

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Návrh řešení audiocest v akustické laboratoři FEL**

Autor práce: Ondřej Herink

Vedoucí práce: Ing. Jan Klasna

Plzeň 2012

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta elektrotechnická  
Akademický rok: 2011/2012

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ondřej HERINK**  
Osobní číslo: **E08B0326P**  
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**  
Studijní obor: **Elektronika a telekomunikace**  
Název tématu: **Návrh řešení audiocest v akustické laboratoři FEL**  
Zadávací katedra: **Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Prostudujte možnosti propojování audio přístrojů v akustických laboratořích FEL.
2. Navrhněte optimální způsob propojení a přepínání různých konfigurací přístrojů v laboratoři.
3. Propojení realizujte.

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**

Rozsah pracovní zprávy: **20 - 30 stran**

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

Seznam odborné literatury:

**Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Klasna**  
Regionální inovační centrum elektrotechniky


Konzultant bakalářské práce: **Ing. Martin Sýkora**  
Katedra technologií a měření

Datum zadání bakalářské práce: **18. října 2010**

Termín odevzdání bakalářské práce: **3. června 2012**

  
Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.  
děkan



  
Doc. Dr. Ing. Vjačeslav Georgiev  
vedoucí katedry

V Plzni dne 17. října 2011

## **Abstrakt**

Herink Ondřej. Návrh řešení audiocest v akustické laboratoři FEL. Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací, Západočeská univerzita v Plzni – Fakulta elektrotechnická, 2012, vedoucí: Ing. Jan Klasna.

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na řešení propojení audio přístrojů v akustické laboratoři, v bezdrazové komoře a dozvukové komoře. Požadavky návrhu vychází z jednoduchosti ovládání a dalšího případného rozšíření přístrojů.

## **Klíčová slova**

Mixážní pult, Patch-Bay, regulace hlasitosti, symetrický signál, nesymetrický signál, signálový procesor.

## **Abstract**

Herink Ondřej. Audio patch-bay solution. Department of applied electronics and telecommunications, University of West Bohemia in Pilsen – Faculty of electrical engineering, 2012, head: Ing. Jan Klasna.

The present work is aimed at linking solution for audio equipment in acoustic laboratory, anechoic chamber and reflection chamber. Design requirements based on ease of use and any further expansion devices.

## **Key words**

Mixer, Patch-Bay, volume controller, balanced signal, unbalanced signal, signal processor.

## **Prohlášení**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

V Plzni dne 8.6.2012

Jméno příjmení

.....

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Janu Klasnovi za vedení práce a Ing. Oldřichu Turečkovi, Ph.D. za cenné profesionální rady a připomínky.

## Obsah

OBSAH.....	8
ÚVOD.....	10
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	11
1 TEORIE.....	12
1.1 KONEKTORY.....	12
1.1.1 TRS (Jack).....	12
1.1.2 XLR.....	13
1.1.3 RCA (Cinch).....	13
1.1.4 Kombinovaný XLR - Jack.....	13
1.1.5 SPEAKON.....	14
1.1.6 TT (Bantam).....	14
1.2 OCHRANA PROTI NEŽÁDOUCÍM VLIVŮM.....	15
1.3 SYMETRICKÉ A NESYMETRICKÉ ZAPOJENÍ SIGNÁLU.....	16
1.3.1 Symetrické vedení signálu.....	16
1.3.2 Nesymetrické vedení signálu.....	16
1.4 MIXÁŽNÍ PULT.....	16
1.5 PATCH-BAY.....	17
2 KONCEPCE.....	19
2.1 POUŽITÉ PŘÍSTROJE.....	19
2.1.1 Zdroje signálu.....	19
2.1.2 Efekty.....	19
2.1.3 Mixážní pult Tascam DM-3200.....	20
2.1.4 Zvukový procesor Sabine NAV8802.....	21
2.1.5 Koncová zařízení.....	21
2.2 TVŮRČÍ ČINNOST, ANEB CO SE BUDE V LABORATOŘI DĚLAT.....	22
2.2.1 Poslech.....	22
2.2.2 Nahrávání.....	23
2.2.3 Úprava zvuku.....	23
2.2.4 Míchání.....	24
3 PROVEDENÍ.....	25
3.1 KOMPLETNÍ SESTAVA NÁVRHU.....	25
3.1.1 Přepínání zdrojů signálu.....	25
3.1.2 Vstupní část mixážního pultu.....	27
3.1.3 Přepínání sluchátkových odposlechnů a efektů.....	29
3.1.4 Přepínání reproduktorů.....	32
3.2 ROZŠÍŘENÍ SYSTÉMU.....	36
3.2.1 Digitální vstupy a výstupy.....	36
3.2.2 Vstupy mixážního pultu.....	36
3.2.3 INSERT.....	37
3.2.4 Patch-Bay.....	37
3.2.5 Sabine NAV 8802.....	37
ZÁVĚR.....	38
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	39



SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ .....	40
PŘÍLOHY .....	41

## **Úvod**

Předkládaná práce byla navržena pro potřeby katedry a popisuje koncepci návrhu propojování audio cest v akustické laboratoři, bezdrazové komoře a dozvukové komoře. Cílem bylo navrhnout optimální způsob propojení a přepínání různých konfigurací přístrojů v laboratoři, kde probíhá také hlavní řízení.

Text je rozdělen do tří částí; první se zabývá teorií, druhá koncepcí návrhu a třetí část je zaměřena na samotný návrh propojení.

## Seznam symbolů a zkratek

ADAT .....	ALESIS Digital Audio Tape – typ digitálního signálu
AES/EBU.....	Audio Engineering Society European Broadcasting Union – typ digitálního signálu podobný jako S/PDIF
AUX.....	Auxiliary – pomocná sběrnice
CD.....	Compact Disc – optický disk určený pro ukládání digitálních dat
DAW .....	Digital Audio Workstation – digitální zvukové pracoviště
DVD.....	Digital Versatile Disc – digitální víceúčelový disk
Fader .....	Tahový regulátor výstupní úrovně, používá se u mixážního pultu
FireWire.....	Sériová sběrnice pro připojení periférií k počítači
INSERT .....	Vstupní smyčka s rozpojovacím kontaktem
LINE-IN.....	Linkový vstup
MD.....	Mini Disk
MG.....	Magnetofon
MIDI .....	Musical Instrument Digital Interface – elektronický komunikační protokol
MP3.....	formát ztrátové komprese zvukových souborů
MUTE .....	Umlčení signálu
PC.....	Personal Computer – osobní počítač
RCA.....	Radio Corporation of America – nesymetrický audio konektor „Cinch“
S/PDIF .....	Sony/Philips Digital InterFace – digitálně kódovaný zvukový signál
TDIF.....	Tascam Digital InterFace – formát digitálních dat firmy Tascam
TRS .....	Tip, Ring, Sleeve – nesymetrický nebo symetrický audio konektor „Jack“
TT.....	Tiny Telephone - nesymetrický nebo symetrický audio konektor „Bantam“
XLR .....	Symetrický audio konektor

# 1 Teorie

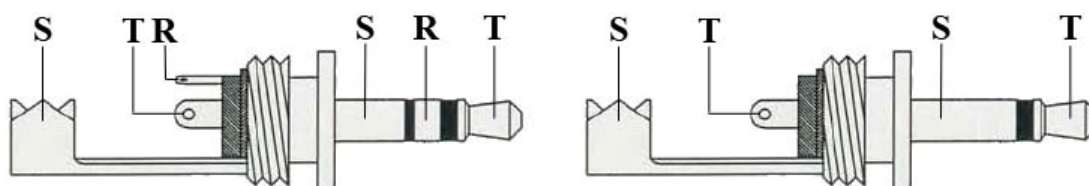
## 1.1 Konektory

Existuje mnoho konektorů, se kterými se zvuková zařízení mezi sebou mohou propojit. Vyrábějí se konektory pro symetrické nebo nesymetrické vedení signálu, ale také konektory, které se používají pro oba typy zapojení. Vše pak záleží na způsobu propojení konektoru s kabelem. Konektor určený pro symetrické vedení se může jednoduše použít pro dva samostatné nesymetrické kanály. Toho je využíváno například u stereo sluchátek. Mixážní pulty využívají jeden třípinový konektor pro INSERT smyčku, kde se jeden kanál konektoru používá pro výstup z mixážního pultu a druhý kanál vede nazpět.

V koncepci se budou využívat následující konektory:

### 1.1.1 TRS (Jack)

Tento typ konektoru může, ale nemusí být symetrický. Vyrábí se ve třech velikostech o průměru 2,5 mm, 3,5 mm a 6,3 mm a to v provedení jak monofonní, tak stereofonní. Monofonní provedení má pouze dva kontakty a stereofonní provedení má tři kontakty. Stereo konektoru typu Jack se také říká TRS podle označení jeho kontaktů. T = Tip (+, levý kanál), R = Ring (–, pravý kanál) a S = Sleeve (GND, zem). Konektor v provedení mono má jen T a S kontakty. Jack konektor o velikosti 3,5 mm se používá zejména u sluchátek. Díky jeho velikosti se vejde do každého hudebního přehrávače. Jack konektor o velikosti 6,3 mm se nejvíce používá jako výstup hudebních nástrojů, protože je to poměrně velký konektor a tím pádem i mechanicky odolnější. Nevýhodou je, že se protáčí ve spoji mezi samicí a samcem, čímž může vzniknout nežádané rušení. V koncepci se tento 6,3 mm konektor používá u zapojení linkových vstupů mixážního pultu a INSERT smyček.



Obr. 1: 3,5 mm konektor typu Jack ve stereo a mono provedení [3]

### 1.1.2 XLR

Tento konektor se většinou používá pro symetrické zapojení. Je mechanicky odolnější než konektor typu Jack. Jednotlivé piny jsou na konektoru označeny číselně od jedničky do trojky. Velice snadno se dá zapamatovat označení pinů, neboť 1, 2, 3 = X, L, R. X = zem (GND), L = Live (hot, +) a R = Return (cold, -), což je invertovaná polarita signálu hot. Tento konektor se používá se u kabelů pro mikrofony a jsou jim opatřeny mikrofonní vstupy mixážního pultu Tascam DM-3200.



Obr. 2: XLR konektor samice a samec [15]

### 1.1.3 RCA (Cinch)

Konektor typu Cinch dokáže vést pouze dva vodiče. Při stereo přenosu se musí použít dva konektory a pro přenos signálu celkem čtyři vodiče. Oproti zapojení s Jack konektorem při stereo přenosu je využito pouze tří vodičů. Ve stereo zapojení s konektory typu Cinch jsou dva zemní vodiče a to může být někdy výhodou. Konektor se používá pro nesymetrické zapojení. [1]

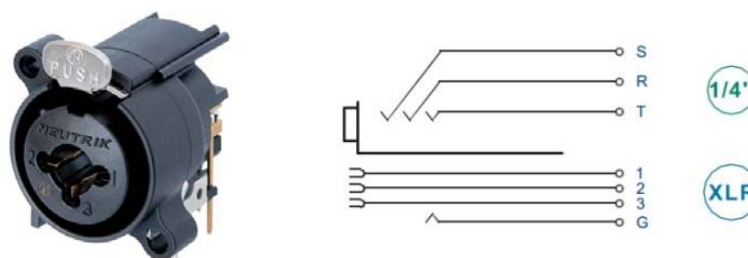


Obr. 3: Cinch konektor [1]

### 1.1.4 Kombinovaný XLR - Jack

Tento konektor je speciálně navržen tak, aby se do něho mohl zapojit jak XLR, tak 6,3 mm Jack konektor. Pro XLR přípojku může navíc obsahovat mechanickou pojistku proti nechtěnému vytržení. Pájecí kontakty multikonektoru pro konektory typu XLR a Jack jsou vyvedeny zvlášť a nejsou tedy spojené (vnitřní schéma multikonektoru je na Obr. 4). Pak záleží na tom, jak se multikonektor propojí. Buď budou XLR a Jack plnit tu samou funkci, to

znamená, že budou propojené, nebo bude každý konektor sloužit pro jiný účel zapojení a povede do jiného elektrického obvodu. Multikonektor se často využívá u reproduktorů.



Obr. 4: Kombinovaný XLR - Jack konektor a jeho vnitřní schéma [6]

### 1.1.5 SPEAKON

Tento typ konektoru vyvinutý firmou Neutrik je oproti XLR a Jack konektorům mechanicky odolnější, má mechanickou pojistku bránící vytržení z přístroje a je vyvinutý pro přenos větších výkonů. Ač se jedná o vícepinový konektor (4 nebo 8 pólů), využívá se pro propojení jednoho kanálu. SPEAKON se může použít pro propojení vícepásmových reproduktorů, kdy jedním koncovým zesilovačem se budí výškový reproduktor a druhým středový reproduktor. [8]



Obr. 5: SPEAKON konektor samice a samec [8]

### 1.1.6 TT (Bantam)

Konektor typu Bantam se vzhledem velice podobá konektoru typu Jack o průměru 6,3 mm. Rozdíl mezi těmito dvěma typy konektorů je ve velikosti průměru. Průměr Bantam konektoru je 4,4 mm a vyrábí se pro symetrické i nesymetrické zapojení. V koncepci se tento typ konektoru bude používat u propojovacích kabelů Patch-Bay.

## 1.2 Ochrana proti nežádoucím vlivům

Signálové kabelové rozvody jsou vystaveny mnoha nepříznivým elektromagnetickým indukčním vlivům (vysokofrekvenční rušení, nízkofrekvenční rušení,...), a tím na výstupu vzniká nekvalitní signál doprovázený brumem nebo šumem. Tyto nepříznivé jevy se dají potlačit dodržением některých zásad:

- Vytváří se co nejjednodušší a nejkratší signálová cesta, aby elektromagnetické vlivy působily na co nejmenší plochu vedení.
  - Rozvody audio signálu, napájecí signály a digitální signály se vedou odděleně.
  - Kabely se vedou co nejdál od zdroje rušení.
  - Pro síťové napájení přístrojů se použije společná zásuvka.
- Používají se kvalitní a stíněné kabely.
  - Konstrukce kabelu je taková, že aktivní žíly jsou vedeny uprostřed kabelu a kolem je umístěn stínící vodič. Tento způsob se dá využít jen při působení elektromagnetické indukce s malou intenzitou. Při vyšší intenzitě se část rušení pohltí díky stínění, ale část se objeví na aktivní žíle.

Další způsob ochrany je přenos signálu na vstupy s nízkou impedancí. Nízko impedanční vstup se musí budit určitým výkonem, tedy poměrem napětí a proudu. Vysoko impedanční vstup stačí budit pouze napětím. Jenomže rušivé napětí takto lehce pronikne přes vysoko impedanční vstup dál do obvodu, protože mu nepůsobí žádnou překážku v cestě. Vysoko impedanční vstup je proto méně odolný proti tomuto rušivému napětí. Pokud se však toto napětí objeví na vstupu s nízkou impedancí, dojde k jeho úbytku vlivem zatížení a do dalších obvodů daného zařízení pronikne jen částečně.

Vhodný způsob ochrany před rušením je také použití symetrického propojení mezi přístroji (viz následující kapitola).

Největší ochrany se docílí kombinací všech předchozích způsobů. [9]

## 1.3 Symetrické a nesymetrické zapojení signálu

### 1.3.1 Symetrické vedení signálu

Používá se za účelem minimalizování cizích rušivých vlivů. Pro realizaci tohoto propojení mezi přístroji musí být vybaven vysílací i přijímací přístroj symetrickým rozhraním. Základem propojení je konektor se třemi kontakty. Jednotlivé kontakty se označují Hot (+), Cold (-) a GND (stínění propojené s uzemněním). Signál Cold je vlastně „obraz“ signálu Hot. Matematicky se může signál Cold vyjádřit jako signál Hot vynásobený mínus jedničkou. Kabel tedy musí mít také tři vodiče. Dva vodiče jsou vnitřní žíly a třetí vodič je stínění. Stínění může obklopovat obě vnitřní žíly najednou nebo každou žílu zvlášť.

Když se objeví rušivé napětí, bude působit na obě živé žíly stejně. Toto rušivé napětí bude mezi oběma živými žilami a zemí. Živé žíly se teda označí jako (+) a (-). Na jedné živé žile se rušivé napětí přičte k signálovému napětí, ale ta samá hodnota rušivého napětí se odečte od signálového napětí na druhé živé žile. Toto vedení je přivedeno na symetrizační vstup. Vstup je tvořen buďto operačním zesilovačem nebo transformátorem. Princip spočívá v tom, že symetrický signál je převeden na nesymetrický a rušivé napětí se vynuluje. Převod signálu probíhá tak, že fáze u jednoho kanálu se pomocí operačního zesilovače nebo transformátoru otočí o  $180^\circ$  a oba signály kanálů se sečtou. Díky tomu, že se obrátila fáze i rušivého signálu a provede se sečtení, tento rušivý signál se vynuluje a zůstane pouze užitečný signál. [11]

### 1.3.2 Nesymetrické vedení signálu

Kabel má oproti symetrickému zapojení jen dva vodiče - vnitřní žílu a stínění. Rušivé napětí se objevuje jak na vnitřní žile, tak na stínění ve stejné polaritě. Kvalitním provedením stínění se nesymetrické vedení může bránit vůči rušivému signálu. Obecně je však nesymetrický kabel náchylnější na rušení.

## 1.4 Mixážní pult

Mixážní pult je elektronické zařízení, do kterého je přivedeno několik signálových vstupů, a tyto vstupy jsou pak přeměřovány na výstupy pultu. Uživatel si přesně zvolí, jaké vstupy a jaké výstupy budou mezi sebou přeměřovány. Může být přeměřováno několik vstupů na jeden výstup nebo naopak jeden vstup na několik výstupů. Vstupní signály mohou být převedeny v libovolném poměru na výstupy. Poměry se nastavují pomocí posuvných nebo otočných potenciometrů. Jednotlivé zvukové signály se dají frekvenčně upravovat ekvalizérem.



Na vstup se nejčastěji připojuje mikrofon či jiný zdroj zvukového signálu. Některé mikrofony, jmenovitě kondenzátorové, potřebují pro svou činnost tzv. fantomové napájení (obvykle 48 V). I na to je u mixážního pultu pamatováno a vstupy jsou vybaveny tímto napájením, které se aktivuje tlačítkem. Každý vstup je dále vybaven potenciometrem pro regulování zesílení vstupního zesilovače. Někdy je potřeba otočit fázi o 180° na vstupu, kvůli nežádoucí zpětné vazbě nebo když nastane problém ve fázi při použití více mikrofonů.

Mixážní pult také obsahuje INSERT smyčky. Do těchto smyček se mohou připojit další externí efekty, nebo procesory, jako jsou například ekvalizéry, limitéry, kompresory apod.

Výstupy jsou opět vybaveny potenciometry pro regulaci hlasitosti zvuku. Výstupů může být několik druhů. Hlavní výstup neboli master OUT je většinou realizován párově, kde oba výstupy jsou na sobě nezávislé. Hovoří se tedy o pravém a levém kanálu a tyto kanály mají společný tandemový (stereo) potenciometr. Dále má mixážní pult pomocné výstupy, které se mohou použít pro zapojení odposlechů nebo efektových procesorů. [4]

## 1.5 Patch-Bay

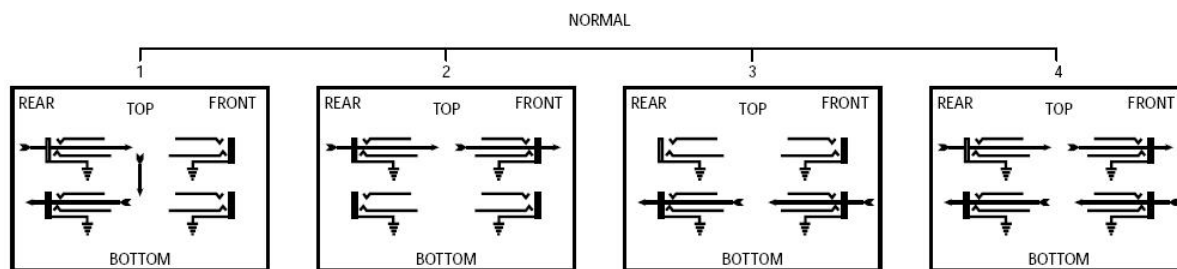
Patch-Bay je propojovací matrice, která umožňuje propojení všech přístrojů ve studiu. Hlavní důvod vzniku tohoto přepojovače byla potřeba časté změny propojení signálové cesty. Zjistilo se, že spoustu času zabere rozpojování a spojování v zadní části přístrojů. Navíc časté spojování a rozpojování vedlo k opotřebením konektorů přístrojů. Přístroje soustřeďují své vstupy a výstupy do zadní části Patch-Bay přepojovače. Ty jsou vyvedeny do přední části a zde už se přístroje mohou propojovat podle potřeby krátkými vodiči.

U profesionálních přepojovačů se používají kvalitní konektory v symetrickém zapojení. Často se vyrábějí přepojovače, které tvoří dvě řady konektorů. Každý konektor z horní řady tvoří pár s konektorem ze spodní řady.

Způsob propojení jednoho páru určuje typ propojovacího pole. Existují tyto módy:

- ***Normaled mód***

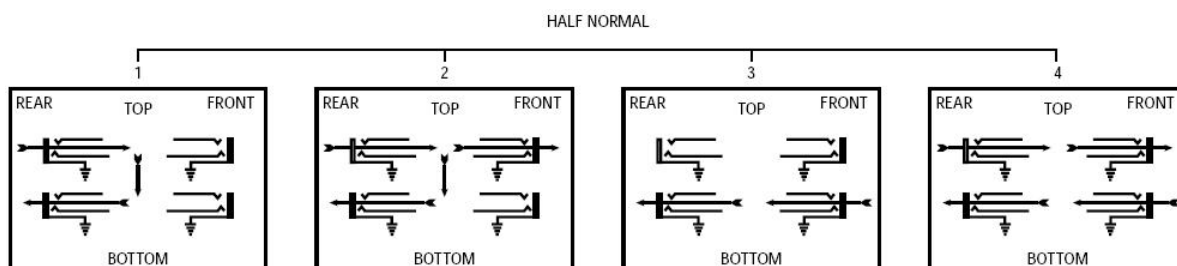
Horní řada konektorů je spojena se spodní řadou. Signál na horní jde automaticky do spodní. Propojovací kabel zastrčený do horní řady přeruší spojení se spodní řadou a odvede signál jinam. V opačném případě propojovací kabel zastrčený do spodní řady přeruší spojení s horní řadou. Schéma zapojení v Normaled módu je naznačeno na Obr. 6. [2]



Obr. 6: Propojení konektorů v Normal modu [7]

- **Half Normaled mód**

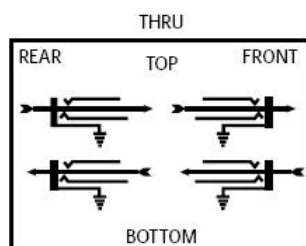
Vnitřní spojení mezi horní a spodní řadou trvá i po zapojení propojovacího kabelu do horní řady. Po zasunutí do spodní řady se však spojení přeruší. Schéma zapojení v Half Normaled módu je naznačeno na Obr. 7. [2]



Obr. 7: Propojení konektorů v Half Normal modu [7]

- **Thru mód**

Přední konektory jsou přímo spojené se zadními konektory. Horní a spodní řada tedy nejsou nijak propojeny. Schéma zapojení v Thru módu je naznačeno na Obr. 8. [2]



Obr. 8: Propojení konektorů v Thru modu [7]

## 2 Koncepce

### 2.1 Použité přístroje

Před samotným návrhem se musí říci, s jakými přístroji se bude v laboratoři pracovat a kde budou tyto přístroje umístěné.

#### 2.1.1 Zdroje signálu

Zdroje signálu lze rozdělit na dvě základní skupiny, a to na mikrofony a přehrávače.

##### 2.1.1.1 Mikrofony

Většina mikrofonů využívá XLR konektory. Některé mikrofony potřebují ke své činnosti fantomové napájení. Musí se dbát na to, aby se mikrofony bez fantomového napájení nezapojily do přístroje, který bude mít v tu chvíli zapnutou podporu fantomového napájení. S největší pravděpodobností by se mikrofon zničil.

Podle předpokládaného využití laboratoře vznikl požadavek na počet mikrofonů a jejich rozmístění. V bezodrazové komoře bude 8 mikrofonů pro nahrávání, dozvuková komora bude mít dva své nahrávací mikrofony a další mikrofon se bude nacházet u kamery v bezodrazové komoře. Kamera zde bude sloužit pro monitorování komory a snadnější komunikaci mezi komorou a laboratoří.

##### 2.1.1.2 Přehrávače

V koncepci se počítá s CD přehrávačem, DVD přehrávačem, mini diskem a magnetofonem. Další přístroje jsou tři PC, které používají kvalitní externí zvukové karty, jeden notebook a dva přídatné přístroje, které se budou moci připojovat na volné AUX vstupy pro případné rozšíření systému. AUX vstupy budou také sloužit pro případ, když při výuce v laboratoři přinese nějaký student nahrávku na MP3 přehrávači, nebo na notebooku. Donesený přístroj zapojí do AUX vstupu a nebude muset stahovat nahrávku do PC. V koncepci se nepočítá s gramofonem, jelikož nebude využíván tak často, ale nebude problém jej kdykoliv zapojit do volného AUX vstupu a pak s ním dále pracovat.

AUX vstupy budou muset umět pracovat jak se symetrickými, tak i s nesymetrickými přístroji, protože například MP3 přehrávač není vybaven symetrickými výstupy.

##### 2.1.2 Efekty

Žádné studio se určitě neobejde bez zvukových efektů. I v této koncepci se s efekty počítá. Jedná se o 6 efektů, kde dva jsou ekvalizéry, dva kompresory a zbylé dva jsou efektové procesory. Jednotlivé efekty jsou jednobanňové.

- **Ekvalizér**

Obecně představuje korekční prvek, který mění barvu signálu. Grafický ekvalizér je takové zařízení, které se skládá z několika pásmových propustí zapojených sériově za sebou.

- **Kompresor**

Zmenšuje dynamický rozsah signálu, čehož se využívá, když je dynamika signálu větší, než je schopné následující zařízení zpracovat. Mění kompresní poměr a pracuje s časovými konstantami. [2]

- **Efektové procesory**

Efektové procesory se skládají ze zpožďovacích obvodů. Pracují s přímým signálem, který patřičně upraví, vznikne upravený signál a ten se pak smíchá s přímým signálem. Jedná se například o zpoždění, dozvuk atd.

### 2.1.3 Mixážní pult Tascam DM-3200

Mixážní pult je velmi důležitým článkem v koncepci. Podle názvu je patrné, že se jedná o digitální mixážní pult s 32 vstupními kanály.

Mixážní pult má odstup signál šum 96 dB. Další požadavek, se kterým se v koncepci musí počítat je, že nejslabší článek systému, co se týče odstup signál šum, je mixážní pult. Žádné jiné zařízení nesmí mít menší odstup.

- **Technické parametry:**

16 mikrofonních vstupů, které se mechanicky přepínají s 16-ti LINE-IN vstupy. 16 INSERT smyček pro připojení efektů. Sběrnice s osmi AUX vstupy a výstupy, kde čtyři jsou pro výstupy (sends) a čtyři pro vstupy (returns). Dva nezávislé stereo výstupy, přičemž jeden stereo výstup je propojen se dvěma sluchátkovými výstupy, sloužící jako příposlechy k mixážnímu pultu. Podporuje MIDI a digitální vstupy a výstupy. Podporované digitální formáty jsou:

- **TDIF**

3x 25pinový konektor D-sub, kde jeden konektor má 8 kanálů pro vstup a 8 pro výstup. Délka slova 24 bitů.

- **ADAT**

Používá dva optické TOSLINK konektory. 8 kanálů pro vstup a 8 pro výstup. Délka slova 24 bitů.

- **S/PDIF**

Dva nastavitelné stereo vstupy a výstupy s nesymetrickým RCA konektorem. Délka slova 16 nebo 24 bitů.

- **AES/EBU**

Dva nastavitelné stereo vstupy a výstupy s nesymetrickým XLR konektorem. Délka slova 16 nebo 24 bitů.

Díky frekvenčnímu měniči mixážní pult pracuje se vzorkovacími frekvencemi 44.1 kHz, 48 kHz, 88.2 kHz, 96 kHz ( $\pm 6\%$ ).

Do mixážního pultu se dají připojit dvě přídavné karty a právě do jednoho slotu je připojena FireWire externí karta. Mixážní pult je propojen s PC kabelem přes FireWire rozhraní. Mixážní pult se pak chová jako externí zvuková karta pro PC. Díky tomu se dá využít tzv. DAW systém a zvuk se také může zaznamenat na pevný disk počítače.

#### **2.1.4 Zvukový procesor Sabine NAV8802**

NAV8802 patří mezi efektové a „routovací“ procesory. Název opět říká, že tento typ procesoru má 8 vstupů a 8 výstupů. Zdá se až neuvěřitelné, co všechno tohle relativně malé zařízení dokáže. Hlavní funkcí je „routování“ libovolného vstupu na kterýkoliv výstup. Presety se dají vytvořit přímo na přístroji nebo na PC pomocí software dodávaného k procesoru. Presety se uloží do paměti a pak se mezi nimi může přepínat. Procesor se umí chovat také jako ekvalizér, kompresor nebo jako výhybka a dokonce zastane funkci regulace úrovně hlasitosti. Nevýhoda je, že nemá vyvedená volume tlačítka. Pro nastavení regulace hlasitosti se tedy musí „proklikat“ přes menu. Každý kanál dokáže potlačit zpětnou vazbu. Dalo by se říci, že zvukový procesor Sabine NAV8802 je takový malý mixážní pult.

#### **2.1.5 Koncová zařízení**

Hlavním úkolem koncových zařízení je přeměna elektrického signálu na signál akustický. V koncepci se počítá s tím, že přeměnu na akustický signál zajistí reproduktory a sluchátka.

##### **2.1.5.1 Reproduktory**

V laboratoři se nachází tři páry reproduktorů a jeden subwoofer. Další pár reproduktorů je v dozvukové komoře pro vytváření speciálních efektů. Všechny reproduktory i subwoofer jsou aktivní a mají v sobě zabudovaný zesilovač, takže není zapotřebí žádného dalšího zesilovače.

Vedle mixážního pultu musí být jeden pár reproduktorů pro poslech v blízkém akustickém poli. K tomuto páru se bude moci dát připojit subwoofer. Ke druhému páru reproduktorů se bude moci dát také připojit subwoofer a tento reproduktorový pár bude umístěn na přední stěně vedle plátina. A konečně třetí pár reproduktorů bude umístěn

v rozích na přední stěně. K tomuto páru nebude potřeba připojit subwoofer, neboť to jsou širokopásmové reproduktory.

Pro kvalitní výsledek práce je důležitý kvalitní poslech. Reproduktory s nevyváženým frekvenčním spektrem hrají nekvalitně a zvukař se tuto chybu snaží dohnat korekční úpravou. Jenomže na jiném systému bude tato nahrávka slyšet úplně jinak. Nahrávku je dobré si pro kontrolu pustit i na jiných reproduktorech a proto se v laboratoři používá tolik párů reproduktorů.

### 2.1.5.2 Sluchátka

Požadavek na sluchátka je takový, že v bezodrazové komoře budou 4 sluchátka sloužící jako odposlechy. Každá sluchátka mají svůj vlastní sluchátkový zesilovač.

Dvoje sluchátka, sloužící jako příposlechy pro zvukaře, se dají připojit do mixážního pultu. Bohužel jsou vzájemně propojená, takže na každá sluchátka nejde „naroutovat“ jiná signálová cesta. Oboje hrají to samé.

Každé PC v laboratoři využívající externí zvukovou kartu má také výstup na sluchátka, takže můžou sloužit jako příposlechy při práci na PC.

Nevýhoda používání sluchátek je, že vynikne stereo báze a zvukař se tedy vyhne většímu zvýraznění sterea do nově vznikající nahrávky. Na reproduktorech pak při poslechu té nahrávky ale stereo nebude znít tak přirozeně.

Sluchátka bohužel rychleji unaví sluch. Pokud zvukař bude v laboratoři strávit delší čas, je lepší použít pro práci reproduktory.

## 2.2 Tvůrčí činnost, aneb co se bude v laboratoři dělat

Popsal jsem všechny přístroje, které budou do návrhu zakomponovány, a nyní popíši, co vše se s přístroji bude dělat a jaké situace mohou při zvukařské práci v laboratoři nastat.

### 2.2.1 Poslech

Poslechem rozumíme reprodukci nahrávky nebo kteréhokoliv zvukového signálu. Nejprve se vybere přístroj, ze kterého bude nahrávka spuštěna. Využit je možné jakéhokoliv přehrávače, PC, notebooku či zařízení připojené na AUX vstupu. Signálová cesta z přehrávaného přístroje povede dále k reproduktorům, přičemž se zvolí, jaký pár reproduktorů bude reprodukovat zvuk nahrávky a zda bude k reprodukci použit i subwoofer.

Poslech se uskuteční i za použití mixážního pultu a to tak, že PC připojený k mixážnímu pultu přes FireWire rozhraní přehrává zvuk, protože mixážní pult je v tomto případě jako externí zvuková karta. Zvukový signál z mixážního pultu dále vede do reproduktorů

s možností výběru páru a volby, zda se bude chtít k poslechu využít i subwoofer. Možný bude i poslech na sluchátka ze sluchátkového výstupu mixážního pultu.

Pro poslech na sluchátka v bezodrazové komoře bude možné jako zdroj signálu zvolit nejen mixážní pult, ale také kterýkoliv přehrávač, PC či notebook.

Při práci na PC se bude moci využít sluchátek připojených na externí zvukové kartě.

Celý prostor bezodrazové komory bude sledován a odposloucháván, k čemuž bude v komoře instalována kamera s mikrofonem propojená s televizí v laboratoři.

### 2.2.2 Nahrávání

K nahrávání je vždy zapotřebí mixážní pult a k němu připojené nahrávací PC. Na vstup mixážního pultu jsou připojeny mikrofony a na jeho výstupu jsou pro kontrolu nahrávky připojeny reproduktory.

V dozvukové komoře je jeden pár reproduktorů sloužící pro reprodukci zvuku a dva mikrofony, které reprodukováný zvuk zaznamenávají do mixážního pultu a následně do nahrávacího PC. Reprodukce pár je vyveden z mixážního pultu a je na něj možné pustit zvuk ze kteréhokoli zdroje signálu.

Při nahrávání v bezodrazové komoře zaznamenává zvuk celkem 8 mikrofonů připojených na mikrofonních vstupech mixážního pultu. Pokud budou v komoře nahrávat hudebníci, určitě se budou chtít poslouchat. To se vyřeší tak, že každý bude mít své sluchátkové odposlechy, které budou připojeny na výstupní AUX sběrnici mixážního pultu. Díky tomu nedojde k přeslechům a zpětným vazbám.

Nahrávání nebo spíše získání záznamu z MD nebo MG se může uskutečnit za pomoci mixážního pultu a nahrávacího PC. Přehrávače se připojí na linkový vstup mixážního pultu.

Mikrofon z kamery v bezodrazové komoře je připojen také k pultu, aby se z něj mohlo nahrávat. Nahrávka bude sloužit jako pracovní záznam.

### 2.2.3 Úprava zvuku

Úprava zvuku se realizuje za pomoci zdroje signálu, tedy přehrávače, PC, nebo mikrofону. Dále je zapotřebí mixážní pult s efekty a k němu připojené nahrávací PC. Efekty jsou připojené na výstupní a vstupní sběrnici AUX. Vybere se ekvalizér, kompresor nebo efektní procesor, nastaví se požadovaná úprava signálu a pak se takto upravený signál zaznamená do nahrávacího PC. Kontrola požadované úpravy signálu je provedena výběrem reproduktorů nebo sluchátek.

Do úpravy zvuku je zařazeno i nahrávání z dozvukové komory. Vytváří se zde efekty jako ozvěna či dozvuk, obecně tedy efekty pracující s časem. Propojení přístrojů je v tomto případě stejné jako u nahrávání v dozvukové komoře (viz kapitola 2.2.2 Nahrávání).

Pomocí software je možné na PC dělat různé digitální efekty. Pro poslech opět poslouží reproduktory nebo sluchátka.

K úpravě zvuku neoddělitelně patří i střih. Ten je prováděn na zvukařském PC za pomoci střihačského software. Jde o virtuální střih, jehož hlavní výhodou je, že signál je vidět graficky na monitoru, takže práce je mnohem snazší než u klasického střihu.

#### **2.2.4 Míchání**

K míchání neboli mixování se používá mixážní pult, protože ten dokáže několik zvukových kanálů na vstupu směřovat do jediného nebo i více stereo výstupů. Jako zdroje signálu se mohou použít mikrofony, některý z přehrávačů nebo PC. Ještě před tím než mixážní pult smíchá kanály do jedné stereo stopy, může jim ekvalizérem změnit frekvenci nebo jim pomocí faderů regulovat hladinu hlasitosti. Nahrávku je možné opět poslechnout na zvolených reproduktorech.

Velice pohodlné digitální mixování se provádí na zvukařském PC za pomoci speciálního zvukařského software. Vznikající nahrávku je možné poslechnout na sluchátkách připojených k PC nebo na některém páru reproduktorů v laboratoři.



## 3 Provedení

Popsal jsem nejčastější situace, které mohou při práci v laboratoři nastat. V případě, že se přeci jen během práce vyskytnou další činnosti, které bude třeba realizovat, nezbude nic jiného, než si natáhnout další kabely, případně se pro danou činnost pozmění navržený systém. Po skončení této nepředpokládané činnosti se aparatura uvede do původního stavu.

### 3.1 Kompletní sestava návrhu

Nabízejí se tři možnosti, jak mezi sebou propojit všechny audio přístroje a jak řešit přepínání jejich audio cest.

První možnost je, propojit vše do mixážního pultu a pomocí něj řešit ovládání a přepínání. Tato možnost se ale ukázala jako nevhodná, protože se počítá celkem s 29 vstupními a 10 výstupními signály. Mixážní pult bohužel tolika vstupy ani výstupy nedisponuje, takže jsem tuto možnost zavrhl.

Druhou možností je použít jen kanálový přepínač, který má požadovaný počet vstupů a výstupů. Tuto možnost jsem bohužel také zavrhl, protože pro některé situace je mixážní pult nezbytný a bez něj by se zkrátka nedalo obejít.

Z těchto úsudků a skutečností vyloučila poslední třetí možnost, kterou jsem si také nakonec vybral. Tou možností je kombinace předchozích dvou - využití mixážního pultu i kanálového přepínače. Kanálové přepínače nakonec použiji celkem tři. Jeden na přepínání audio zdrojů, druhý na přepínání sluchátkových odposlechů a efektů využívající AUX sběrnici vstupů a výstupů mixážního pultu a třetí na přepínání reproduktorů.

Celé schéma návrhu řešení audiocest se nachází v příloze 1. Jednotlivé části návrhu se pokusím postupně detailněji rozebrat v následujících kapitolách.

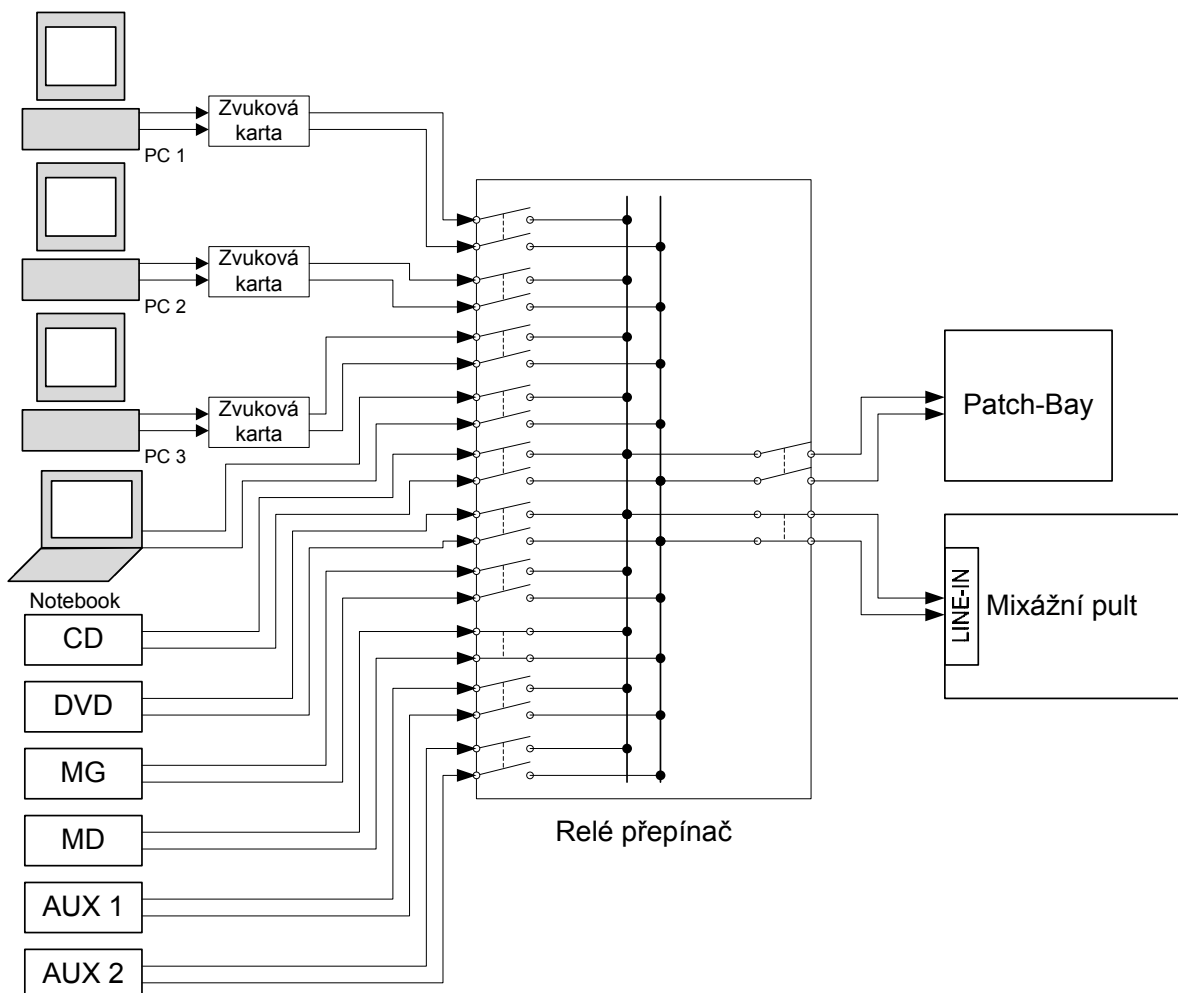
#### 3.1.1 Přepínání zdrojů signálu

Do systému jsem musel přidat přepínač pro zdroje signálu ze dvou hlavních důvodů. První důvod je, že mixážní pult má jen 16 linkových vstupů, ale v koncepci se počítá s 22 linkovými vstupy. Druhý důvod je, že pokud budu chtít poslouchat například muziku z přehrávače, tak kvůli tomu nebudu zapínat mixážní pult a rovnou si přepnu zdroj signálu na reproduktory.

Bylo tedy rozhodnuto, že se přepínač koupí nebo navrhne. Bohužel jsem na trhu nenašel žádný přepínač, který by vyhovoval požadavkům na přepínání zdrojů signálu, a proto jsem se rozhodl přepínač navrhnout. Přepínač má 10 stereo vstupů. Nastálo na něj budou připojené tři PC, notebook, CD a DVD přehrávače, magnetofon, mini disk a dva AUX vstupy pro přídavná

zařízení. Z požadavků na přepínač plyne, že musí mít dva stereo výstupy. Jeden stereo výstup vede na mixážní pult a druhý na Patch-Bay přepojovač (proč vede na Patch-Bay přepojovač je vysvětleno v kapitole 3.1.3 Přepínání sluchátkových odposlechů a efektů).

Jako nejvhodnější přepínač pro přepínání zdrojů mi přišlo navrhnout relé přepínač. (Schéma relé přepínače se nachází v příloze 2.) Tento přepínač má vždy aktivní jeden vstup a jeden výstup. Vstupy a výstupy se přepínají dvěma mechanickými otočnými přepínači, kdy jeden přepínač aktivuje vždy dvě dvoukontaktní relé. Stereo signálová cesta vede přes dvě relé na vstupní straně, dále přes sběrnici a nakonec přes dvě relé na výstupní straně přepínače. Relé jsou napájeny ze zdroje napětím 12 V a každé relé má paralelně připojenou usměrňovací diodu, která slouží k potlačení indukovaného špičkového napětí. Relé jsem vybíral s co nejmenším přechodovým odporem, protože přechodový odpor je nežádoucí jev.



Obr. 9: Relé přepínač, přepínání mezi přehrávači a výstupy

### 3.1.2 Vstupní část mixážního pultu

Z požadavku na nahrávání plyne, že všechny mikrofony jsou zapojené do mixážního pultu a jeden linkový stereo výstup z relé přepínače je také zapojen na dva vstupy mixážního pultu. To proto, aby se mohlo nahrávat například z magnetofonu nebo dalšího přehrávače zapojeného na AUX vstup relé přepínače.

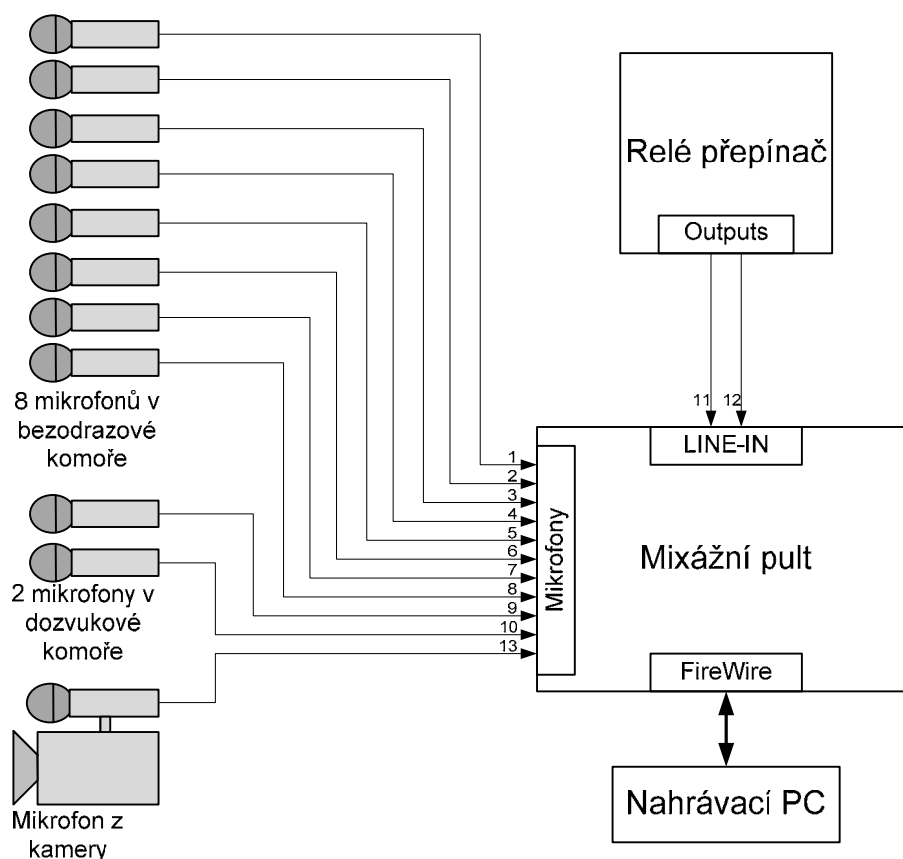
Vstupy mixážního pultu se dají rozdělit na tři kategorie, a to na mikrofonní vstupy bez podpory fantomového napájení, mikrofonní vstupy s podporou fantomového napájení a linkové vstupy. Mikrofonní vstupy využívají XLR konektor a můžou přepnout úroveň vstupního signálu na 0 dB nebo na -20 dB (pro vysoce výkonné mikrofony). Úroveň vstupního signálu může být ještě poupravena nastavením analogovým trimrem. Pro kondenzátorové mikrofony fantomové napájení dodává +48 V. Linkové vstupy využívají TRS konektor o průměru 6,3 mm a jejich vstupní linková úroveň dosahuje hodnoty +4 dBu, ale pomocí analogového trimru se sníží až na hodnotu -10 dBu. Všechny vstupy mixážního pultu jsou samozřejmě symetrické. Jak mikrofonní vstup, tak i linkový vstup mohou být připojeny najednou do jednoho kanálu, ovšem je možné přijmout pouze signál z jednoho zdroje. Výběh mezi mikrofonním a linkovým vstupem se přepíná mechanickým přepínačem na pultu. Stejně tak (ale jiným mechanickým přepínačem) se zapíná nebo vypíná fantomové napájení. Nevýhoda je, že fantomové napájení se zapíná pro 4 kanály najednou. Musí se proto dát pozor, aby se nezapnulo pro jiný mikrofon než kondenzátorový. Mohl by se poškodit mikrofon nebo mixážní pult.

Proto jsem musel pečlivě zvolit rozmístění jednotlivých vstupních kanálů. První 4 kanály jsem přidělil mikrofonom z bezodrazové komory a druhou čtveřici kanálů jsem přidělil dalším čtyřem mikrofonom z bezodrazové komory. Těchto 8 mikrofonomů bude připojeno k mixážnímu pultu multipárovým kabelem.

Díky multipárovému kabelu bude větší přehled v zapojení. Konektory multipárového kabelu budou řádně označené, což usnadní orientaci v propojení mezi mikrofonom a příslušným vstupem mixážního pultu.

Ke třetí čtveřici vstupních kanálů jsem přidělil dva mikrofony z dozvukové komory. Další dva LINE-IN vstupy třetí čtveřice jsem obsadil výstupy z relé přepínače. Pokud budou mikrofony z dozvukové komory potřebovat fantomové napájení, tak se klidně může zapnout, protože dva linkové vstupy z relé přepínače jsou na tomto napájení nezávislé.

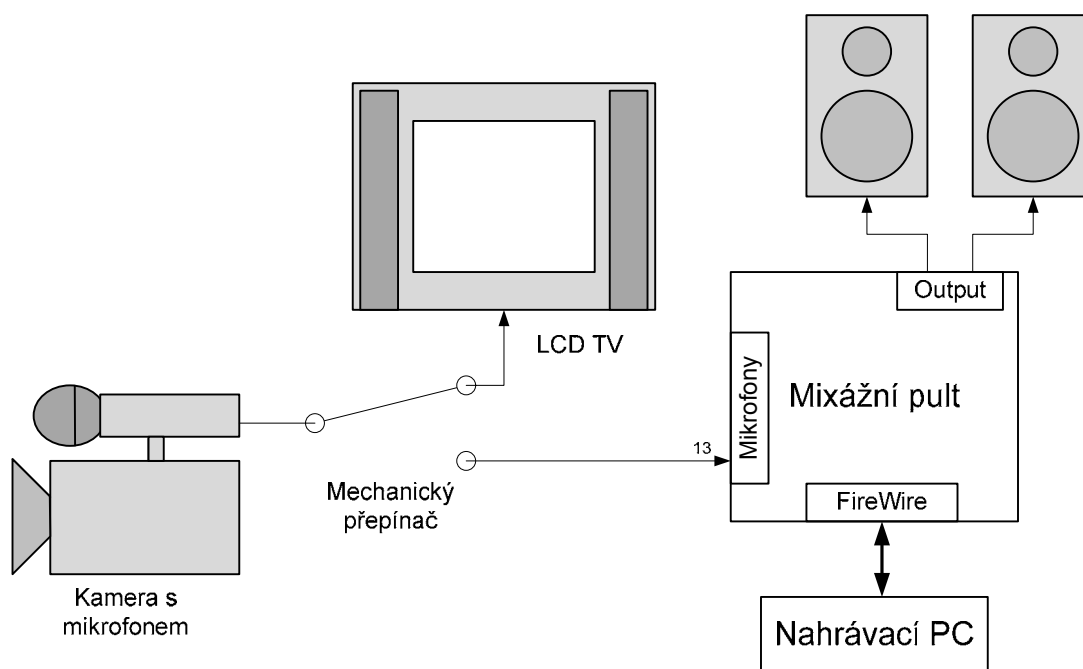
Poslední čtveřice vstupních kanálů je obsazená pouze jedním mikrofonom sloužícím spolu s kamerou pro monitorování bezodrazové komory.



Obr. 10: Připojené mikrofonní a linkové vstupy mixážního pultu

### 3.1.2.1 Monitorování bezodrazové komory

Z požadavků na koncepci se ví, že dění v bezodrazové komoře bude snímat kamera s mikrofonem nacházející se v rohu komory. Kabel z kamery a mikrofonu povede do LCD televize umístěné v laboratoři. Aby se zvuk z komory mohl nahrát jako pracovní záznam pro účely tvůrčí činnosti, musel jsem vymyslet propojení s nahrávačem. Na Obr. 11 je toto řešení naznačeno. Jako nahrávač je zde použito nahrávací PC zapojené do mixážního pultu. Přepínání mezi nahráváním a poslechem z komory jsem vyřešil mechanickým dvoupólovým přepínačem. Ten musí být dvoupólový, protože přepíná ‘+’ vodič a GND vodič. Primárně bude mikrofon přepnutý na LCD televizi a zvuk z komory bude přenášen do reproduktorů televize. Když se bude chtít nahrávat, tak se jednoduše přepne přepínač, nastaví se preset na mixážním pultu a na PC se spustí nahrávání. Zvuk z komory po přepnutí sice nebude slyšet v televizi, bude se však moci z mixážního pultu „naroutovat“ na některý reproduktorový pár v laboratoři.



Obr. 11: Přepínání mezi nahráváním a reprodukcí z mikrofonu od kamery

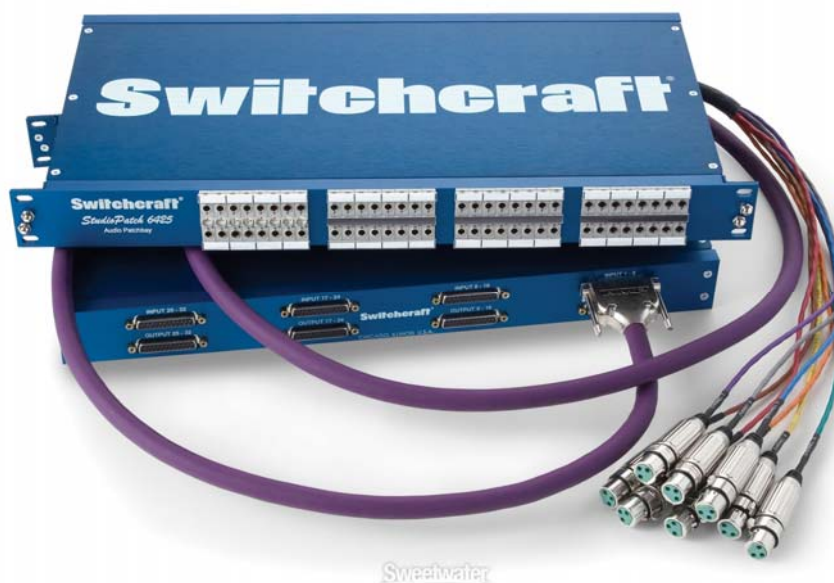
### 3.1.3 Přepínání sluchátkových odposlechlů a efektů

Mixážní pult Tascam DM-3200 má pouze 4 AUX výstupy (Assignable Sends) a 4 AUX vstupy (Assignable Returns). To je ovšem pro 6 efektů a 4 sluchátkové odposlechy velmi málo, a proto jsem pro ně musel vymyslet přepínání. Pro tento účel jsem použil přepojovač StudioPatch 6425 od firmy Switchcraft, který se propojuje drátovými propojkami s konektorem typu TT (Bantam). Tento Patch-Bay přepojovač má na předním panelu ve dvou řadách celkem 64 konektorů. Každý konektor z horní řady tvoří dvojici s konektorem ze spodní řady. Tyto dva konektory se mohou měnit do tří různých módů (Normaled, Half Normaled a Thru), které se přepnou otočením speciálním semiotočným přepínačem. Na zadní straně StudioPatch 6425 se nachází čtyři konektory typu DB25 pro vstup a čtyři pro výstup. Na každý DB25 konektor se připojí redukce, která je tvořena osmi konektory typu XLR.

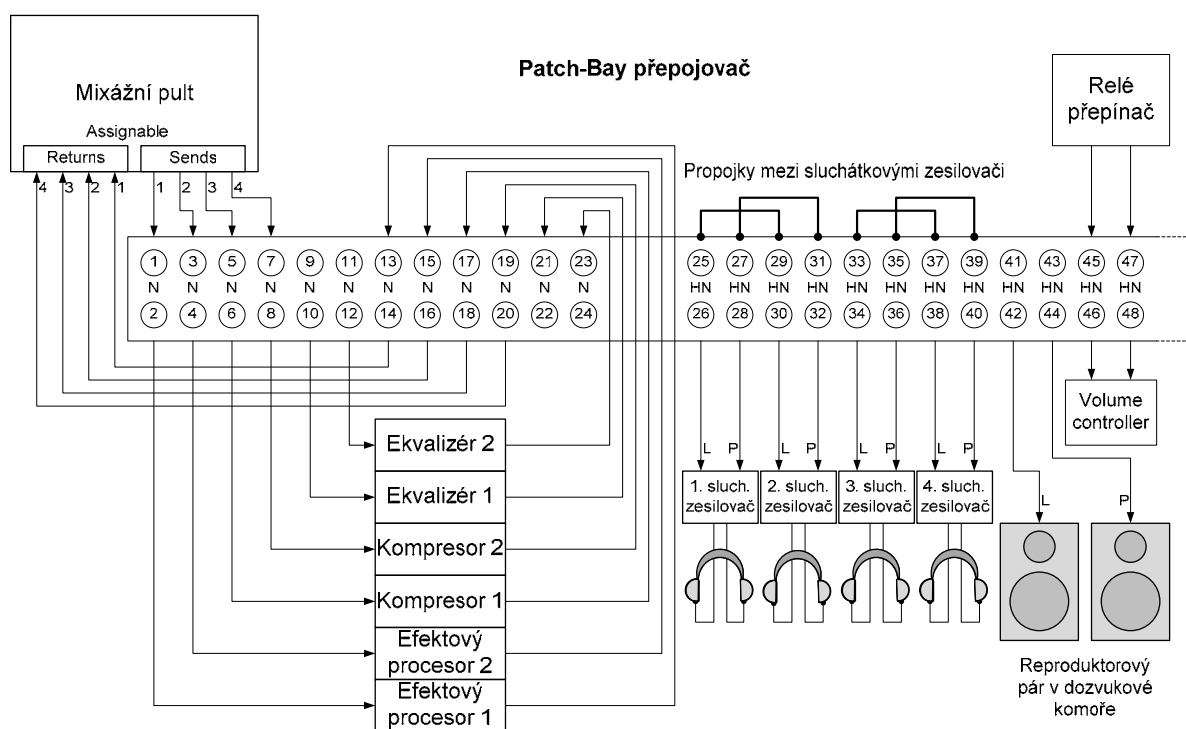
Mechanické konektory a drátové propojky jsou sice o něco více náchylné na poruchu než relé přepínač, ale možnosti propojení u Patch-Bay jsou mnohem větší než u mnou navrženého relé přepínače.

Čtyři konektory číslo 41 – 44 na Patch-Bay přepojovači jsem vyhradil pro reproduktorový pár v dozvukové komoře. V podstatě je jedno, na který mód se tyto konektory nastaví, protože jedna drátová propojka povede z konektoru číslo 1 na konektor číslo 42 a druhá drátová propojka povede z konektoru číslo 3 na konektor číslo 44. Výsledkem tohoto

propojení je, že dva AUX výstupy mixážního pultu vedou do reproduktorového páru v odrazové komoře a po „naroutování“ mixážního pultu se může provádět reprodukce.



Obr. 12: Patch-Bay přepojovač StudioPatch 6425 od firmy Switchcraft [10]



Obr. 13: Patch-Bay přepojovač a rozmístění zařízení na konektorech

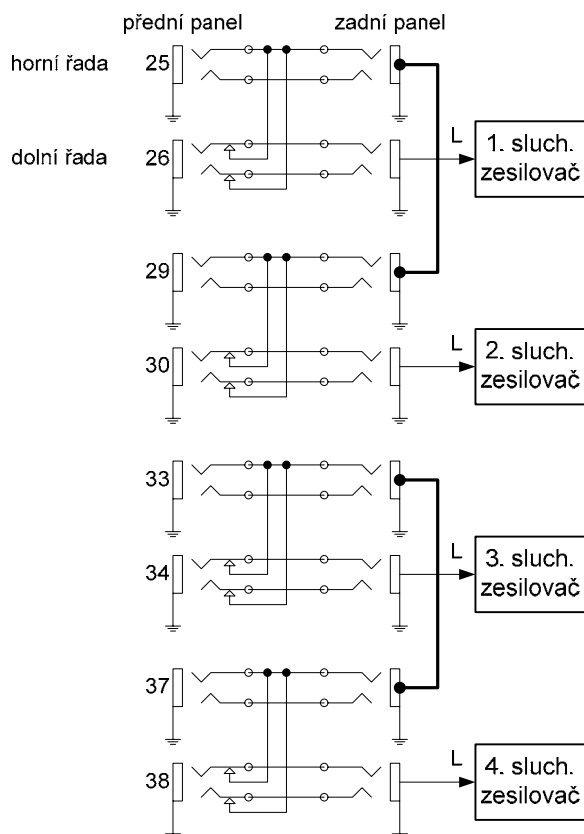
### 3.1.3.1 Přepínání sluchátkových odposlechnů

Požadavek na sluchátkové odposlechy v bezdrazové komoře byl takový, aby se dal přehrát zvuk z kteréhokoliv přehrávače připojeného na relé přepínači. Vysvětlím, jak jsem tento požadavek vyřešil.

Stereo signálová cesta z relé přepínače nevede rovnou na regulaci hlasitosti (volume controller), ale mezi touto signálovou cestou je ještě odbočka do Patch-Bay přepojovače. Konektory v přepojovači pro signálovou cestu jsou nastaveny na Half Normalled mód a díky tomuto módu je signálová cesta průchozí. Všechny konektory pro sluchátkové zesilovače jsou nastaveny také na Half Normalled mód, ale v tomto případě je to proto, aby se stejný signál mohl rozvádět do dalších sluchátkových zesilovačů (vysvětlení dále v textu). Pokud se do konektoru číslo 45 a 47 zasunou drátové propojky a druhý konec propojek se zasune do konektorů číslo 26 a 28, signálová cesta povede z relé přepínače na první sluchátkový zesilovač a následně na sluchátka.

Zvukový signál z AUX výstupu mixážního pultu nebo z přehrávače připojeného na relé přepínač je možné nasměrovat do všech sluchátek najednou, to znamená, že ve všech sluchátkách bude hrát to samé. Na Obr. 14 je schéma, které tento požadavek řeší. Pro snadnější vysvětlení a lepší orientaci v obrázku jsem schéma zjednodušil pouze pro levý kanál sluchátkových zesilovačů. Zadní konektory protějších konektorů 25 a 29 a také 33 a 37 musejí být nastálo propojené drátovou propojkou, aby se signál dostal na oba sluchátkové zesilovače. Stejně tak propojené musejí být i zadní konektory protějších konektorů 27 a 31 a také 35 a 39. Když bych teď přivedl signál pomocí drátové propojky z konektoru číslo 1 (výstupní AUX kanál mixážního pultu) na konektor číslo 25, signál z mixážního pultu by vedl na levý kanál prvního a zároveň druhého sluchátkového zesilovače. Pokud bych chtěl mít stejný signál ve všech levých kanálech sluchátkových zesilovačů, musel bych propojit drátovou propojkou konektory 29 a 33.

Může se stát, že na levém kanálu prvního, druhého a třetího sluchátkového zesilovače budu chtít poslouchat signál z AUX výstupu mixážního pultu, ale na levém kanálu čtvrtého sluchátkového zesilovače budu chtít mít signál z relé přepínače. Postupuji tak, že drátovými propojkami propojím konektory číslo 1 a 25. Nyní mám signál v levém kanálu prvního a druhého sluchátkového zesilovače a následným propojením konektoru číslo 29 a 34 mám signál i na levém kanálu třetího sluchátkového zesilovače. Signál z relé přepínače dostanu na levý kanál čtvrtého sluchátkového zesilovače tak, že propojím konektory číslo 45 a 38. Princip spočívá v tom, že připojení drátové propojky na dolní řadu konektorů ruší zadní propojení mezi sluchátkovými zesilovači.



Obr. 14: Zapojení sluchátkových zesilovačů na Patch-Bay přepojovači

### 3.1.3.2 Přepínání efektů

Efekty jsem na Patch-Bay přepojovač zapojil podle Obr. 13. Velkou výhodou tohoto uspořádání je, že oba efektové procesory a oba kompresory se nemusejí k AUX vstupům a výstupům mixážního pultu propojovat drátovými propojkami. Konektory vstupů a výstupů efektů na Patch-Bay přepojovači jsem nastavil na Normalled mód, aby se přerušilo spojení, když se do konektoru vsune drátová propojka.

Oba ekvalizéry mohou samozřejmě také použít, musím je však vhodně propojit drátovými propojkami. Propojím-li konektory 1 a 10, přeruším spojení s efektovým procesorem 1 a navážu nové propojení z AUX 1 výstupu mixážního pultu na vstup ekvalizéru 1. Signálová cesta z výstupu ekvalizéru 1 se musí vrátit zpět na AUX 1 vstup mixážního pultu a to tak, že propojím konektory 21 a 14. Pro ekvalizér 2 je propojení obdobné, tedy propojím konektory 3 a 12, dále propojím konektory 23 a 16.

### 3.1.4 Přepínání reproduktorů

Nedílnou součástí jsou v laboratoři reproduktory. Jak již bylo řečeno, mixážní pult má nedostatek výstupů, takže jsem musel vymyslet přepínání tří reproduktorových párů a jednoho subwooferu. Jeden reproduktorový pár slouží jako odposlechy mixážního pultu a musí se

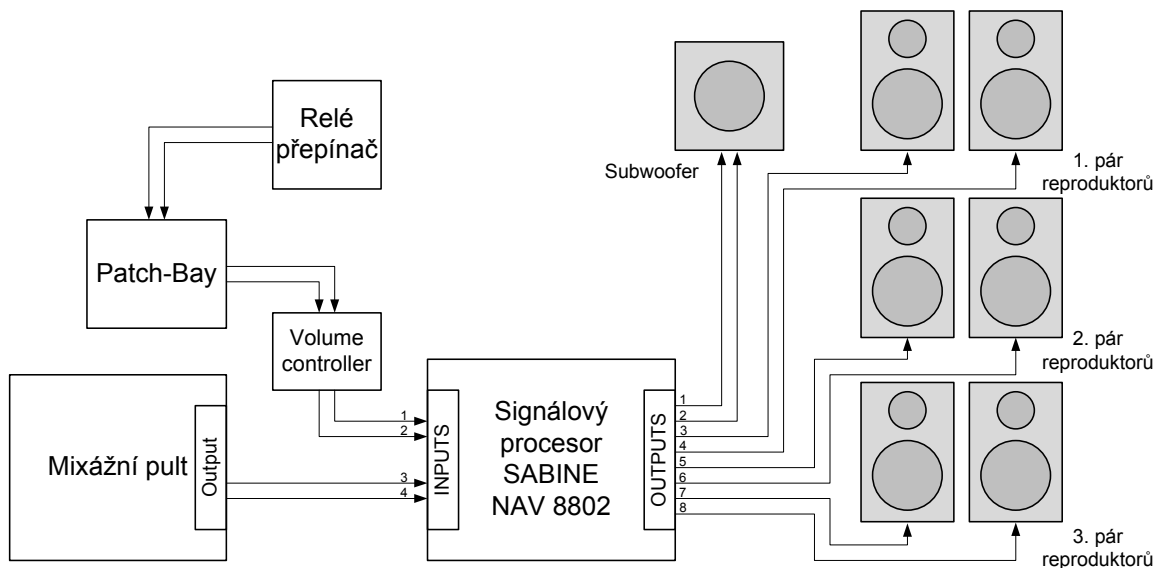


k nim dát připojit i subwoofer. Druhý reproduktorový pár je upevněn na přední zdi v laboratoři a také k němu musí být možné připojit subwoofer. Třetí reproduktorový pár je upevněn rovněž na přední zdi laboratoře, tento pár však nepotřebuje podporu subwooferu, protože je širokopásmový. Subwoofer má svůj vlastní slučovací zesilovač, díky němuž dokáže přehrát stereo signál.

K přepínání reproduktorů jsem použil signálový procesor Sabine NAV 8802, protože přesně splňuje požadavky na přepínání reproduktorů a umí zpožďovat signál na jednotlivých výstupech. Zpoždění výstupů se využije u reproduktorů využívajících subwoofer. Signálový procesor má celkem 8 vstupů, avšak pro mé potřeby byly dostačující pouze čtyři vstupy.

Signálová cesta zdroje signálu z relé přepínače vede na Patch-Bay přepojovač (přepojovač je v tomto případě průchozí), z přepojovače na vstup regulátoru hlasitosti a z výstupu regulátoru hlasitosti na vstupy 1 a 2 signálového procesoru. Na vstupy s označením 3 a 4 jsem připojil stereo výstup z mixážního pultu.

Využil jsem všech osm výstupů signálového procesoru. Subwoofer jsem zapojil na výstupy 1 a 2, první pár reproduktorů jsem zapojil na výstupy 3 a 4, druhý pár reproduktorů na výstupy 5 a 6 a třetí pár reproduktorů na výstupy 7 a 8.



Obr. 15: Zvukový procesor Sabine NAV 8802, přepínání reproduktorů a vstupů

### 3.1.4.1 Vytvořené presety

Vytvořil jsem 10 presetů pro všechny využívané kombinace vstupů a výstupů signálového procesoru s pomocí software Navigator Remote 6.61. Software je volně ke stažení na oficiálních stránkách firmy Sabine ([www.sabine.com](http://www.sabine.com)). Pro snadnou orientaci

ve výběru presetu jsem si je pojmenoval podle toho, jaké vstupy a výstupy budou u daného presetu použity. Nyní postupně popíši všechny presety.

- **MIX-REP1**

Signál vede ze stereo výstupu mixážního pultu na vstupy 3 a 4 signálového procesoru, dále na jeho výstupy 3 a 4, na kterých je připojen první reproduktorový pár (odposlechy mixážního pultu).

- **MIX-REP1+SUB**

Stejně jako u presetu MIX-REP1 plus navíc vstupy 3 a 4 vedou na výstupy 1 a 2, na kterých je připojen subwoofer.

- **MIX-REP2**

Signál vede ze stereo výstupu mixážního pultu na vstupy 3 a 4 signálového procesoru, dále na jeho výstupy 5 a 6, na kterých je připojen druhý reproduktorový pár (reproduktory na stěně).

- **MIX-REP2+SUB**

Stejně jako u presetu MIX-REP2 plus navíc vstupy 3 a 4 vedou na výstupy 1 a 2, na kterých je připojen subwoofer.

- **MIX-REP3**

Signál vede ze stereo výstupu mixážního pultu na vstupy 3 a 4 signálového procesoru, dále na jeho výstupy 7 a 8, na kterých je připojen třetí reproduktorový pár (širokopásmové reproduktory na stěně).

- **PATCH-REP1**

Stereo signál vede z Patch-Bay přepojovače na vstupy 1 a 2 signálového procesoru, dále na jeho výstupy 3 a 4, na kterých je připojen první reproduktorový pár (odposlechy mixážního pultu).

- **PATCH-REP1+SUB**

Stejně jako u presetu PATCH-REP1 plus navíc vstupy 1 a 2 vedou na výstupy 1 a 2, na kterých je připojen subwoofer.

- **PATCH-REP2**

Stereo signál vede z Patch-Bay přepojovače na vstupy 1 a 2 signálového procesoru, dále na jeho výstupy 5 a 6, na kterých je připojen druhý reproduktorový pár (reproduktory na stěně).

- **PATCH-REP2+SUB**

Stejně jako u presetu PATCH-REP2 plus navíc vstupy 1 a 2 vedou na výstupy 1 a 2, na kterých je připojen subwoofer.

- **PATCH-REP3**

Stereo signál vede z Patch-Bay přepojovače na vstupy 1 a 2 signálového procesoru, dále na jeho výstupy 7 a 8, na kterých je připojen třetí reproduktorový pár (širokopásmové reproduktory na stěně).

Defaultně bude na Sabine nastavený preset MIX-REP1, protože se bude používat nejvíce. Když se Sabine zapne, signálová cesta povede z výstupu mixážního pultu přes Sabine do reproduktorového páru pro odposlechy mixážního pultu.

Všechny výstupy signálového procesoru jsou nastaveny na linkovou úroveň 0 dB.

### 3.1.4.2 Regulace hlasitosti

Při poslechu na reproduktory se určitě bude chtít regulovat úroveň hlasitosti. Každý reproduktor sice má svojí regulaci hlasitosti, ale ta se nachází vzadu za reproduktorem a reguluje právě jeden reproduktor. My však potřebujeme regulovat stereo reproduktorový pár. Sabine NAV 8802 umí digitálně regulovat hlasitost, ale dostat se na nastavení hlasitosti přes menu signálového procesoru je poměrně složité a zdlouhavé. Nejjednodušší by bylo použít otočný potenciometr. Rozhodl jsem se použít regulátor hlasitosti Nano Patch+ od firmy SM Pro Audio. Tento analogový regulátor pracuje jak se symetrickým, tak s nesymetrickým stereo signálem. Má jeden otočný potenciometr pro regulaci hlasitosti a tlačítko MUTE, které slouží k přerušení výstupního signálu.

Regulátor hlasitosti jsem mohl umístit za relé přepínač před Patch-Bay přepojovač, ale na tomto místě by byl zbytečný, protože signál, který vede z relé přepínače na sluchátkové odposlechy v bezdrazové komoře, se reguluje na sluchátkovém zesilovači. Proto jsem regulátor úrovně hlasitosti umístil za Patch-Bay před signálový procesor.

Mixážní pult nepotřebuje přídavný regulátor hlasitosti, neboť má svůj master fader pro regulaci hlasitosti stereo výstupu. Master fader reguluje úroveň hlasitosti všech vstupních kanálů.



Obr. 16: Regulátor úrovně hlasitosti Nano Patch+ od firmy SM Pro Audio [5]

## 3.2 Rozšíření systému

V budoucnu může nastat situace, že se bude muset dokoupit další audio přístroj pro jiné využití. V závislosti na tom, co bude úkolem přístroje, se zakomponuje do systému. Buď se celý systém přestaví, nebo se využije následujících volných pozic v systému.

### 3.2.1 Digitální vstupy a výstupy

Mixážní pult má k dispozici volné digitální vstupy a výstupy. Digitální přístroj lze k mixážnímu pultu připojit pouze za předpokladu, že bude splňovat stejné konfigurační nastavení datového formátu, délky slova a vzorkovací frekvence. Podporované digitální formáty mixážního pultu jsou: TDIF, ADAT, S/PDIF, AES/EBU.

### 3.2.2 Vstupy mixážního pultu

11 kanálových vstupů mixážního pultu využitých pro mikrofony je defaultně nastaveno na mikrofonní vstupy. Konektory pro LINE-IN vstupy těchto kanálů jsou volné. Na tyto volné vstupy se tudíž nechají připojit další zdroje signálu s linkovými výstupy. Nevýhodou je, že se kanálové vstupy musejí mechanicky přepnout. S defaultně nastavenými LINE-IN vstupy je to obdobné. Jsou využity dva kanály LINE-IN stupů. V tomto případě se dají zapojit dva mikrofonní vstupy do těchto dvou LINE-IN kanálů.

Ne všechny vstupní kanály mixážního pultu jsou využity. Zůstalo 5 volných vstupních mikrofonních a LINE-IN vstupů, takže zde je také prostor pro další rozšíření systému. Nesmí se zapomenout „naroutovat“ nově připojené vstupní kanály.

### 3.2.3 INSERT

INSERT smyčky nejsou využity vůbec. Zpravidla slouží pro připojení efektů, ale pro účely koncepce jsou bohužel nevyhovující. V tomto případě se efekt může připojit jen na INSERT jednoho daného kanálu a zvuk je upraven jen na tomto kanálu. Potřebuje se upravovat signál už namixovaný z více kanálů, a proto jsou efekty zapojené do AUX sběrnice mixážního pultu. Ale pokud by se chtěl pomocí efektu upravit pouze jeden kanál, není problém k tomuto účelu použít INSERT smyčku.

### 3.2.4 Patch-Bay

Patch-Bay má celkem 8 volných párových konektorů, takže se systém může klidně rozšířit o další efekty, nebo se může do Patch-Bay přepojovače zapojit nová nezávislá přepojovací smyčka. Na Patch-Bay přepojovači se dá snadno přepnout propojovací mód konektorů, takže si uživatel podle libosti přepne a propojí signálové cesty.

### 3.2.5 Sabine NAV 8802

Signálový procesor má čtyři volné vstupy s označením 5-8, které se dají „naroutovat“ na kterýkoliv reproduktor připojený na výstupu. Pro poslech se tyto čtyři volné vstupy mohou využít.

## Závěr

Prostudoval jsem možnosti propojování audio přístrojů. Řešení návrhu audiocest v akustické laboratoři jsem postupně zdokonaloval, vymýšlel jsem různé konfigurace propojení, až jsem navrhl optimální způsob propojení přístrojů. Byla zde snaha vytvořit koncepci jednoduchou na ovládání s možností rozšíření systému.

Patch-bay přepojovač a regulátor hlasitosti se budou muset do navrhnuté koncepce dokoupit a relé přepínač se bude muset nechat vyrobit. Schéma relé přepínače se nachází v příloze 2. Jako Patch-Bay přepojovač jsem vybral StudioPatch 6425 od firmy Switchcraft, který stojí přibližně 15 000,- Kč. Regulátor úrovně hlasitosti jsem vybral model Nano Patch+ od firmy SM Pro Audio, který stojí 1 250,- Kč.

V presetech (pro signálový procesor Sabine NAV 8802), které vedou signálovou cestu i do subwooferu, jsem nenastavil zpoždění reproduktorů, protože jsem nevěděl, kde budou reproduktory a subwoofer umístěné a tudíž jsem nemohl spočítat zpoždění. Až budou známé přesné vzdálenosti reproduktorů a subwooferu od posluchače, spočte se zpoždění, nastaví se do příslušného presetu a pak se tento preset uloží. Vytvořené presety jsem bohužel nemohl odzkoušet, protože jsem neměl k dispozici potřebné vybavení a na odzkoušení už nebyl dostatečný časový prostor. Není tedy jisté, zda jsou nastavené správně. Presety jsou uloženy na CD médiu, které je součástí bakalářské práce.

Pokud by se návrh ukázal jako vyhovující pro potřeby práce v akustické laboratoři, jako další fáze projektu by byla jeho realizace.

## Seznam obrázků

Obr. 1: 3,5 mm konektor typu Jack ve stereo a mono provedení [3].....	12
Obr. 2: XLR konektor samice a samec [15] .....	13
Obr. 3: Cinch konektor [1].....	13
Obr. 4: Kombinovaný XLR - Jack konektor a jeho vnitřní schéma [6].....	14
Obr. 5: SPEAKON konektor samice a samec [8].....	14
Obr. 6: Propojení konektorů v Normal modu [7] .....	18
Obr. 7: Propojení konektorů v Half Normal modu [7] .....	18
Obr. 8: Propojení konektorů v Thru modu [7].....	18
Obr. 9: Relé přepínač, přepínání mezi přehrávači a výstupy.....	26
Obr. 10: Připojené mikrofonní a linkové vstupy mixážního pultu .....	28
Obr. 11: Přepínání mezi nahráváním a reprodukcí z mikrofону od kamery .....	29
Obr. 12: Patch-Bay přepojovač StudioPatch 6425 od firmy Switchcraft [10] .....	30
Obr. 13: Patch-Bay přepojovač a rozmístění zařízení na konektorech.....	30
Obr. 14: Zapojení sluchátkových zesilovačů na Patch-Bay přepojovači.....	32
Obr. 15: Zvukový procesor Sabine NAV 8802, přepínání reproduktorů a vstupů.....	33
Obr. 16: Regulátor úrovně hlasitosti Nano Patch+ od firmy SM Pro Audio [5].....	36

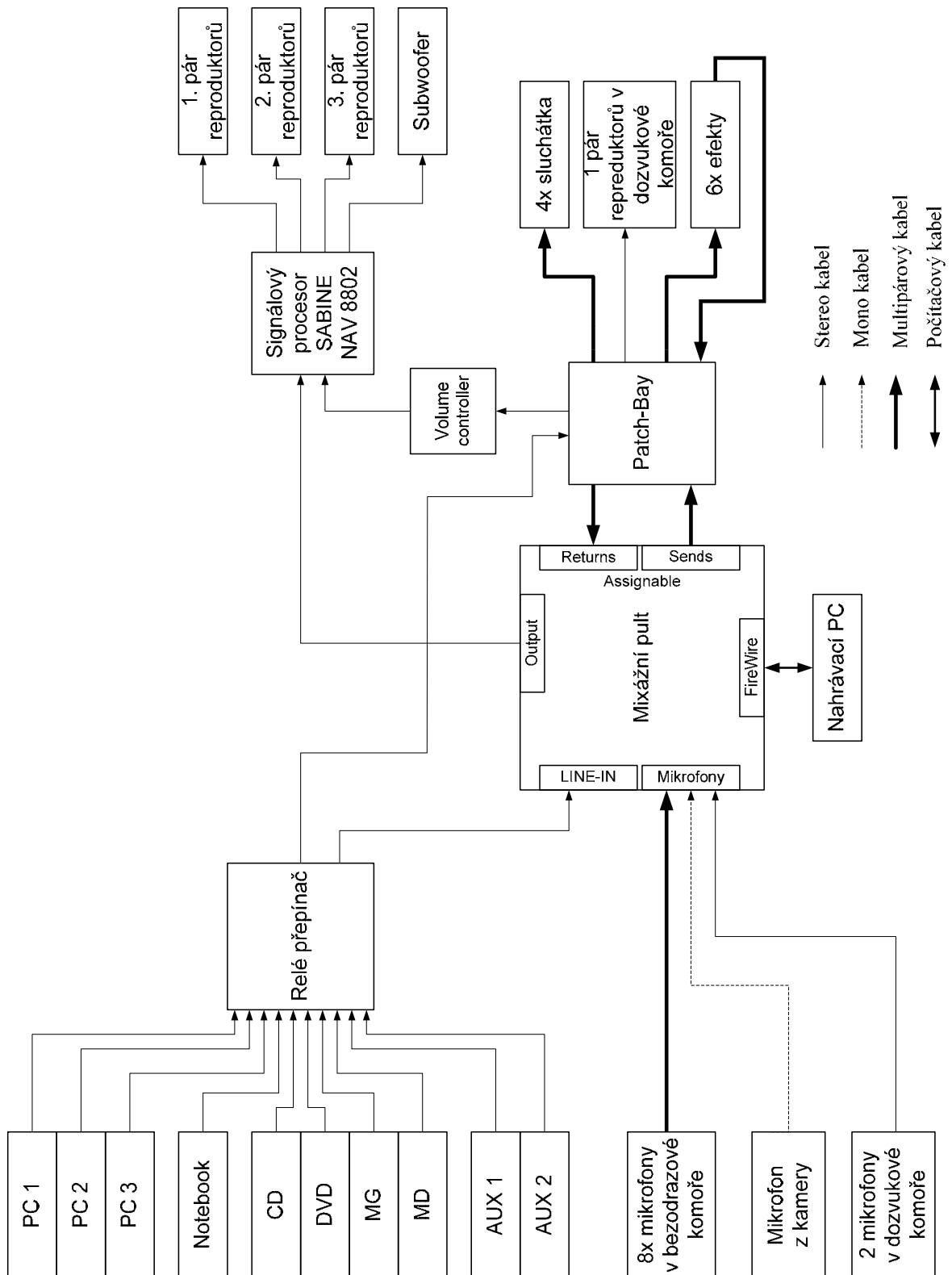
## Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] Cinch. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online, převzatý obrázek]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 2012-05-16 [cit. 2012-05-22]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Cinch>
- [2] FORRÓ, Daniel. *Domácí nahrávací studio*. Praha: Grada, 1996, 241 s. Musitronika. ISBN 80-716-9231-X.
- [3] Konektor Jack. *GM electronic* [online převzatý obrázek z datasheetu]. [cit. 2012-05-29]. Dostupné z: <http://www.gme.cz/konektory-jack-na-kabel/konektor-jack-first-tech-cn-ap25-006-p809-105/#dokumentace>
- [4] Mixážní pult. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 2012-03-19 [cit. 2012-05-22]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Mixážní\\_pult](http://cs.wikipedia.org/wiki/Mixážní_pult)
- [5] Nano Patch +: Passiver Stereo-Controller. *SM Pro Audio* [online převzatý obrázek]. 2012 [cit. 2012-06-05]. Dostupné z: <http://www.smproaudio.com/index.php/en/products/monitor-controllers/nanopatch>
- [6] NCJ6FA-H. *NEUTRIK* [online převzatý obrázek]. [cit. 2012-05-29]. Dostupné z: <http://www.neutrik.com/en/xlr/xlr-chassis-connectors/combo-a-series/ncj6fa-h>
- [7] SAMSON. *S-patch plus: Owners Manual* [online převzatý obrázek z datasheetu]. Syosset, NY, 2006. Dostupné z: <http://www.samsontech.com/samson/products/processors/s-class/s-patch-plus/>
- [8] Speakon. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online, převzatý obrázek]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 2012-02-15 [cit. 2012-05-22]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Speakon>
- [9] STANĚK, Radomír. Jak vám to brumí? Symetrické a nesymetrické zapojení ve zvukařské praxi. *Muzikus: pro muzikanty - články* [online]. 2004, roč. 2004, č. 10 [cit. 2012-05-22]. Dostupné z: <http://www.muzikus.cz/pro-muzikanty-clanky/Jak-vam-to-brumi-Symetricke-a-nesymetricke-zapojeni-ve-zvukarske-praxi~22~listopad~2004/>
- [10] Switchcraft Studio Patch 6425. *Sweetwater Sound Inc.* [online převzatý obrázek]. 2012 [cit. 2012-06-05]. Dostupné z: <http://www.sweetwater.com/store/detail/StuPatch6425>
- [11] Symetrické vedení signálu. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 2012-02-10 [cit. 2012-05-22]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Symetrické\\_vedení\\_signálu](http://cs.wikipedia.org/wiki/Symetrické_vedení_signálu)
- [12] TOMAN, Kamil. *Reproduktory a reprosoustavy*. 1. vyd. Orlová: Dexon, 2001, 212 s.
- [13] VLACHÝ, Václav. *Praxe zvukové techniky*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Muzikus, c2000, 257 s. ISBN 80-862-5305-8.
- [14] WIRSUM, Siegfried. *Abeceda NF techniky*. 1. vyd. Praha: BEN, 1997, 191 s. ISBN 80-860-5626-0.
- [15] XLR konektor. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online převzatý obrázek]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 2011-02-8 [cit. 2012-05-29]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Xlr>



# Přílohy

## Příloha 1 – Schéma celého návrhu řešení audiocest



**Příloha 2 – Schéma relé přepínače**

