

DIGITÁLNY SYNTETIZÁTOR

POPIS A NÁVOD NA KONŠTRUKCIU

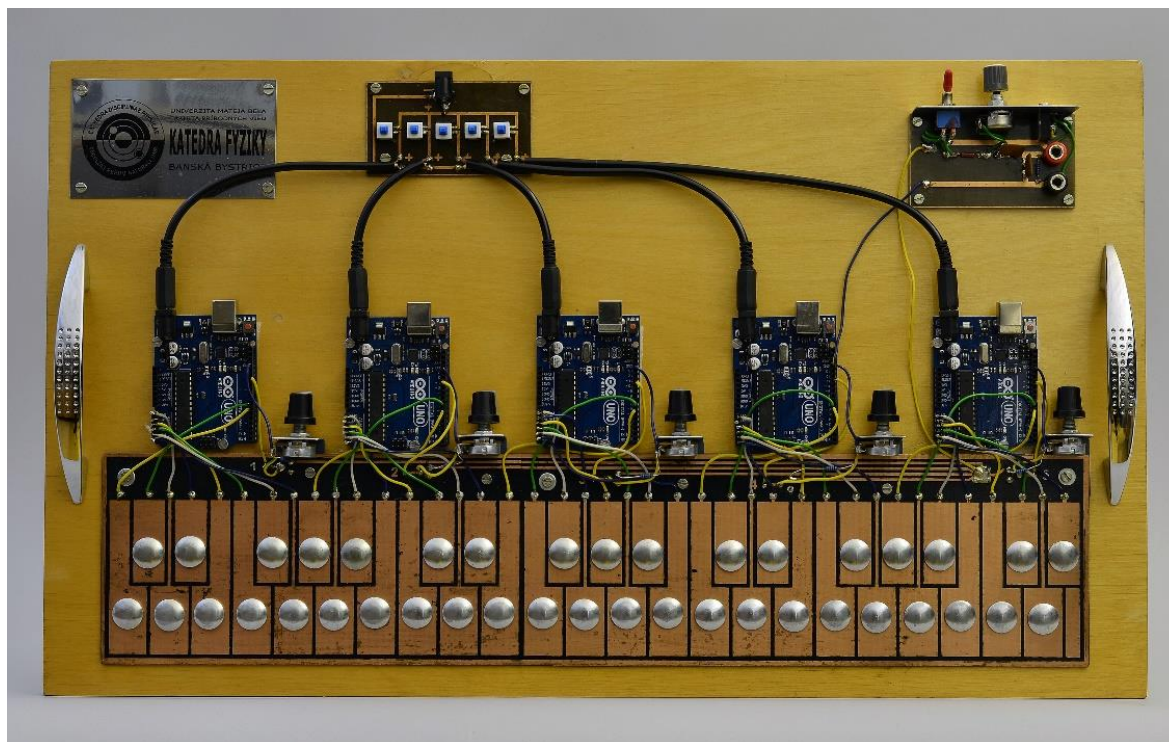
POPIS DIGITÁLNEHO SYNTETIZÁTORA

Digitálny syntetizátor tvorí klaviatúra so 40 klávesmi ovládanými pomocou mikrokontrolérov. V tomto prípade bola zvolená konštrukcia, ktorá umožňovala súbežné zahranie viacerých tónov.

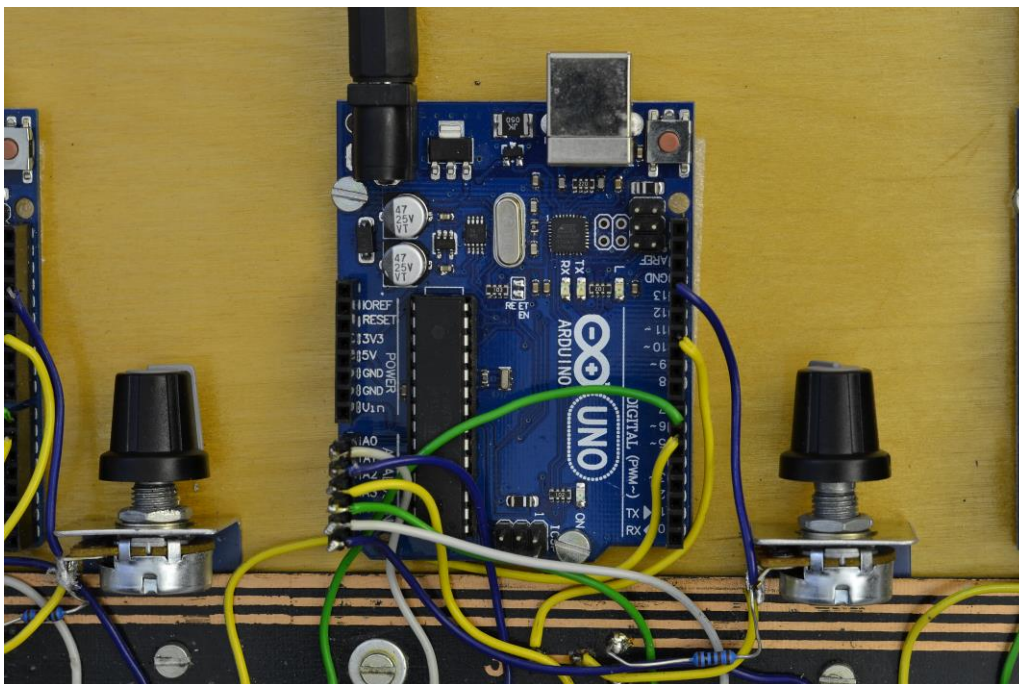
Pri konštrukcii syntetizátora bolo použité Arduino. Arduino je vývojová doska s jednočipovým mikropočítačom a s voľne prístupnou platformou pre relatívne jednoduchý návrh a vývoj elektronických programovateľných zariadení (výrobca Atmel, “open-source“ programátorské rozhranie pre mikrokontroléry Wiring). Tento jednoduchý počítač dokáže pomocou rôznych senzorov registrovať podnety vonkajšieho sveta a reagovať na ne podľa naprogramovaného scenára – pohybom motorčekov, rozsvietením svetelných diód a pod. Pomocou Arduina je potom možné napr. merať veľkosti fyzikálnych veličín, posilať dáta na diaľku, zalievať kvety počas sucha, postaviť alarm s volaním na mobil, vytvoriť robota, dron alebo 3D tlačiareň, atď. Arduino môže byť využité aj ako učebná pomôcka (resp. jej súčasť), ako je to aj v prípade nami vytvoreného syntetizátora na digitálnu syntézu zvuku.

NÁVOD NA KONŠTRUKCIU DIGITÁLNEHO SYNTETIZÁTORA

Hudobný nástroj Arduino syntetizátor (obr. 1) bol vytvorený z piatich vývojových dosiek (mikrokontrolérov) Arduino, typ Uno R3 (obr. 2).

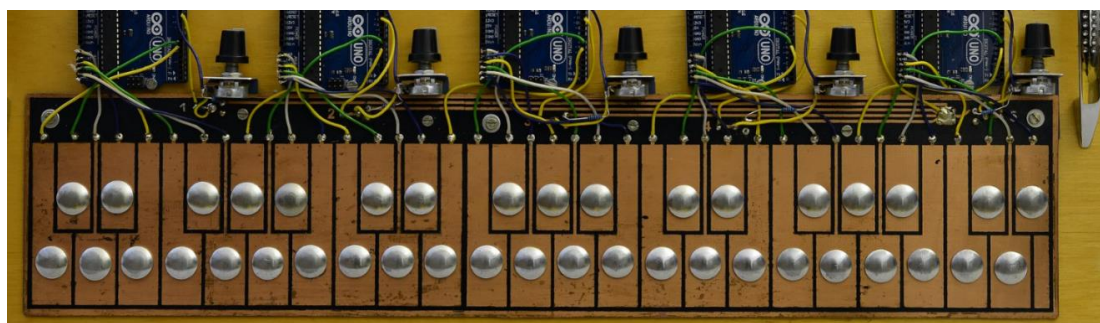


Obr. 1 Arduino syntetizátor



Obr. 2 Detail Arduina použitého pri konštrukcii syntetizátora so zobrazením analógových (vľavo) a digitálnych pinov (vpravo)

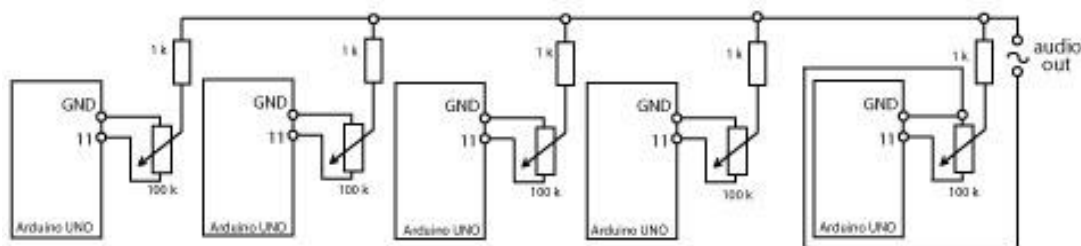
Každý z použitých mikrokontrolérov je pripojený na klaviatúru vyleptanú do Cuprexitu s rozmermi 50 x 11 cm a dokáže generovať až osem tónov súčasne, takže spolu vytvárajú 40-tónový hudobný nástroj so 40-tónovou polyfóniou. Súčasťou klaviatúry sú skrutky M6 (vratová skrutka s pologuľatou hlavou), ktoré sú vodivo prichytené k medeným plôškam tvoriacim jednotlivé klávesy. K nim sú prispájkované pripojovacie vodiče od analógových pinov A0 až A5 a digitálnych pinov 6 a 7 Arduina (obr. 3). Použité skrutky slúžia ako optimálne kapacitné senzory a ich kombinácia s medenými plôškami zabezpečuje dostatočne veľkú dotykovú plochu. Kapacita senzora sa zmení po dotyku senzora prstom a následne sa ozve príslušný tón, klávesy teda nie sú pohyblivé ako pri klasických klávesových syntetizátoroch. Všetky konštrukčné prvky syntetizátora sú uchytené na drevenej stolárskej preglejke s hrúbkou 1 cm, opatrenej zo spodnej strany gumenými prístrojovými nožičkami.



Obr. 3 Klaviatúra pripojená k Arduinám (v počte 5 kusov)

Jednou z výhod využitia Arduina ako generátora digitálnych zvukov vo vyučovaní je fakt, že jeho konštrukcia nevyžaduje žiadny dodatočný hardvér. Okrem spomínanej vývojovej dosky

Arduino Uno R3—a prepojovacích vodičov so skrulkami potrebujeme už len aktívne reproduktory (napr. používané s počítačmi), slúžiace ako optimálne výstupné zariadenie.



Obr. 4 Schéma zapojenia zvukového výstupu Arduino syntetizátora

V prípade jednoduchšieho zariadenia s jedným Arduino vytvárajúcim 8 tónov stačí zvukový výstup (piny GND a 11) pripojiť priamo k aktívnym reproduktorm (pravý a ľavý kanál spojiť a pripojiť k pinu 11, uzemnenie pripojiť na GND). Ak však potrebujeme spojiť viacero zvukových výstupov, ako je to v prípade vytvoreného syntetizátora, nemôžeme to urobiť priamo – teda pospájať piny 11 jednotlivých mikrokontrolérov, ale je potrebné využiť zapojenie naznačené na obr. 4. V našom prípade sme použili 100 kΩ potenciometre s logaritmickým priebehom, pričom sme za každý zvukový výstup zapojili 1 kΩ rezistor, ktorý zabráňuje vzájomnému rušeniu mikrokontrolérov v prípade, ak nastavíme ich hlasitosť na maximum. Pokiaľ toto neurobíme, syntetizátor sa správa nestabilne a je zdrojom rôznych rušivých signálov. Potenciometre v neposlednom rade slúžia na vyrovnanie hlasitosti jednotlivých mikrokontrolérov a na nastavenie zvukového výstupu tak, aby nedošlo k nadmernému vybudeniu zosilňovača v pripojených reproduktorech, čo ho síce nepoškodí, ale prejaví sa výrazným skreslením zvuku.

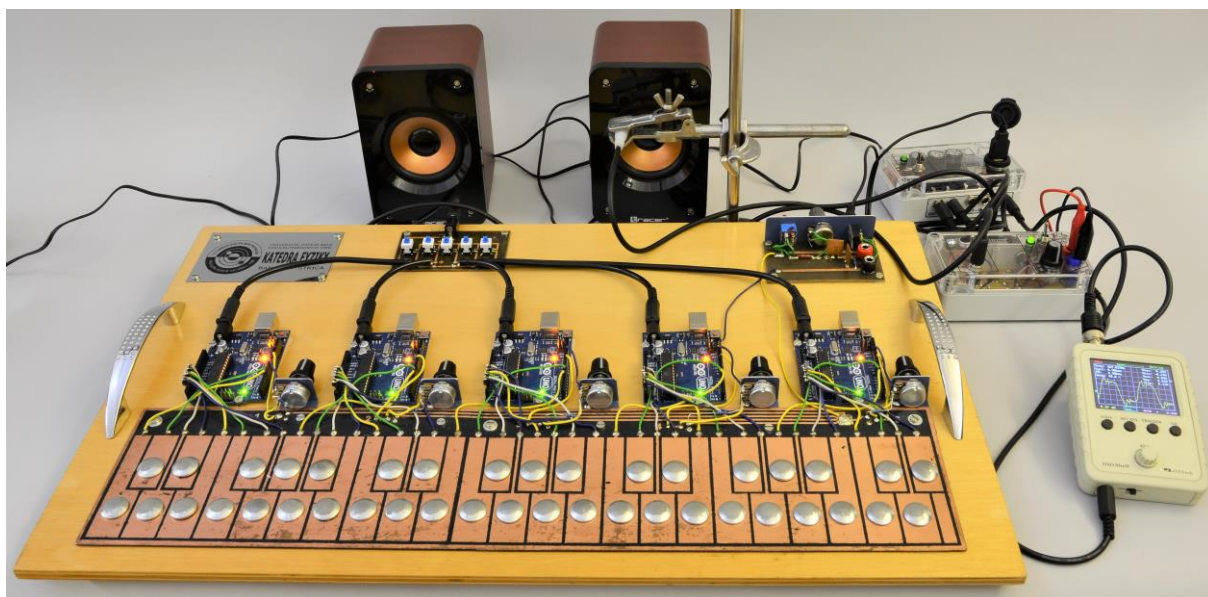
V našej konštrukcii sme na spoločný zvukový výstup pripojili aj jednoduchý pasívny pásmový priepust (Wienov článok), ktorý je pripojiteľný pomocou prepínača a slúži na odfiltrovanie nežiadúcich frekvencií v generovaných tónoch. Nie je však podmienkou ho použiť, zvuk je dostatočne kvalitný aj bez neho. Napájanie každého Arduina je riešené samostatne, čo umožňuje pri experimentálnej činnosti podľa potreby vypínať či zapínať jednotlivé mikrokontroléry.

Ovládanie Arduina pomocou programu

Mikrokontroléry sú ovládané voľne dostupným „open-source“ programom, ktorý sme pre jednotlivé Arduina upravili tak, aby bol na výstupe syntetizátora obsiahnutý celý požadovaný hudobný register (40 tónov).

Generovanie zvuku je založené na impulzovej šírkovej modulácii (Pulse Width Modulation = PWM) vysokofrekvenčného obdĺžnikového signálu so základnou frekvenciou približne 31,3 kHz. Tento signál môže byť modulovaný nízkofrekvenčným štvorcovým, sínusovým, pílovým alebo trojuholníkovým signálom tak, aby vznikol počuteľný tón s príslušnou frekvenciou. Podstatou tohto druhu modulácie je zmena striedy (inak nazývanej aj činiteľ plnenia), ktorá je definovaná ako pomer doby trvania aktívneho signálu (logickej jednotky) voči perióde a vyjadruje sa zvyčajne v percentách.

Hodnoty nízkofrekvenčných priebehov sú uložené v pamäti mikrokontroléra v podobe tabuliek. Každá tabuľka obsahuje 256 hodnôt, ktorými sa ovláda hodnota striedy s frekvenciou zodpovedajúcou príslušnému tónu.



Obr. 5 *Pripojenie syntetizátora k reproduktorom*