

1/3 oktáv felbontású hangszínek-mérő (Audió Spektrum Analizátor)

“Jelbontók”

Kardos Csaba, /*Munkácsi Mátyás*/, Koncsik Alex

Felkészítő tanár: Sándor Péter

Miskolci Szc Kandó Kálmán Szakgimnáziuma, 3525 Miskolc, Palóczy u. 3.

1. Bevezetés

A csapatunk közös csatlakozási pontja a zene és a hangtechnika iránti szeretet. Szerettünk volna létrehozni egy olyan eszközt, amely zenei téren elektronikával is kapcsolatos és látványos. Így jött az az ötlet, mi lenne, ha vizualizálnánk a hangokat! A választásunk egy hangfrekvenciás spektrum analizátorra esett.

2. Probléma megoldásának menete

A pályamunka megvalósítása nagy lendülettel indult és már szeptemberben egy-két hét alatt eljutottunk a számításoktól a szimulációs programok használatáig és felosztottuk 32 sávra a hangfrekvenciás tartományt. A középfrekvencia 1000Hz, amelyet az (1) egyenlet tartalmaz. A 1000 Hz-hez képest kerestük az alsó (16Hz) és a felső (20kHz) határfrekvenciákig a harmonikusokat, amelyekre a (2) és (3) képleteket használtuk. Az így kiszámított sávoknak az alsó és a felső határfrekvenciáinak meghatározása után, amelyet a (4) és (5) egyenlet mutatja be, az eredményeket szabványos értékekre kerekítve egy táblázatban rögzítettük (1. táblázat). A szűrők méretezése után további tervezések következtek.

$$f_{19}^{ctr} = 1000 \text{ Hz} \quad (1)$$

$$f_{n-1} = f_n / 2^{1/3} \quad (2)$$

$$f_{n+1} = 2^{1/3} * f_n \quad (3)$$

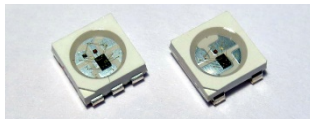
$$f_n^{low} = f_n / 2^{1/6} \quad (4)$$

$$f_n^{high} = 2^{1/6} * f_n \quad (5)$$

Frekvencia értékek (Hz)															
16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k	5k	6,3k	8k	10k	12,5k	16k	20k

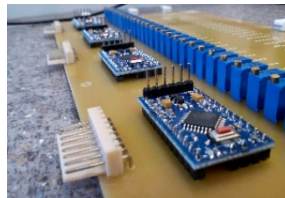
1. táblázat. A szabványos értékekre kerekített frekvencia értékek

A probléma a kijelzés módjával kezdődött. Abban biztosak voltunk, hogy LED-eket szeretnénk, és ha már lúd, akkor legyen kövér, egyből 32x16 RGB LED-et. Igen, de ezt vezérelni is kell valahogy és 512 db LED-hez vezetősávok tömkelegére lesz szükségünk. A megoldást egy nagyon speciális WS2812B - típusú LED jelentette (1. ábra). A kínaiak minden egyes pixel LED-be beintegráltak egy kis jelfeldolgozó és meghajtó egységet a három alapszín (piros, zöld, kék) keveréséhez. A fantasztikus ebben az, hogy külön áramgenerátort is tartalmaz, így nincs probléma a nyitófeszültségből adódó fényerősség különbségek kiküszöbölésére sem. A vezérlést egy közös adat és órajel vezetéken keresztül kell küldeni, megfelelő időzítéseket alkalmazva.



1. ábra. WS2812B - típusú LED

A projektben négy darab Arduino Pro Mini dolgozza (2. ábra) fel a bemenetről érkező jelet, majd 128 LED-es blokkokra osztva tölti fel adattal a meghajtó chip-eket.



2. ábra. Arduino Pro Minik az alaplapunkon

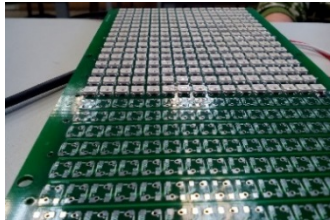
Az elképzelésünk az volt, hogy a kijelző frissítése a lehető legrövidebb időn belül megtörténjen, és minél precízebb műszert építsünk. A választás a nem túl költségkímélő, de annál jobb megoldáshoz vezetett. Ötvöztük az analóg technika előnyeit a digitális technikával. A bemeneten egy speciális, logaritmikus léptékekben digitálisan vezérelhető analóg hangerőszabályozó áramkör foglal helyet. Ezt követi 32 darab keskenysávú sáváteresztő szűrő, aminek a kimenetén 32 darab teljes hullámú precíziós egyenirányító található (3. ábra). Ezek a kártyák gondoskodnak a jelfeldolgozás elősegítésében.



3. ábra. Sáváteresztő szűrő (balra), precíziós egyenirányító (jobbra)

Innen már csak az analóg digitális átalakító feladata a minták számokká alakítása. Az ATMEGA328P mikrovezérlő SMD verzióban pontosan 8 darab analóg bemenetet tartalmaz, ami a teljes spektrum analízátor negyedét frissíti egy blokkban. Ezzel a felosztással rengeteg időt megspórolunk. A párhuzamos adatfeldolgozást egy gyors algoritmussal megtámogatva különböző színekre színezzük a kijelzőt. Nincs szükség multiplex vezérlésre, mert mindaddig tárolódik a LED saját chip memóriájában az adat, amíg felül nem írjuk. Ezáltal nincs vibrálás sem.

A következő problémát az 512 darab LED áramellátása okozta. Teljes fényerőn 30,72 Amper áramerősségre van szüksége 5V tápfeszültség betáplálás esetén. Erre ideálisnak egy 450W-os PC tápegységet tartottunk, ami több szál vezetékkel kapcsolódik a LEDPANEL-hez (4. ábra). Az analóg áramkörök földfüggetlen tápellátását saját tervezésű (ZVS) inverter kapcsolással oldottuk meg.



4. ábra. A készülő LEDPANEL

A kezelőszerv része 2 darab nyomógombos Rotary Encoder és a hozzá tartozó szabványos 16x2-es LCD kijelző. Ezek segítségével vezérelhető a készülék, valamint a jelszintek és egyéb más paraméterek állíthatók. A menüben kényelmesen lépkedhetünk a forgatógombok segítségével. A berendezés belsejében helyett kapott még egy valós idejű óra chip (DS3231) és egy hőmérséklet mérő (DS18B20+) szenzor is.

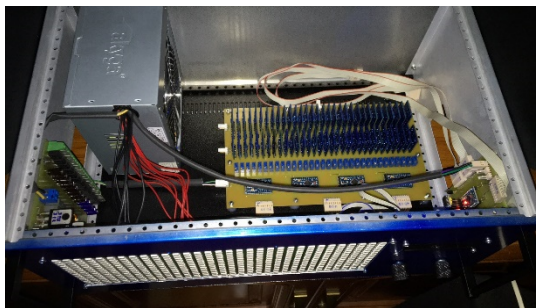
Az analóg jélbemenet lehet RCA, JACK, vagy XLR dugó. A kimenet megvalósításánál még arra is gondoltunk, hogy egy relés útválasztó és előerősítő kapcsolást készítünk (6. ábra), ami természetesen szintén a digitálisan vezérelhető analóg hangerőszabályozó áramkörre épült. Ezzel lehetőség adva bármilyen erősítési láncba való beillesztésre.



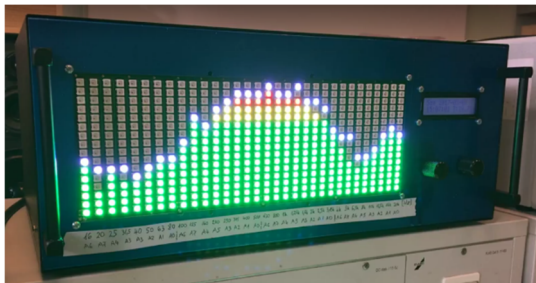
6. ábra. Bemeneti előerősítő, relés útválasztó

3. Elért eredmények

A pályamunka az elméleti terveinket beigazolta, remekül működő és így ezzel egy egyedülálló konstrukciójú precíz hangfrekvenciás spektrum analizátort hoztunk létre (7. és 8. ábra). Természetesen léteznek PC alapú szoftverek, amik egy hangkártya segítségével még ettől is nagyobb felbontásra képesek, de ez akkor is csak erre a célra kifejlesztett hardver lett. A piacon egyetlen terméket találtunk, ami hasonló a miénkhez, de az is képességeit tekintve korlátozott, az áráról nem is beszélve. Összességében a hangszínkép-mérő műszerünk akusztikus mérési feladatokra, zajanalízisre, hangszugárzók telepítésénél és összehangolásánál kiválóan alkalmazható egy mérőmikrofon segítségével.



7. ábra. Az Audió Spektrum Analizátor belülről



8. ábra. Az elkészült Audió Spektrum Analizátor működés közben