

Theremin

A. Hladíková

AJA.HLADIK@seznam.cz

J. Záhora

Jirka.zah@tiscali.cz

Abstrakt

Různé druhy vysokofrekvenčních elektrických obvodů obklopují člověka téměř na každém kroku. Ale nemusíme je vnímat jen jako pouhé součásti elektronických zařízení, ale můžeme je vnímat i jako zdroj hudby. Tento příspěvek je zaměřen na ne moc známý ryze elektronický hudební nástroj, který se nazývá theremin.

1. Úvod

Theremin je hudební nástroj, který byl vyvinut kolem roku 1919 panem Lvem Sergejevičem Těrmem. Cílem autorů příspěvku je přiblížit čtenářům princip fungování jimi vyrobeného thereminu, ale také thereminu vyráběného firmami. Seznámit s výhodami a nevýhodami daného hudebního nástroje, ale i rozšířit přehled v jiných rovinách, které jsou blízké zkoumanému objektu.

2. Lev Sergejevič Těrmen

Jak bylo v úvodu napsáno theremin byl sestaven poprvé kolem roku 1919 Lvem Sergejevičem Těrmem. Tento ruský fyzik a hráč na violoncello v průběhu své práce ve fyzikálně-technickém ústavu si povšiml, že kapacita lidského těla je schopna ovlivňovat frekvenci elektronkového oscilátoru. Na základě této skutečnosti byl zkonstruován první monofonní hudební nástroj, který se později začal nazývat theremin.

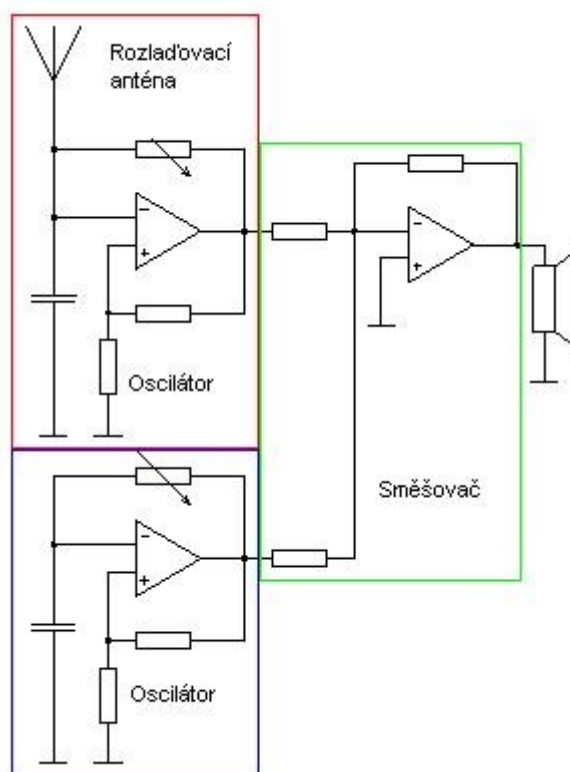
3. Theremin

Tento hudební nástroj, jak z předchozího odstavce vyplývá, je ryze elektronický, protože jeho zvuk vzniká z elektrických kmitů. Proto je založen na tzv. záznějovém principu, ten spočívá na tom, že elektrické kmity, které mají slyšitelnou frekvenci vznikají jako

skládání dvou kmitů s blízkou frekvencí. Tyto kmity jsou vytvářeny nesynchronizovanými vysokofrekvenčními oscilátory. Z toho důvodu se nejčastěji theremin vytváří za pomoci LC obvodů, které kmitají na určité frekvenci. Dané frekvence bývají v rámci několika set kHz. Frekvence jednoho z oscilátorů je pevně určena, frekvence druhého se mění. Změna frekvence druhého oscilátoru se mění za pomoci pohybu ruky kolem rozladovací antény. Oba signály jsou vedeny do směšovače, v něm se signály složí, tj. v této fázi vznikají zázněje. Frekvence záznějí jsou rovny rozdílu frekvencí signálů vstupujících. Nejčastěji používané mají tři vysokofrekvenční oscilátory, kde dva jsou laditelné, přičemž jeden z nich udává výšku tónu a druhý laditelný obvod se využívá na korekci hlasitosti.

4. Jako theremin

Tato část práce je věnovaná námi vyrobenému thereminu, který jsme z určitých důvodů nazvali Jako theremin.



Obr. 1: Schéma zapojení Jako thereminu

Jako vysokofrekvenční oscilátory jsme použily operační zesilovače (OZ) s RC obvodem generující obdélkový průběh napětí. Napětovým děličem se udržuje určitá hodnota napětí na neinvertujícím vstupu OZ, se kterou se porovnává napětí na invertujícím vstupu, které se mění důsledkem nabíjení kondenzátoru přes potenciometr z výstupu OZ, kde je maximální napětí obvodu. Když napětí na kondenzátoru překročí napětí na neinvertujícím vstupu OZ, změní se polarita napětí na výstupu OZ, kondenzátor se začne vybíjet a proces se začne opakovat. Tím nám na výstupu OZ vznikne obdélkový průběh napětí. Signály z obou

oscilátorů jsou přivedeny na další OZ fungující jako směšovač a dále je již složený signál přiveden na reproduktor.

Frekvence oscilátorů je zhruba zhruba 100 kHz, maximální frekvence je omezena parametry OZ. Použili jsme kondenzátory o kapacitě několika pF, aby relativní změna jejich kapacity rozlaďovací anténou byla co největší a tím se co nejvýrazněji měnila frekvence oscilátoru. V obvodu nejsou před reproduktorem žádné vysokofrekvenční filtry, protože frekvence značně vyšší než 20 kHz stejně neslyšíme a také jsou značně potlačeny reproduktorem, který je konstruován na přenos slyšitelných frekvencí. Vzhledem k tomu, že výsledný zvuk vzniknul složením obdélníkových signálů, nemá průběh sinusoidy a obsahuje mnoho vyšších harmonických frekvencí.

5. Závěr

Podařilo se nám zkonstruovat hudební nástroj theremin, jehož zvukové vlastnosti byly ovlivněny druhem použitého zapojení. Nadále jsme se za užití daného nástroje naučili využívat kapacity lidského těla.

6. Poděkování

Rádi bychom poděkovali panu ing. Vojtěchu Svobodovi, CSc. za organizaci fyzikálního semináře a fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské za poskytnutí zázemí při přípravě projektu.

7. Zdroje

[1] <http://www.thereminworld.com/>

[2] <http://www1.fs.cvut.cz/stretech/2009/pdf/1096.pdf>