

Videoton TV COMPUTER

123 bájtós kétcsatornás zene lejátszó

© 2020 by Szalontai Béla (Fast and Force software)

A zenelejátszó, bárki által könnyen használható. Alkalmas programok főcím zenéjéhez, intro, outro zenékhez, de akár hangeffektek bejátszásához is játék közben. A programhoz mellékeltem 3 demó „zenét” is.

1. Kis 2 csatornás keleti hangzású dalocska
2. Hangeffektek + 2 csatornás „zene”, ahol a második csatornát gyorsan váltogatva 3 csatornás érzetet keltünk. Nem valódi zene, csak demonstrálja a lehetőséget
3. A **Way of The Exploding Fist** C64-es játék zenéjének feldolgozása (rövid részlet)

Az assemblyben írt zenelejátszó mindössze **123 bájt** hosszú! A zene lejátszása mellett nincs lehetőség a processzor más tevékenységére, így a lejátszás alatt a megszakítás le van tiltva. A processzor közel 100%-ban ki van használva a valós idejű 2 csatornás hanggenerálás során. A program a TVC D/A konverterét közvetlenül használja a hangok előállítására és a frekvenciák keverésére. Mindkét csatorna négyszögjel hullámformájú hangot ad ki.

A zene rekord szerkezet egyszerű, mindössze 3 bájt egy rekord:

- **byte1** 1. csatorna frekvencia osztó: 14..190, 255 = zene vége, 0 = a csatorna nem szól
- **byte2** 2. csatorna frekvencia osztó: 14..190, 0 = a csatorna nem szól
- **byte3** időtartam 48msec egységekben: 1 = 20msec

A frekvenciaosztók az alábbi táblázat szerint adhatók meg. Természetesen megadható 190 feletti érték is, de a 32 Hz alatti hangoknak nem sok zenei értelme van. Ugyanígy használhatók a 14 alatti értékek is, de azokban már akkora a frekvencia hiba (delta frekvencia), hogy nem igazán használhatók zenékhez. Annál inkább használhatók hangeffektekhez, lásd a 3. demó zene elején az effektet. A mellékelt excel táblában található a frekvencia kalkuláció, ott megtalálható a 14 alatti frekvencia osztó értékekhez tartozó legközelebbi normál zenei hangok listája is.

Az időtartam kb. 20 msec-os egységekben adható meg lásd később a kalkulációt.

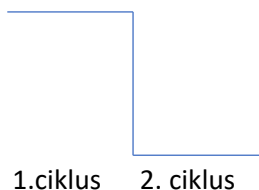
A hang rekordokat 255-ös értékkel kell lezárni, ami jelzi a programnak a zene végét...

Hang	Frekvencia (Hz)	Frekvencia osztó	delta frekvencia (Hz)
C1	32,7	190	-0,07
C#1	34,65	179	-0,01
D1	36,71	169	-0,02
D#1	38,89	159	0,11
E1	41,2	150	0,14
F1	43,65	142	0,01
F#1	46,25	134	0,02
G1	49	127	-0,18
G#1	51,91	119	0,19
A1	55	113	-0,13
A#1	58,27	106	0,22
B1	61,74	100	0,26
C2	65,41	95	-0,14
C#2	69,3	89	0,37
D2	73,42	84	0,39
D#2	77,78	80	-0,28
E2	82,41	75	0,26

F2	87,31	71	0,02
F#2	92,5	67	0,04
G2	98	63	0,42
G#2	103,83	60	-0,49
A2	110	56	0,72
A#2	116,54	53	0,45
B2	123,47	50	0,54
C3	130,81	47	1,11
C#	138,59	45	-0,8
D3	146,83	42	0,8
D#3	155,56	40	-0,55
E3	164,81	38	-1,64
F3	174,61	36	-2,38
F#3	185	34	-2,64
G3	196,002	32	-2,24
G#3	207,654	30	-0,97
A3	220,002	28	1,44
A#3	233,082	27	-3,44
B3	246,941	25	1,07
C4	261,637	24	-3,29
C#4	277,187	22	4,65
D4	293,668	21	1,59
D#4	311,139	20	-1,12
E4	329,636	19	3,3
F4	349,23	18	-4,76
F#4	369,99	17	5,26
G4	392	16	-4,48
G#4	415,3	15	1,94
A4	440	14	2,89

Hogyan számoljuk a frekvencia osztót?

- A CPU órajele: 3125000 Hz
- A hanggenerátor fő ciklusának teljes utasításvégrehajtási ideje: 252 gépi ciklus (ezt tartani kell akkor is, ha valamilyen feltétel mentén elugrunk, lásd a forráskódban a kiszámolt Time Balance utasításokat)
- $3125000 \text{ Hz} / 252 = 12400 \text{ Hz}$ a mintavételi frekvencia (belátható, hogy ha a főciklus 252 gépi ciklus ideig tart, akkor az az OUT utasítás, ami a D/A konverter-re ír 252 gépi ciklusonként fog lefutni, azaz bármilyen hangot is mixelünk bele abba a négy bitbe, azt végül 12400Hz-es frekvenciával fogjuk beleírni.
- A leggyorsabban előállítható hullámforma a négyszögjel, mivel annak egy teljes hullámát 2 ciklus alatt elő lehet állítani, így ahhoz, hogy például egy normál zenei 440Hz-es A hangot kiadjunk, $12400 \text{ Hz} / 440 \text{ Hz} / 2 = 14,09$, ami kerekítve 14. Ennél a hangnál a hiba már 2,89Hz de ez még emberi fül által alig hallható.



- Ha kiadunk egy 1-et a D/A konverterre, várunk 14 db ciklust, majd kiadunk 0-át a D/A konverterre, majd újra várunk 14 db ciklust és így tovább, akkor abból egy $12400 \text{ Hz} / (14 * 2) = 442,85 \text{ Hz}$ -es négyszög hullámformájú hang fog megszólalni.

Hogyan keverjük a csatornákat?

- A leggyorsabb járható út a két csatorna összeadása majd elosztása kettővel: $\text{mix} = (\text{chn1} + \text{chn2}) / 2$
- Ez kevés utasításból kivitelezhető, például a kettővel való osztás egyetlen RR A utasítással végrehajtható. Ehhez még ki kell maszkolni az adott port többi bitjét + be kell állítani a grafikus üzemmódot, mondjuk 4 színű üzemmódra, így kapjuk ezt a kis programrészletet:

```
LOOP      LD      A,H          ; downmix chn1 + 2 (H and L)
          ADD     A,L
          RR      A            ; divided by 2
          AND     60           ; mask with 00111100
          OR      1            ; in 4 color mode
          OUT     (6),A        ; write mixed value to the D/A port
```

Hogyan számoljuk az időtartamot (duration)?

- A Z80 CPU gépi ciklusideje: $1/3125000 = 320 \text{ nsec}$ (nanosec)
- A zenelejátszó főciklus utasításainak idejét összeadva összesen 252 gépi ciklus ideig tart. Ha a duration-t egy bájtton akarnánk leszámolni, akkor igen hamar vége lenne a hangnak, konkrétan maximum $252 * 256 * 320 \text{ nsec} = 20,64 \text{ msec}$ (milisec) ideig tartana. Ezért a főciklusban két bájtton számolunk, aminek a zene rekordban megadott időtartam (duration) a felső bájtja.
- Azaz a duration így számolódik: $252 * 256 * \text{duration} * 320 \text{ nsec}$
- 1 értékhez 20,64msec tartozik, azaz a hang időtartam durván 20 msec-es felbontásban 20msec-től 5 sec-ig mehet.
- 10-hez 206,4msec, 100-hoz 2,064 sec tartozik és így tovább egészen 256-ig, amihez 5,284 sec időtartam tartozik
- Ha ennél hosszabb hangra van szükségünk, akkor azt két rekordban kell egymás után tennünk.
- Ha szünetet szeretnénk mindkét csatornán, akkor a frekvencia osztókat 0-nak kell beállítani. Ekkor a szünet hosszát az időtartam fogja megadni

Példa a zene rekordra magyarázatokkal:

DB	169,21,8	; record1	D1	D4	165msec
DB	113,20,8	; record2	A1	D#4	165msec
DB	106,17,8	; record3	A#1	F#4	165msec
DB	106,0,16	; record4	A#1	silence	330msec
DB	0,0,96	; 2 sec silence			
DB	255	; end of melody records			