využijeme pro sesynchronizování dvou signálů.

VAR DC AND AMPLIFIERS – Z tohoto modulu využijeme pouze vrchní část. Využijeme ho na na přidání stejnosměrné složky k přenášenému signálu. Stejnosměrnou složku lze regulovat v rozmezí -2,5V až 2,5V.

2.1.4 Postup měření

Nejprve se podíváme na to, jak šum ovlivňuje signál. K tomu je zapotřebí SEQUENCE GENERATOR, NOISE GENERATOR, ADDER a osciloskop. Výstup generátoru přivedeme na jeden vstup sčítacího členu. Na druhý vstup přivedeme výstup z generátoru šumu. Na osciloskopu porovnáme signál z generátoru a výstup ze sčítacího členu. Samozřejmě nesmíme zapomenout do generátoru přivést taktovací signál 8,3KHz. Při správném zapojení bychom měli na osciloskopu vidět podobný obrázek jako je na Obr. 2.1. Tímto jsme zjistili vliv šumu na signál.

V druhé fázi se podíváme, co udělá zarušený kanál s TTL signálem zakódovaným pomocí linkových kódů. K tomu budeme potřebovat sekvenční generátor, linkový kodér, generátor šumu, 2 sčítací členy, pásmový filtr, zdroj stejnosměrné složky, decision maker, linkový dekodér a počítadlo chyb. Vhodné rozmístění modulů je na následujícím Obr. 2.4.



Obr. 2.4 Vhodné uspořádání modulů na měření chyb

Taktovací signál přivedeme na řídicí svorku linkového kóderu. Ze svorky CLK rozvedeme taktovací signál na další svorky. Jmenovitě jde o svorky sekvenčního generátoru, decision makeru a linkového dekodéru. Výstup ze sekvenčního generátoru přivedeme na vstup linkového kóderu. Jeho výstup přivedeme na vstup první sčítačky. Kde k signálu přičteme šum. Výstup z první sčítačky přivedeme na vstup druhé. Tam přidáme k signálu stejnosměrnou složku. Výstup z této sčítačky přivedeme na vstup filtru. Odtud signál přivedeme na vstup decision makeru. Ten signál vyhledá a pošle do linkového dekodéru. Výstup z dekodéru přivedeme na vstup hradla XOR. Na druhý vstup přivedeme signál z druhého sekvenčního generátoru, který budeme používat jako referenční signál.

Z linkového dekodéru vezmeme upravený taktovací signál a přivedeme ho na taktovací vstup hradla XOR, taktování počítačidla pulzů a sekvenční generátor.

Ovladače na přístrojích nastavíme tak abychom dostali na výstupu čistá signál. Ten zkontrolujeme na osciloskopu. Potom přivedeme signál z výstupu hradla XOR na resetovací vstup druhé sekvenčního generátoru. Tím zajistíme synchronizaci a kompenzaci zpoždění způsobené přenosem a zpracováním signálu.

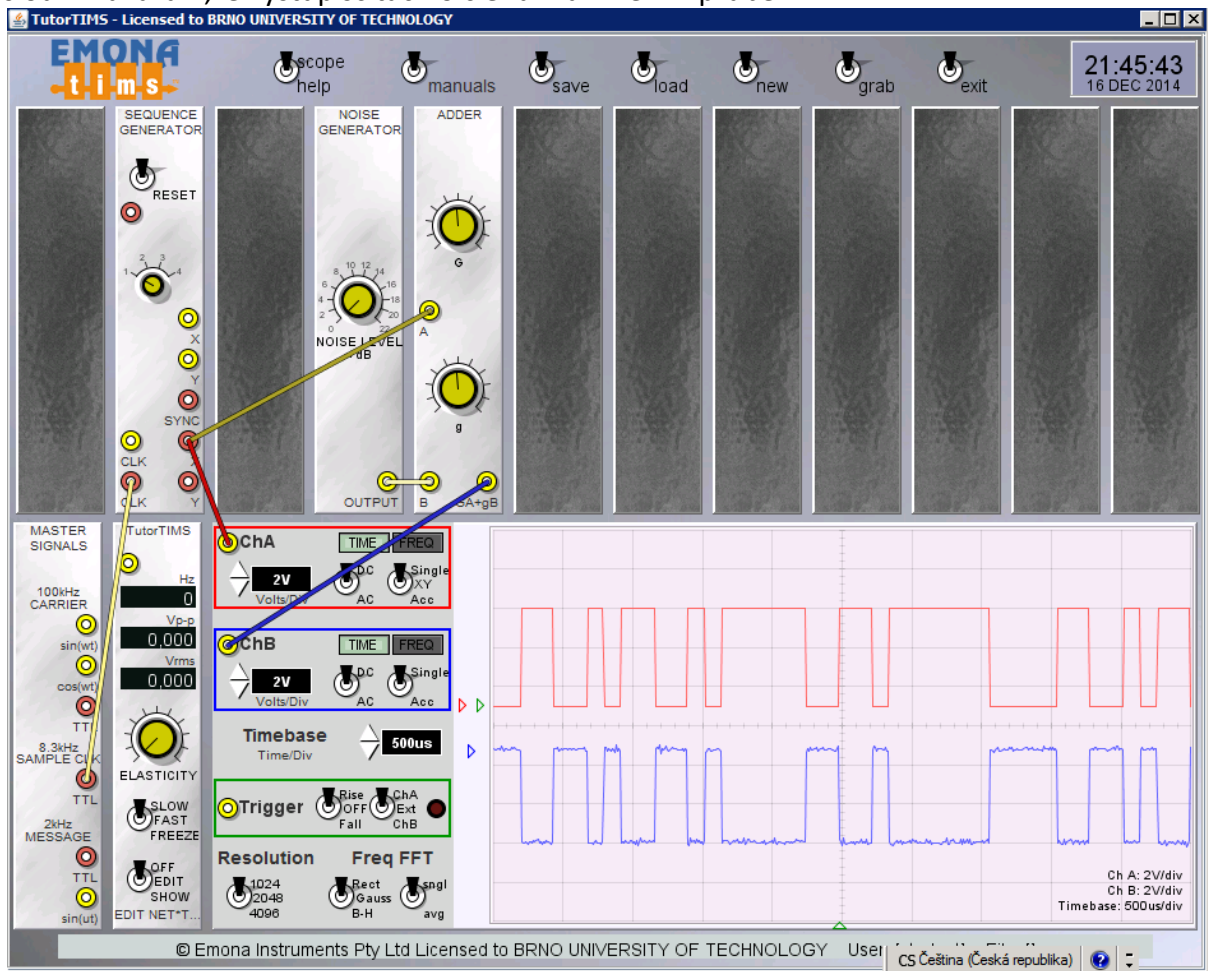
Po správném zapojení a ozkoušení funkce zjistíme, jak se projevuje rušení na počtu chyb v závislosti na jednotlivých linkových kódech. Při změně linkového kódu je potřeba si uvědomit, kde přenáší informaci a podle toho upravit nastavení Decision makeru.

2.1.5 Otázky

- 1) Proč jsou signály v první části měření inverzní?
- 2) Jak vykompenzuje zpoždění, aby na vstupu hradla XOR byli stejné takty?
- 3) Které signály jsou nejnáchylnější na rušení šumem a které na stejnosměrnou složku?

2.2 Informace a popis pro vyučující

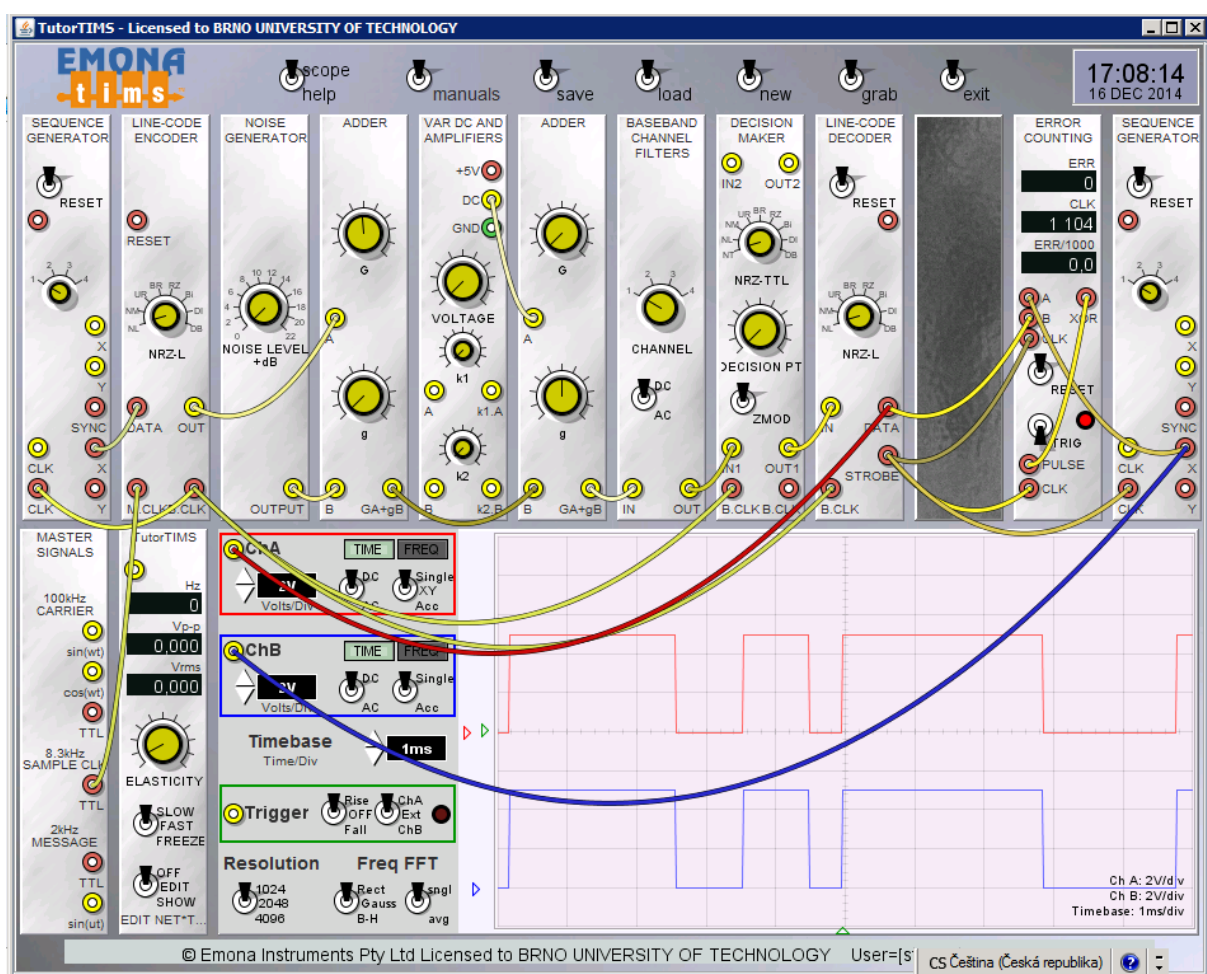
V první fázi je potřeba toto zapojení jako je nasledujícím obrázku. Zapojení je jednoduché, ale dobře slouží k zjištění vlivu šumu na signál. Pěkně se to projeví při měnění koeficientů G a g. Zároveň slouží k ukázaní, že výstup sčítacího členu má inverzní průběh.



Obr. 2.5 První část vliv šumu na signál

V druhé fázi je potřeba zapojení podle Obr. 2.6. Důležité je správné nastavení ovládacích prvků a zapojení.

- U sčítacích členů je potřeba nastavit koeficient u signálu na střední hodnotu u rušení ho nastavit na minimum.
- Filtr nastavíme na 1
- U decision makeru nastavíme na horním ovladači NRZ-L spodní dáme doprostřed
- Výstup ze STOBE připojíme na vstupy oba vstupy CLK ERROR CONTING a CLK druhého generátoru.
- Pro sčítání chyb je nutné výstup z hradla XOR přivést na vstup PULSE.
- Pro synchronizaci přivedeme do resetu druhého generátoru. Tím zajistíme synchronizaci začátku přenášené zprávy.
- Pro spuštění sčítání chyb je potřeba přepnout přepínač TRIG.

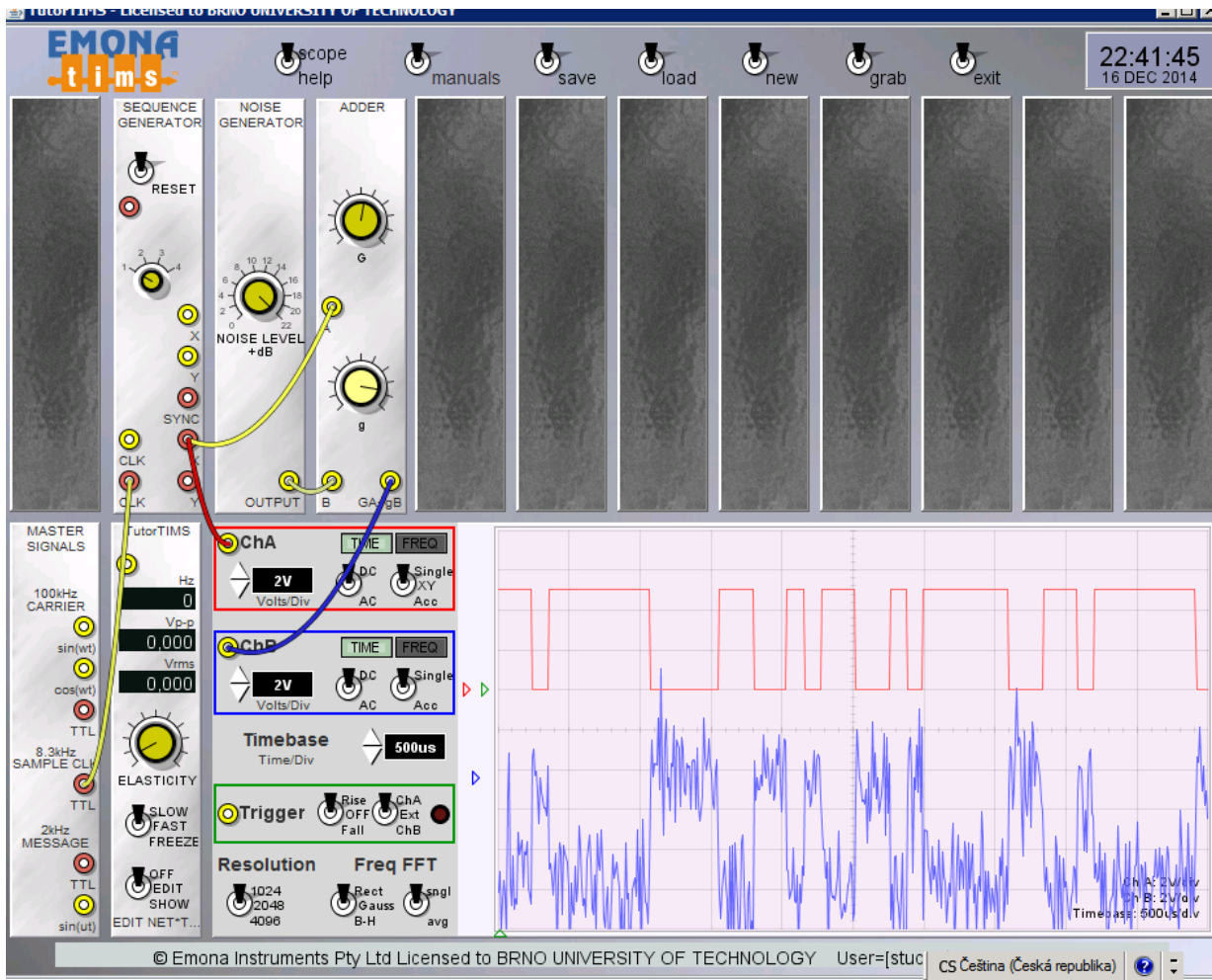


Obr. 2.6 Správné zapojení pro přenos bez chyb po synchronizaci

Potom studenti budou měnit nastavení sčítaček a filtru aby mohli vysledovat, jaký to bude mít vliv na počet chyb. Před každou změnou nastavení je vhodné vynulovat počítadlo, aby se pěkně ukázalo vliv nastavení na počet chyb.

2.3 Protokol

V první části laboratoří bylo za úkol seznámit se s vlivem šumu na přenášený signál. Na obrázku 7 je znázorněno mírné rušení. Na následujícím obrázku je zachycen silně zarušený signál.



Obrázek 1 Silné rušení

Potom jsme zapojili podle popisu celé zapojení. Po odladění a správném nastavení všech ovladačů jsem začali zkoumat vliv šumu na signál a detekční schopnosti decision makeru. Tento stav zachycují následující obrázky číslo 10 a 11. Zelenými šipkami tam jsou označené špatně přenesené bity. U obrázku číslo 11 je vidět poměrně silné rušení, které už decision maker nebyl schopen správně rozpoznat úroveň signálu.

2.3.1 Odpovědi na otázky

1) Proč jsou signály v první části měření inverzní?

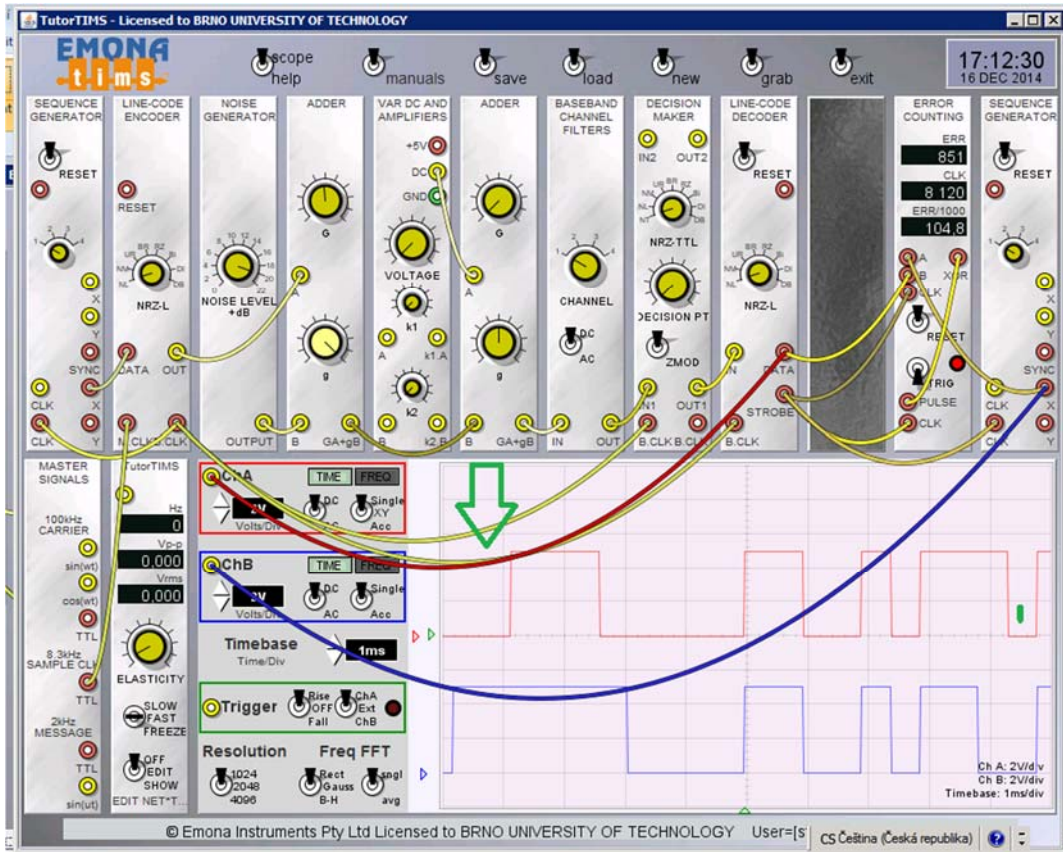
Z důvodu toho, že koeficienty G a g , které násobí vstupní signály mají hodnotu -2 až 0 .

2) Jak vykompenzuje zpoždění, aby na vstupu hradla XOR byli stejné takty?

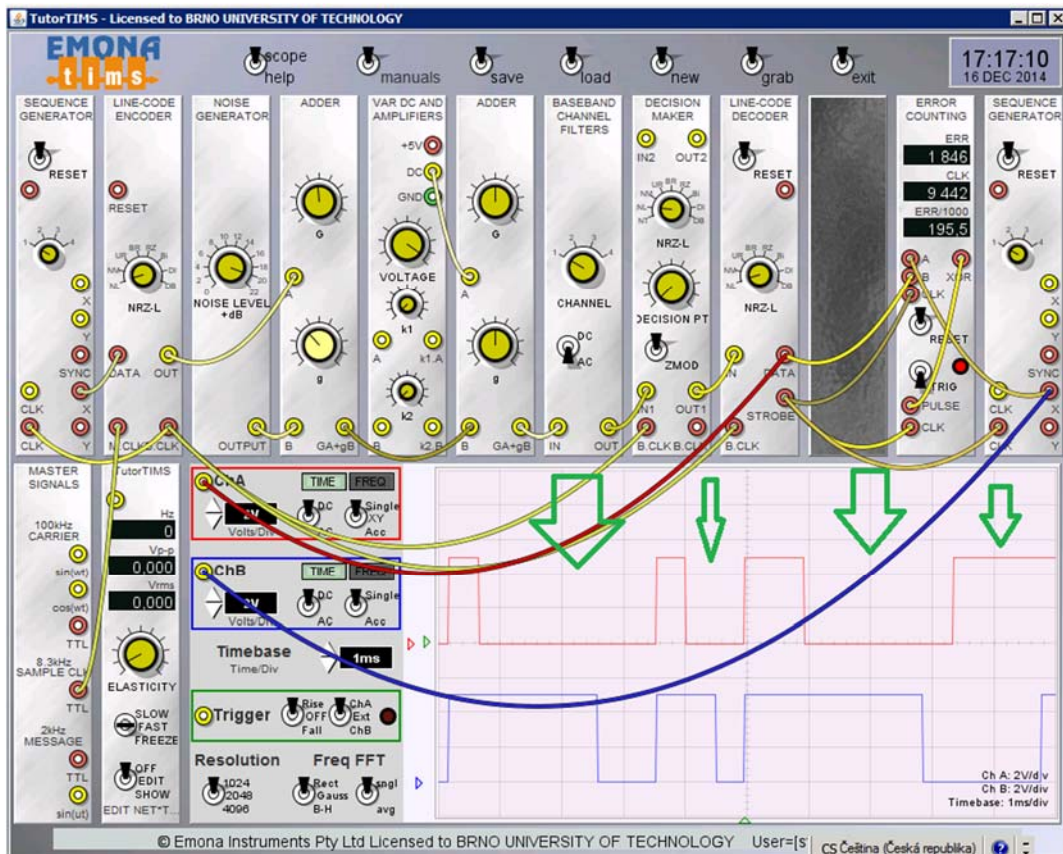
Tím že využijeme vnitřní oscilátor linkového dekodéru, který je na konektoru STROBE.

3) Co má větší vliv na počet chyb šum, filtr nebo stejnosměrná složka?

Vliv filtru na výskyt chyb je poměrně malý. Stejnosměrná složka sama o sobě chyby nezpůsobuje. Šum má velký vliv, hlavně při větší velikosti. Největší rušení způsobuje kombinace šumu a stejnosměrné složky viz obrázek 11.



Obrázek 2 rušení signálu šumem



Obrázek 3 rušení signálu šumem a DC složkou

3 Druhá laboratorní úloha

3.1 Zadání pro studenty

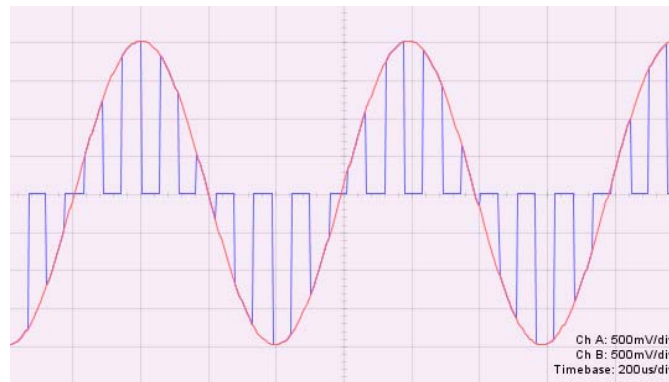
3.1.1 Cíl úlohy

Zjistit funkci digitálních modulací PAM, PPM a PWM. Porovnat jejich teoretické chování se skutečným.

3.1.2 Teoretický rozbor

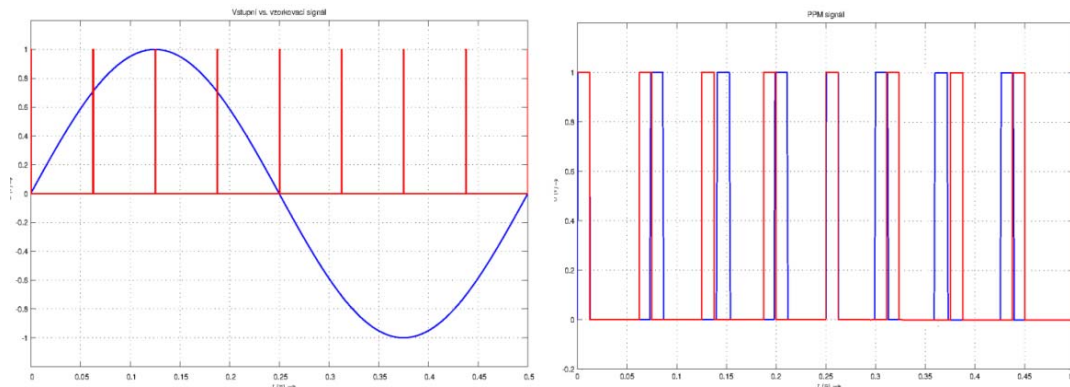
V této laboratorní úloze se budeme zabývat nekvantovanými impulzními modulacemi. Principem těchto modulací je ve většině pouze vzorkování. Je důležité vhodně zvolit vzorkovací frekvenci, protože jinak by docházelo ke ztrátě informace a tím ke zkreslení. Toto řeší Shannon – Kotělnikovův teorém. Ten nám říká, že minimální vzorkovací frekvence musí být nejméně dvojnásobkem maximální frekvence přenášeného signálu. V této úloze si vyzkoušíme funkci třech druhů modulací a to: PAM- Pulzně amplitudová modulace, PPM- Pulzně polohová modulace a PWM – Pulzně šířková modulace.

Pulzně amplitudová modulace (PAM) – Už z názvu je zřejmé, že zde budeme měnit velikost (amplitudu) impulzu. Jak jsem uvedl, už dříve jedná se v podstatě jen o vzorkování. Podle druhu vzorkování můžeme mít dva druhy PAM. PAM s přirozeným nebo uniformním vzorkováním. Přirozené vzorkování snímá velikost vstupního signálu po celou dobu trvání impulzu a tu potom přenáší. Uniformní vzorkování odebere na začátku impulzu vzorek ze vstupního signálu a ten potom přenáší po celou dobu impulzu. Názorně je to vidět na Obr. 3.1. (ŠIŠKA, 2013)



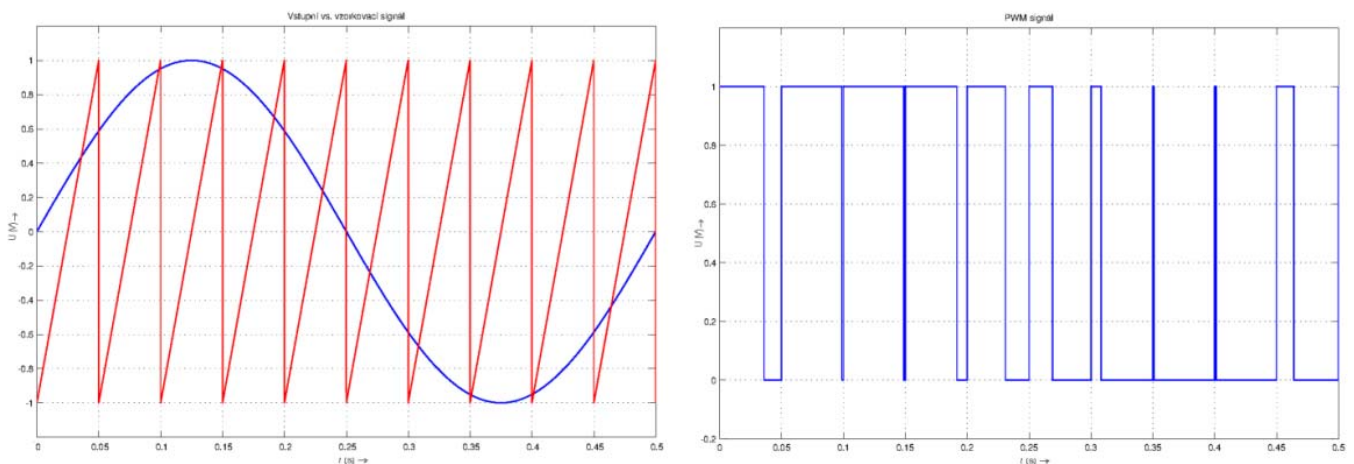
Obr. 3.1 Ukázka PAM a původního signálu

Pulzně polohová modulace – PPM – U této modulace je okamžitá hodnota vstupního signálu vyjádřena polohou impulzu ve vzorkovací periodě. Princip PPM je velice jednoduchý. Čím vyšší je okamžitá hodnota vstupního signálu tím více se posouvá impulz doprava (zpožďuje se). Čím je nižší posouvá se impulz doleva (předbíhá) viz Obr. 3.2. Na obrázku vlevo je ukázán modrou barvou analogový vstupní signál a červenou barvou vzorkovací signál. Na pravém obrázku jsou znázorněny výstupní impulzy PPM modrou barvou. Červená barva nám ukazuje polohu impulzů při hodnotě vstupního signálu 0V. (ŠIŠKA, 2013)



Obr. 3.2 Ukázka PPM převzato z (ŠÍŠKA, 2013)

Pulzně šířková modulace – PWM – I zde nám už název napoví, že při použití této modulace budeme ovlivňovat šířku impulzu. Na rozdíl od PAM a PPM nemá tato modulace ekvivalent v analogových modulacích. Stejně jako u PAM se i zde jedná pouze o vzorkování. Ale vzorkovací signál má zde pilový průběh. Výstupním signál je obvykle unipolární. Jak je zřejmé z Obr. 3.3 modulace je tvořena jako vzorkování vstupního signálu pilovým signálem. Ve chvíli, kdy je velikost analogového signálu vyšší nebo rovna velikosti pilového vzorkovací signálu máme na výstupu modulátoru logickou úroveň „H“. Funguje to i obráceně. Pokud je hodnota pilového vzorkovací signálu vyšší než hodnota analogového signálu dostáváme na výstupu z modulátoru logickou úroveň „L“. Tato modulace se často používá ve výkonové elektronice pro řízení DC/DC měničů nebo elektromotorů. (ŠÍŠKA, 2013)

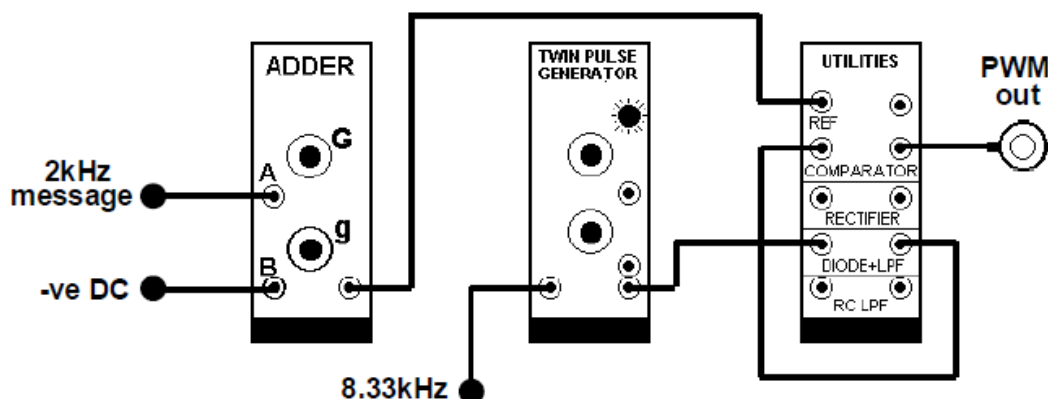


Obr. 3.3 Ukázka PWM převzato z (ŠÍŠKA, 2013)

Nyní si teoreticky projdeme, jak budeme simulovat PAM. Využijeme AUDIO OSCILLATOR jako zdroj modulovaného signálu. Na generování vzorkovacího signálu je vhodnější použít modul VCO než AUDIO OSCILLATOR, protože umožňuje nastavovat frekvenci ve větším rozsahu. Další použitý modul je DUAL ANALOG SWITCH. Principiálně jde o spínač řízený signálem přivedeným do konektoru CONTROL. Na výstupu z tohoto modulu máme signál, který je modulován pulzně amplitudovou modulací. Jako demodulátor nám poslouží vhodně nastavený filtr typu dolní propust.

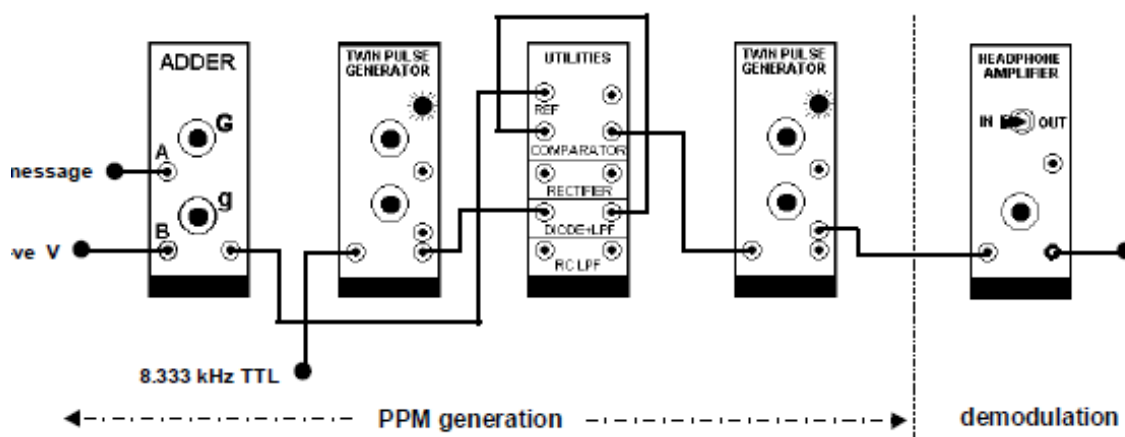
Dále se zaměříme na PWM. Tato modulace je také velice jednoduchá. Do sčítacího modulu přivedeme modulovaný signál, kde k němu přidáme stejnosměrnou složku. Vzhledem k tomu, že ADDER má koeficienty k v rozsahu -2 až 0 tak tam musíme přivést záporné napětí. Tento signál potom přivedeme do komparátoru. Krom toho musí do komparátoru přivést pilový signál. Ten vytvoříme z obdélníkového pomocí diody a dolní propusti, které najdeme v modulu UTILITIES. Na demodulaci stačí buď dolní propust obsažená ve HEADPHONE AMPLIFIER, která je nastavena na

3kHz. Druhou možností je použití laditelné dolní propusti. To je pro nás výhodnější, protože můžeme pozorovat vliv nastavení dolní propusti na demodulovaný signál.



Obr. 3. 4 Schéma zapojení PWM převzato z (HOOPER, 2002)

Jako poslední přichází na řadu PPM. Zde necháme zapojené kompletní zapojení na PWM. Výstup z modulátoru PWM přivedeme na vstup TWIN PULSE GENERATOR. Tento blok nám udělá z PWM modulaci PPM. Na demulaci postačí stejně jako v předchozím případě vhodně nastavená dolní propust.



Obr. 3. 5 Schéma zapojení PPM převzato (HOOPER, 2002)

3.1.3 Popis použitých modulů

ADDER - slouží ke sloužení dvou signálů. Zároveň v sobě obsahuje násobič, kterým můžeme měnit úroveň signálu v rozmezí -2 až 0, z toho vyplývá že výstupní signál bude mít obrácenou polaritu než vstupní signály.

AUDIO OSCILLATOR – zdroj signálu o nastavitelné frekvenci v rozsahu 500Hz až 10kHz. Má tři výstupy: sinusový, kosinusový a digitální o úrovni TTL.

DUAL ANALOG SWITCH – obsahuje dva stejné spínače, řízené signálem zapojeným do konektoru CONTROL. Obsahuje v sobě i modul ADDER. Na výstup se dostává součet obou signálů ze vstupu.

HEADPHONE AMPLIFIER – sluchátkový širokopásmový zesilovač. Pro zesílení signálu pro sluchátka 80hm. Obsahuje samostatnou dolní propust 3kHz, kterou lze použít jako předzesilovač.

UTILITIES – tento modul obsahuje 4 nezávislé bloky. My budeme využívat dva. První komparátor, který porovnává vstupní signál s referenčním. Druhý Blok který využijeme je dioda s dolní propustí. S jeho pomocí uděláme z obdélníkového signálu pilový.

TUNEABLE LPF – filtr typu dolní propustí o nastavitelné mezní frekvenci. Podle přepínače v horní části se volí pásmo. WIDE mění mezní kmitočty v rozsahu 2 – 12 kHz a normální pro pásmo 900H až 5kHz. Pomocí potenciometru GAIN můžeme zeslabovat vstupní signál podle potřeby.

TWIN PULSE GENERATOR – z přivedeného digitálního signálu generuje dva. První řídicí a druhý zpožděný. Potenciometry můžeme měnit šířku impulsů a dobu zpoždění.

VAR DC AND AMPLIFIERS – Z tohoto modulu využijeme pouze vrchní část. Využijeme ho na na přidání stejnosměrné složky k přenášenému signálu. Stejnosměrnou složku lze regulovat v rozmezí -2,5V až 2,5V.

VCO – tento modul má dvě funkce. Buď jako napětím řízená oscilátor nebo jako generátor FSK. Funkce, kterou bude vykonávat, je daná řídicím napětím. Pokud je řízen analogovým signálem bude fungovat jako oscilátor. Pokud ho ovládá digitální signál, chová se jako generátor FSK. Přepínačem se přepíná mezi nízkými a vyššími kmitočty.

3.1.4 Postup měření

1. Nejprve se si tyto modulace vyzkoušíme teoreticky v programu TutorTIMS. Zapněte počítač a spusťte program TutorTIMS. Na simulaci amplitudové pulzní modulace jsou potřeba moduly VCO, AUDIO OSCILLATOR, DUAL ANALOG SWITCH a TUNEABLE LPF.
2. AUDIO OSCILLATOR zapojíme do jednoho vstupu modulu DUAL ANALOG SWITCH. Do řídicí zdířky tohoto vstupu přivedeme obdélníkový signál z VCO. Výstup z DUAL ANALOG SWITCH přivedeme na vstup nastavitelné dolní propusti.
3. Jako demodulátor PAM nám poslouží modul TUNEABLE LPF. Zde můžeme vidět jaký vliv má nastavení maximální frekvence dolní propusti na modulovaný signál. Současně je vhodné pozorovat vliv vzorkovací frekvence na kvalitu PAM modulace.
4. Nyní vyzkoušíme modulaci PWM. Zapojíme podle Obr. 3. 4. Přidáme i laditelnou dolní propust. Nyní pozorujeme přepínáním osciloskopu, jak se postupně moduluje a demoduluje signál.
5. Na výstup PWM přidáme TWIN PULSE GENERATOR. Tím dostáváme z PWM modulaci PPM. Vzhledem k tomu, že změny modulaci signálu PWM jsme si prošli v minulém kroku je zde potřeba se zaměřit hlavně na změny signálu při průchodu přes pulzní generátor.
6. Nyní můžeme vypnout počítač. A všechny tři modulace si vyzkoušíme v praxi na hardwarovém TIMS. Zapojení je stejné jako v softwarovém. Projdeme znovu všechny předchozí body měření.
7. Na závěr si všechny modulace vyzkoušíme ve verzi TIMS Biskit. Opět projdeme body 2 až 5. V protokolu se zaměřte na odlišnosti v modulování na jednotlivých verzích TIMSu.

4 Třetí laboratorní úloha

4.1.1 Cíl úlohy

Nejprve teoreticky a později prakticky vyzkoušet funkce multiplexů.

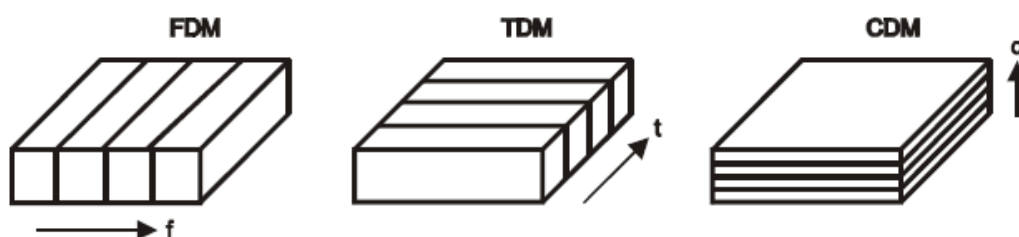
4.1.2 Teoretický rozbor

V radiokomunikačních systémech se pro lepší využití přenosového kanálu využívá multiplexů. Ty nám umožňují přenášet více informací současně. V praxi využíváme tři druhy multiplexů: časový, frekvenční a kódový multiplex.

U časového multiplexu využíváme pro přenášení celé frekvenční pásmo, ale můžeme vysílat pouze po určitý krátký čas. Tento čas se s určitou periodou opakuje.

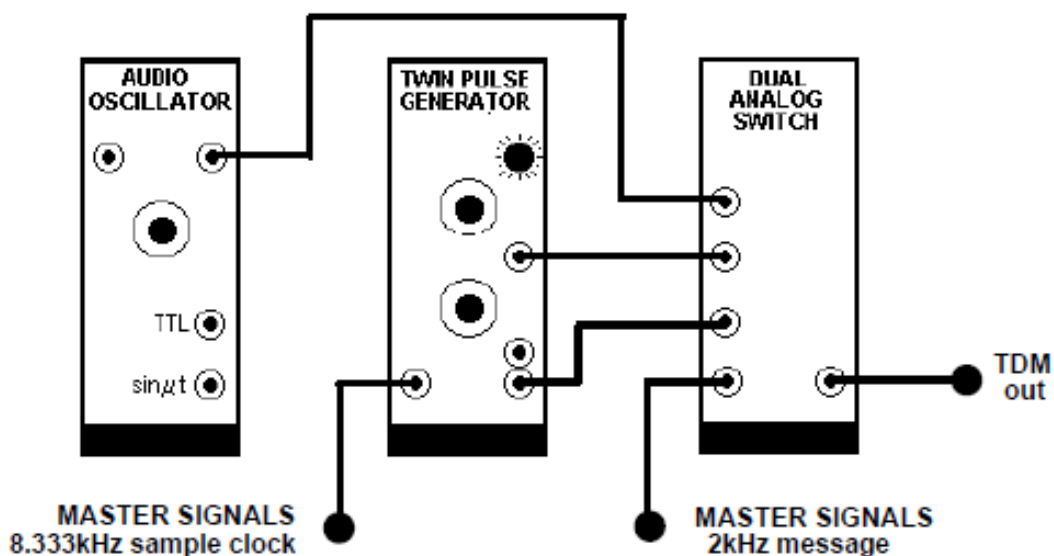
U frekvenčního multiplexu můžeme vysílat neustále, ale jsem omezeni užším přenosovým kanálem než v předchozím případě.

Kódový multiplex je nejsložitější na provedení. Můžeme při něm využívat celé frekvenční spektrum, a můžeme vysílat neustále. O odlišení jednotlivých signálů se stará kódování. (Hanus CSc., 2012)



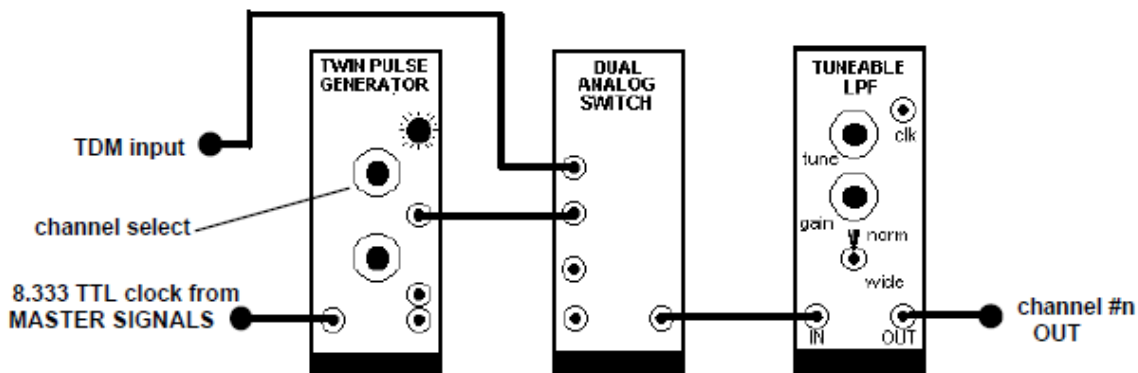
Obr. 4.1 Grafické znázornění multiplexů převzato z (Hanus CSc., 2012)

Pro simulaci, jak funguje TDM, potřebuje oscilátor, jako zdroj signálu. Dále impulzní generátor jako zdroj signálu na řízení modulu DUAL ANALOG SWITCH. Do tohoto modulu přivedeme do kontrolních zdírek signály ze zdírek Q1 a Q2. Do vstupních zdírek zapojíme signál z oscilátoru a 2kHz signál z MASTER SIGNALS.



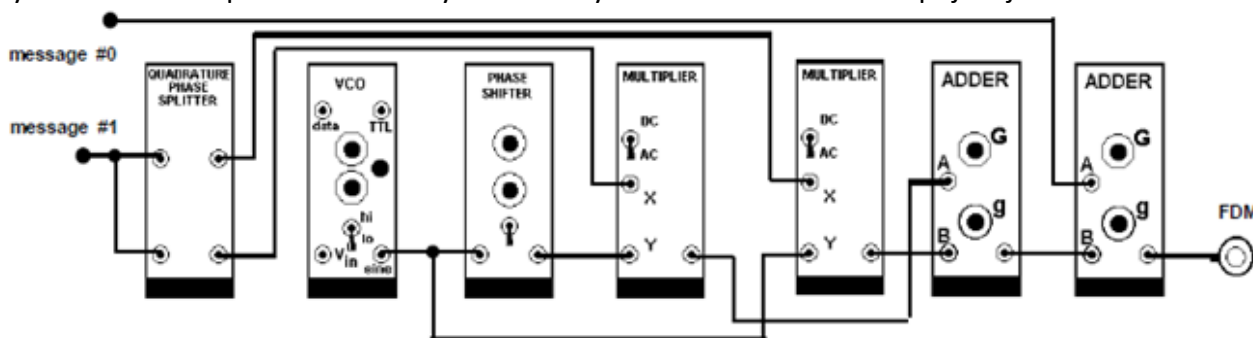
Obr. 4. 2 Schéma zapojení pro TDM převzato z (HOOPER, 2002)

Jako demultiplexer poslouží impulzní generátor pro řízení přepínače jako při multiplexování. Demultiplexer je vhodné doplnit o laditelnou dolní propust abych odfiltrovali případné vyšší harmonické signály.



Obr. 4. 3 Schéma zapojení demultiplexeru TDM převzato z (HOOPER, 2002)

Pro vyzkoušení funkce FDM budeme opět potřebovat dva signály. Stejně jako v předchozím případě nám jeden signál bude generovat oscilátor. Jako druhý použijeme 2kHz message z modulu MASTER SIGNALS. Místo generátoru lze použít modul SPEECH a jeho mikrofon. U frekvenční modulace se využívá možnosti přeložit hovorový kanál na vyšší frekvenci. Schéma zapojení je vidět na Obr. 4. 4.



Obr. 4. 4 Schéma zapojení FDM převzato z (HOOPER, 2002)

4.1.3 Popis použitých modulů

ADDER - slouží ke sloužení dvou signálů. Zároveň v sobě obsahuje násobič, kterým můžeme měnit úroveň signálu v rozmezí -2 až 0, z toho vyplývá že výstupní signál bude mít obrácenou polaritu než vstupní signály.

AUDIO OSCILLATOR – zdroj signálu o nastavitelné frekvenci v rozsahu 500Hz až 10kHz. Má tři výstupy: sinusový, kosinusový a digitální o úrovni TTL.

DUAL ANALOG SWITCH – obsahuje dva stejné spínače, řízené signálem zapojeným do konektoru CONTROL. Obsahuje v sobě i modul ADDER. Na výstup se dostává součet obou signálů ze vstupu.

MULTIPLIER – násobí vzájemně dva analogové signály přivedené do jeho vstupů. Výsledek násobení podělí dvěma, aby nedošlo k přetížení vstupů dalších obvodů.

PHASE SHIFTER – tento modul posouvá fázi signálu. Přepínač můžeme zvolit frekvenční rozsah. Potenciometry volíme velikost posuvu.

QUADRATURE PHASE SPLITTER – posouvá fázi vstupů o 90°. Je širokopásmový pracuje v rozsahu 200Hz až 10kHz.

TUNEABLE LPF – filtr typu dolní propust' o nastavitelné mezní frekvenci. Podle přepínače v části se volí pásmo. WIDE mění mezní kmitočty v rozsahu 2 – 12 kHz a normální pro pásmo 900H až 5kHz. Pomocí potenciometru GAIN můžeme zeslabovat vstupní signál podle potřeby.

TWIN PULSE GENERATOR – z přivedeného digitálního signálu generuje dva. První řídicí a druhý zpožděný. Potenciometry můžeme měnit šířku impulzů a dobu zpoždění.

VCO – tento modul má dvě funkce. Buď jako napětím řízená oscilátor nebo jako generátor FSK. Funkce, kterou bude vykonávat, je daná řídicím napětím. Pokud je řízen analogovým signálem bude fungovat jako oscilátor. Pokud ho ovládá digitální signál, chová se jako generátor FSK. Přepínačem se přepíná mezi nízkými a vyššími kmitočty.

5 Seznam použité literatury

- [1] BREZNIK A, V. Tims advanced moduls and tis special applications modules user manual. Sydney:, 2007. 146 s.
- [2] EMONA INSTRUMENTS. Manuál k telecommunications Learning Environment TIMS. Camperdown, Australia 2007
- [3] HANUS, Stanislav. Rádiové a mobilní komunikace. 2. vyd. Brno: VUT, 2012.
- [4] HOOPER, T. TIMS Lab Sheet. Sydney:, 2002. 176 s. ABN: 61 001-080-093.
- [5] PUŽMANOVÁ, R. Moderní komunikační sítě A-Z. Computer Press, Brno 2007
- [6] ŠIŠKA, M. Impulzové modulace. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2013. 101 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Radim Číž, Ph.D.