

Funkcionális egységek 19.

Sipos Gyula okl. IC szakmérnök, EMG

Integrált funkciógenerátorok

Kétségtelen, hogy az 555-ös időzítő alapfogolata zseniális. Így, mint minden jó ötlet, további ötletek szülője lett. A továbbfejlesztett különféle változatok közül is kiemelkedik szellemességével a funkciógenerátorok (nem túl népes) családja.

Az Intersil gyártmányú 8038 típusú integrált funkciógenerátor (Precision Waveform Generator/Voltage Controlled Oscillator) négyoszög-, háromszög- és elfogadható torzítású szinuszjelek előállítására alkalmas. Voltaképpen egy igen különleges időzítő áramkörrel állunk szemben. A felépítés blokkvázlatából (1. ábra) kiderül, hogy a jól ismert 555-ös időzítő lényeges alkatelemei megtalálhatók a tokon belül. Újdonság az áramgenerátor-rendszer, a Schottky-tranzisztoros négyoszögjel-kimenet, a külön kiképzett háromszögjel-kimenet és a szinuszosító áramkör.

Az időzítő kondenzátor a jelen esetben is kívülről csatlakoztatható. A 10. lábra kötött C_T kondenzátor az 1. áramgenerátor tölti $+I_0$ árammal. Mikor a kondenzátor sarkain a feszültség meghaladja a kikapcsoló komparátor küszöbfeszültségét, a komparátor átbillen és billenti a Schottky flip-flop kört is. Ez utóbbi bekapcsolja a 2. áramgenerátort is, melynek árama $-2I_0$. Az eredő áram vagyis $I_{eredő} = I_0 - 2I_0 = -I_0$ a továbbiakban kezdi kisütni az időzítő kondenzátort. A szokásos módon, amint a kondenzátor feszültsége eléri a bekapcsoló komparátor küszöbfeszültségét, a komparátor átbillen.

Ekkor a flip-flop kör visszabillen, kikapcsolja a $-2I_0$ áramú 2. áramgenerátort és a folyamat kezdődik előlről: C_T kondenzátor ismét töltődni kezd I_0 árammal. Az első ciklusban, a töltés alatt a kondenzátor sarkain pozitívba haladó, a második ciklusban negatívba haladó lineárisan változó feszültség keletkezik, amely nem más, mint háromszögjel, szimmetrikus fűrészjel. Ezt a jelet a kimeneti (buffer-) erősítőn keresztül a 3. lábról elvezethetjük.

A háromszögjel ezen kívül a szinuszformáló áramkörbe is be van vezetve. A szinuszjel a háromszögjel-kimenetről érhető el, egy osztón keresztül. Az osztó felső tagja ellenállás, míg alsó tagja a két tápfeszültségpont között kifeszített különleges feszültségfüggő elektronikus ellenállás, lényegében diódás vágó-

rendszer. A vágó progresszív határolással „legömbölyíti”, kis torzítású szinuszzel alakítja a háromszögjelet.

A flip-flop négyoszögjele szabad kollektoros kimenetű, így a 9. lábra kivezetett kollektorra mindenképpen munkaellenállást kell kötni, ha a kimenetet hasznosítani akarjuk.

A 8038-as integrált áramkör továbbfejlesztett monolit technológiával készül, így jól megférnek egymás mellett a szokásos npn és pnp tranzisztorok, a Schottky-tranzisztorok és a vékonyréteg ellenállások. Az áramkör részletes felépítése a 2. ábrán látható. A működés alapját az 1/3–2/3 osztásárnyú, három ellenállásból kiképezett referenciaosztó ($R_8-R_9-R_{10}$) biztosítja. A felső osztáspontra van kikötve a $T_{15}...T_{18}$ differenciálerősítés felépítésű kikapcsoló komparátor egyik bemenete, míg az alsó osztáspontra a bekapcsoló komparátor ($T_{19}...T_{22}$) egyik bemenete csatlakozik.

A komparátorok kimenetei a flip-flop áramkört vezérlik. A kikapcsoló komparátor T_{16} tranzisztorának munkaellenállásán megjelenő jelet a T_{14} invertálja és a T_{28} tranzisztoron keresztül vezérli a $T_{26}-T_{27}$ flip-flopot. T_{20} viszont a T_{29} inverteren keresztül közvetlenül vezérli a flip-flop T_{27} tranzisztorát. A flip-flop kimeneti jele egyrészt T_{26} kollektorából a T_{24} emitterkövetőn keresztül a T_{23} szabad kollektoros kimeneti fokozatot vezérli, másrészt a T_{27} kollektorában megjelenő négyoszögjel a T_{25} inverteren

keresztül az áramgenerátor-rendszert kapcsolgatja.

A kellően nagy sebesség elérése céljából a $T_{26}-T_{27}$ flip-flop tranzisztorok, a $T_{28}-T_{29}$ trigger-tranzisztorok és a T_{25} kapcsolótranszisztor Schottky-típusú. A flip-flop tápfeszültségét a $T_{31}-T_{34}$ tranzisztorok bázis-emitter diódából kiképezett referencia-feszültségről a T_{30} emitterkövető tranzisztor biztosítja. A tápfeszültség értéke 2 V, stabilizált. A T_{23} szabad kollektoros fokozat tápfeszültsége tetszőleges, de legfeljebb +30 V lehet.

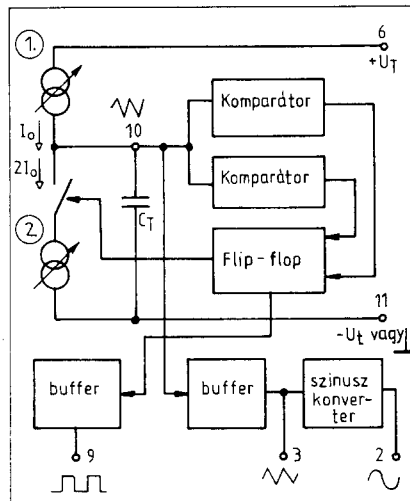
Az áramgenerátor-rendszer ($T_{11}...T_{13}$) működése meglehetősen összetett. A működés alapjait a 7. lábra kivezetett R_1-R_2 feszültségosztó képezi. A 7. lábon a mindenkori tápfeszültség 80 százaléka jelenik meg. Ha az IC által előállított jelet nem kívánjuk frekvenciámódulálni, akkor a 7. láb összekötendő a 8. lábbal, ami az áramgenerátorok egyik hozzáférési pontja.

A T_1 tranzisztor emitterkövetőként működik és a 8. láb nagy bemeneti impedanciáját biztosítja. Emittérére csatlakozik a T_2 és T_3 laterális pnp tranzisztor. Ezen tranzisztorok U_{EB} -feszültsége, a 4. és 5. lábra kötött emitterellenállások és a 8. láb referenciafeszültsége határozzák meg azt az áramot, amely T_2 illetve T_3 áramgenerátor-tranzisztorokon folyik. Mivel azonban T_1 , továbbá T_2 és T_3 tranzisztorok U_{EB} -feszültségei gyakorlatilag egyformák, a 8., 5. és 4. lábak feszültségei is egyformák, azaz általában a tápfeszültség 80 százalékának megfelelő potenciálon vannak. Így igen jó közelítéssel a két áramgenerátor-tranzisztor árama:

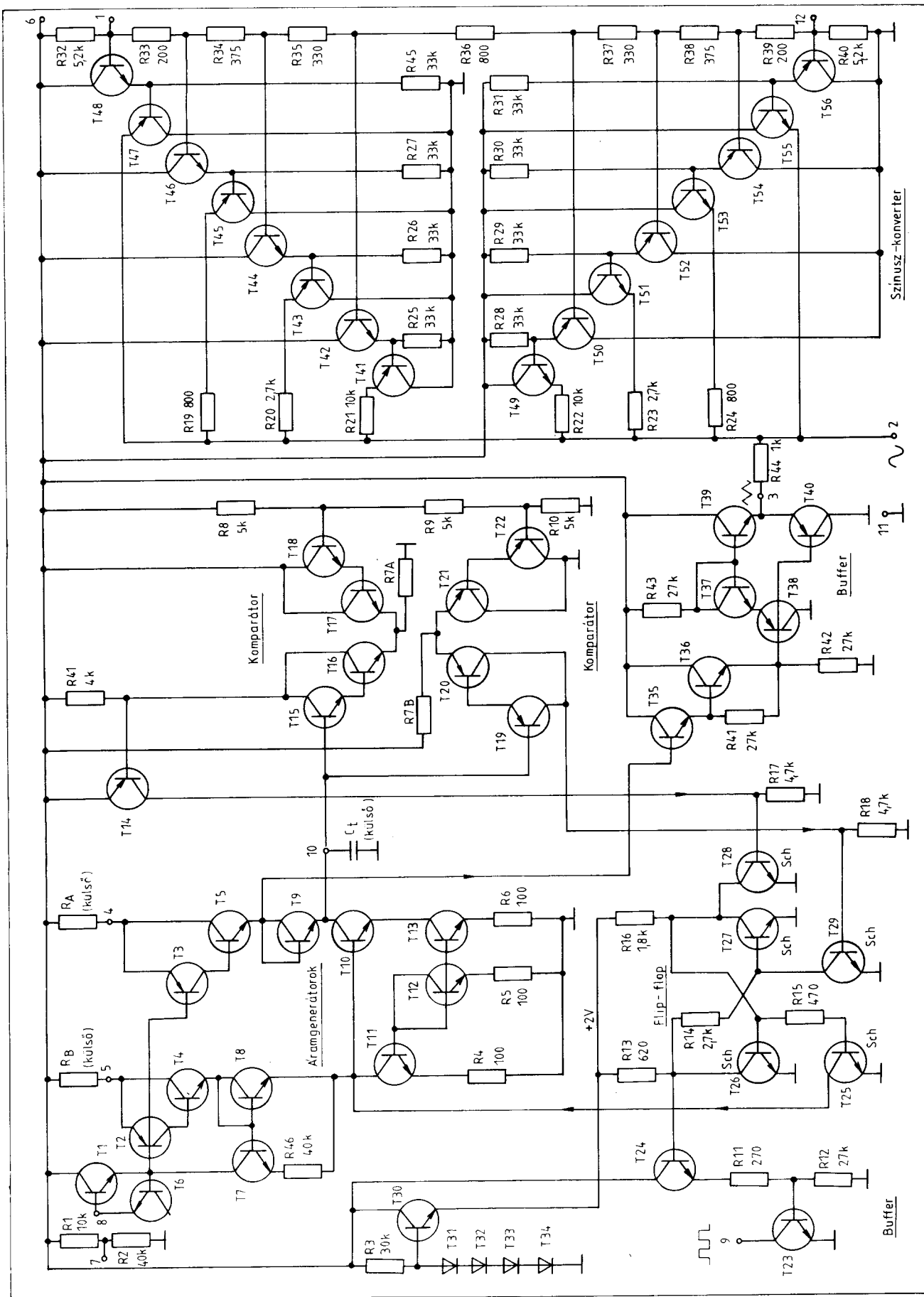
$$I \cong \frac{0,2 \cdot U_t}{R_{ext}}$$

Mivel T_2 és T_3 kompozit darlington képeznek a T_4-T_5 npn tranzisztorokkal, az így kialakított két áramgenerátor mintegy 10 mA áramig terhelhető. A két laterális tranzisztor kis bétája folytán viszonylag nagy bázisáramra van szükség a megfelelő munkapont eléréséhez. Ezt a T_7-T_8 áramvezérelt áramgenerátor biztosítja; a T_7 kollektorára látja el T_2 és T_3 bázisát megfelelő nagyságú nyugalmi árammal. T_6 tranzisztor emitter-bázis diódája a bekapcsolásnál segíti elő az áramgenerátor indulását addig, amíg T_1 lezárt állapotban van.

A $T_{10}...T_{13}$ precíziós, 2:1 áramarányú áramvezérelt áramgenerátor



1. ábra. Az Intersil 8038-as integrált áramkör tömbvázlata



2. ábra. Az Intersil 8038-as integrált áramkör belső felépítése (14 lábú dual-in-line tokban)

Funkcionális egységek 20

Ebben a számunkban folytatjuk a 8038 típusú integrált hullámformagenerátor belső felépítésének ismertetését, majd példákat mutatunk be az IC alkalmazására.

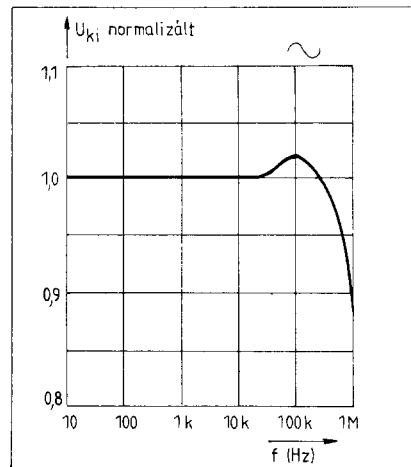
A szinuszkonverter gerincét egy precíziós osztó, az $R_{32} \dots R_{40}$ ellenállások képezik. Az osztó nyolc referencia-feszültséget állít elő, szimmetrikusan a két tápfeszültségbetáplálási pont között.

A konverter alsó fele a szinuszel negatív, a felső része a szinuszel pozitív félperiódusát formálja ki a háromszögjelből. A komparátorok referenciaosztójából következik, hogy a háromszögjel a tápfeszültségre szimmetrikusan keletkezik, a tápfeszültség alsó harmadától a felső harmadáig tart. A háromszögjel tehát olyan váltakozó feszültség, amely az IC egytelepes táplálásánál a földhöz képest $1/2 U_i$ -val van pozitív irányban eltolva, míg az IC kéttelepes táplálásánál földszimmetrikus. Mivel a szinuszosító áramkör is a két tápfeszültség között (illetve a tápfeszültségpont és a test között) „feszül ki”, a háromszögjel $1/2$ értékénél — ami a későbbi szinusz nullátmenetének felel meg — a 3. láb és a 2. láb azonos potenciálú pontok, az R_{44} ellenálláson (terhelés nélkül) áram nem folyik, az összes jelalakformáló ellenállás ($R_{19} \dots R_{24}$) a lezárt bázis-emitter diódák miatt hatástalan.

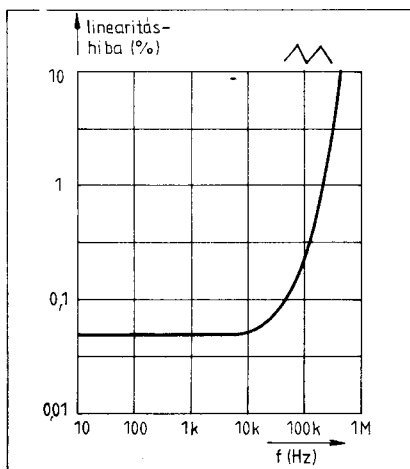
Amint a háromszögjel kissé pozitívabb tartományba halad, a T_{41} kinyit. A T_{42} emitterkövető ugyanígy a szinuszkonverter osztójának megfelelő pontját tapogatja le. Amint a T_{41} emittere éppen erre a poten-

ciálra kerül, az R_{21} ellenálláson megindul az emitteráram. Ez az áram terhelésként jelentkezik a 2. lábón megjelenő feszültség vonatkozásában, ami azt jelenti, hogy ezen a ponton a háromszögjel kisebb meredekséggel halad tovább pozitív irányba. Tulajdonképpen az $R_{44} - R_{21}$ ellenállásokból álló osztó adott jelszint fölött hozzávetőlegesen 10 százalékkal csökkenti a 2. lábón a háromszögjel végértékét, a háromszögjel ezen része kezd rásimulni a szinuszel jelalakra.

A továbbiak során a háromszögjel feszültségének pillanatértéke tovább



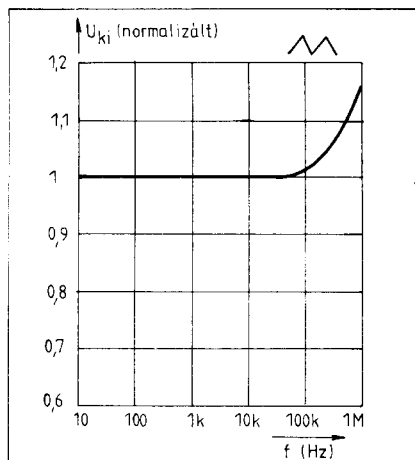
1. ábra. A szinuszel-kimenet frekvenciamenete



2. ábra. A háromszögjel-kimenet linearitáshibájának frekvenciafüggése

érzékeny és a félvezetők működési tartományán belül teljesen frekvenciafüggetlen. A szembekapcsolt két bázis-emitter dióda miatt valamilyen kapcsolóegység (pl. $T_{41} - T_{42}$) önmagában hőmérsékletfüggetlen is.

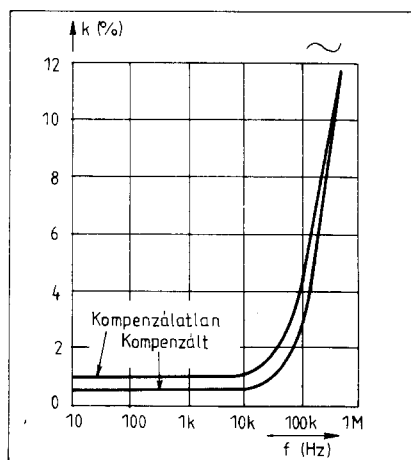
A szinuszel törtvonalas közelítése során az elkövetett hiba a töréspontok számának és helyének gondos megtervezésével minimalizálható, így semmi akadálya nincs kis torzítású jel előállításának. Természetesen a gyártás véges pontossága miatt szükség van vagy szükség lehet kis korrekciókra, a szinuszel torzításának esetleges csökkentésére. Azt azért tudomásul kell vennünk, hogy az áramkör képességei



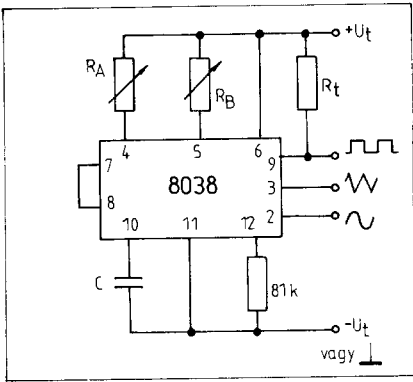
1. ábra. A háromszögjel-kimenet frekvenciamenete

növekszik és eléri a referenciaosztó $R_{35} - R_{34}$ ellenállásai kötési pontjának megfelelő potenciált, mely a T_{44} emitterkövető közvetítésével T_{43} emitterében is megjelenik. Ekkor T_{43} is kinyit, R_{20} újabb további terhelésként csatlakozik a 2. lábára. A hatás azonos az előbbi esettel, így egy újabb töréspontot elhagyva a háromszögjel ismét rásimul a szinuszel jelalakra. Így történik ez az R_{19} esetében is, illetve a szinuszel felső lekerekítését egy jelentős áramterheléssel kellett létrehozni a $T_{47} - T_{48}$ tranzisztorok segítségével.

Összefoglalva tehát az történik, hogy a háromszögjelből progresszív határolással, beterheléssel a szinuszhoz hasonló törtvonalas közelítésű jelalakot hoztak létre. A jel pozitív és negatív félperiódusára külön-külön két áramkör szolgál szimmetrikus elrendezésben ($T_{41} \dots T_{56}$ és $R_{19} \dots R_{24}$). Belátható, hogy ez a rendszer kizárólag a feszültségszintekre



1. ábra. A szinuszel-kimenet torzítása a frekvencia függvényében



5. ábra. A 8038-as integrált áramkör alapkapcsolása

végesek, így mondjuk egy Hi-Fi berendezés torzításviszonyainak mérésekor generátorként nem használhatjuk az IC-t, de a frekvenciamenet vizsgálatához tökéletesen alkalmas.

Az IC legfontosabb tulajdonságai a következők. Az alkalmazható legnagyobb tápfeszültség ± 18 V, vagy 36 V (egytelepes táplálásnál). Az üzemi tápfeszültség ± 5 V... ± 15 V, vagy +10 V... +30 V lehet. A telepáram 12...20 mA körüli. Az üzemi frekvencia az összes jelalak vonatkozásában 0,001 Hz...1 MHz között lehet. A 8. lábon keresztül végzett frekvenciamoduláció esetén a legnagyobb sweepfrekvencia 100 kHz lehet, az elérhető legnagyobb frekvenciaváltozás ugyanitt ($f_0 = 10$ kHz-nél mérve) legfeljebb 1000:1 lehet. Az FM-linearitás 0,1...0,2%, míg a hőmérsékletváltozás okozta frekvenciadrift 20...100 ppm/°C.

Az időzítő kondenzátor értékére külön kikötés nincs, de az időzítő ellenállások (R_A és R_B) szélső értékei 500 Ω és 1 M Ω lehetnek. A négyszögjel-kimeneten a kimeneti feszültség csúcsértéke (100 k Ω -os munkaellenálláson mérve) 0,9 U_t értékű. A kimeneti T_{23} szabad kollektoros tranzisztor 2 mA-es árammal 0,2...0,5 V-ra ültethető le. A kimenet felfutási ideje 100 ns, lefutási ideje 40 ns lehet (4,7 k Ω -os munkaellenállással mérve), míg a jel-színlet arány 2...98% lehet.

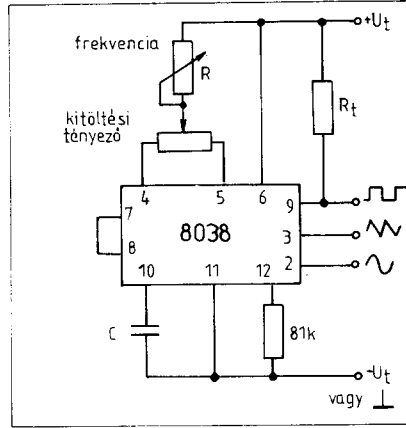
A háromszögjel-kimenet feszültsége megegyezik a kondenzátoron fellépő feszültséggel, azaz a mindenkori tápfeszültség 30...33 százaléka a kimeneti amplitúdó. A jel linearitása 0,05...0,1 százalék. A buffer-fokozat kimeneti impedanciája 200 ohm.

A szinuszel-kimeneten a mindenkori tápfeszültség 20...22 százalékának megfelelő (csúcsról csúcsig) jelet kapunk, 100 k Ω -os terhelésen. A kimenőjel torzítása ekkor 0,7...3 százalék, de ha a terhelést csökkentjük, $R_t = 1$ M Ω -nál $k = 0,5\%$ tipikusan. Az 1. ábrán a háromszögjel-kimenet frekvenciamenetét, míg a 2. ábrán a linearitás változását láthatjuk a frekvencia függvényében. A 3. ábrán a szinuszel-kimenet

frekvenciamenetét, míg a 4. ábrán a torzításmenetét láthatjuk.

Az áramkör alapkapcsolása roppant egyszerű (5. ábra). A két áramgenerátor áramát külön-külön kell ellenállásokkal (R_A és R_B) beállítanunk. A 10. lábra csatlakoztatott időzítő kondenzátorral együtt a keletkezett időzítési idő a háromszögjel felfutó szakaszában

$$t_1 = \frac{C \cdot U}{I_0} = \frac{C \cdot 0,33 \cdot U_t \cdot R_A}{1,5 U_t} = \frac{5}{3} R_A \cdot C.$$

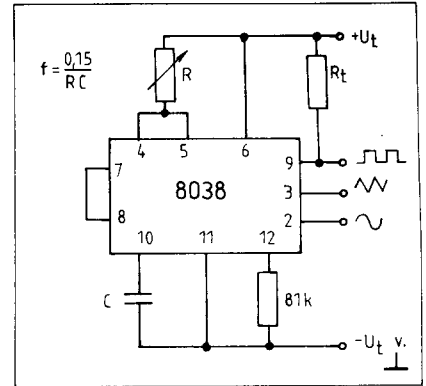


6. ábra. A kitöltési tényező változtatása

A háromszögjel lefutó szakaszában az időzítési idő a következő:

$$t_2 = \frac{C \cdot U}{I_0} = \frac{C \cdot 0,33 \cdot U_t}{2 U_t - \frac{1}{5} U_t} = \frac{5 R_A \cdot R_B \cdot C}{3 \cdot 2 R_A - R_B}$$

Ha a kimeneti jel teljesen szimmetrikus (a négyszögjel kitöltési tényezője 50%), akkor $R_A = R_B$. Ha változtatni akarjuk a kitöltési tényezőt egy kisebb tartományon belül



7. ábra. A frekvencia egyetlen időzítő ellenállással is beállítható

az 50% környezetében, akkor a 6. ábra szerinti kapcsolást alkalmazhatjuk. Két különböző értékű időzítő ellenállás esetén a frekvencia a két időzítési időből számítható:

$$f_0 = \frac{1}{t_1 + t_2} = \frac{1}{\frac{5}{3} R_A C \left(1 + \frac{R_B}{2 R_A - R_B} \right)}$$

Ha a két időzítő ellenállás egyforma értékű, a frekvencia:

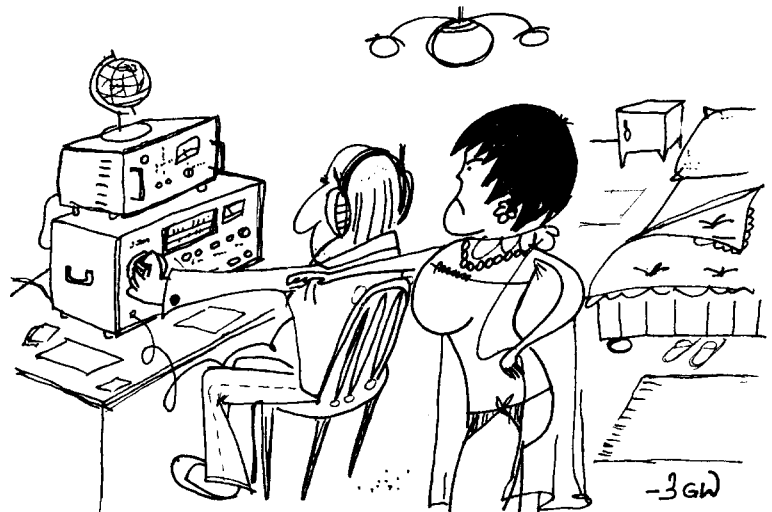
$$f_0 = \frac{0,3}{R \cdot C}, \quad \text{ha } R_A = R_B = R.$$

Ha a 7. ábra szerinti egyetlen időzítő ellenállást alkalmazzuk,

$$f_0 = \frac{0,15}{R \cdot C}.$$

Annak ellenére, hogy mind az áramgenerátorok munkapontja, mind a komparátorok érzékelési szintje közvetlenül függ a tápfeszültségtől, az időzítési idő igen nagy mértékben független a tápfeszültségtől, mert a két változás éppen semlegesíti egymást.

(Folytatjuk)



— Lajos, amióta összeházasodtunk, állandóan csak DX-eket jogsz éjszánkánként...?!...

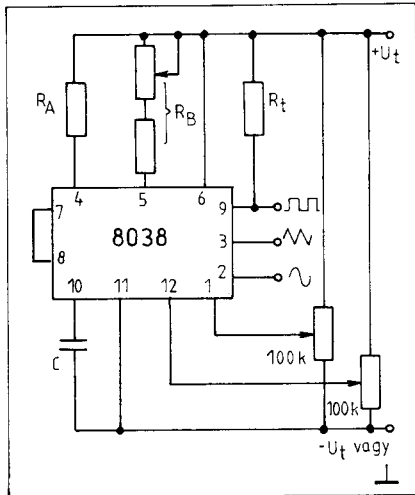
Funkcionális egységek 21.

A 8038 típusú integrált hullámforma-generátor gyártási pontatlanságai folytán szükség lehet az általa előállított szinuszjel torzításának minimalizálására. Ez a 11. és 12. lábak közé kötött — névlegesen 81 kΩ értékű — ellenállás segítségével oldható meg. Ha azonban célunk az elérhető legkisebb torzítás beállítása, célszerű mind a 12., mind az 1. lábat potenciométerre kötni az 1. ábra szerinti kapcsolásban. Tulajdonképpen a referencia-osztó áramának finom módosításával a szinusz-konverter munkapontját tudjuk így optimalizálni.

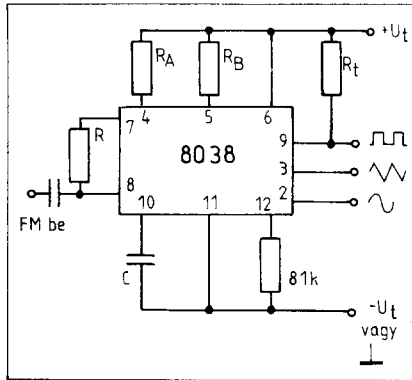
Az IC széles frekvenciatartományban üzemelhet. Az időzítő ellenállások értékének megválasztásakor azt kell figyelembe venni, hogy túl nagy ellenállás esetén az áramgenerátorok árama igen kicsi lesz, így pl. 1 μA áramnál már a hiba-áramok jelentős hőmérsékletfüggést okoznak az időzítési időben. Túlságosan nagy áramoknál, pl. 5 mA felett az áramgenerátor tranzisztorainak bétája jelentősen csökken, ami szintén hibás időzítési időket fog eredményezni. Legcélszerűbb az áramgenerátorokat 10 μA és 1 mA közötti áramtartományban üzemeltetni. Ekkor összekötött 7. és 8. lábak esetén az áram a következő módon számítható:

$$I_0 = \frac{R_1 U_t}{(R_1 + R_2)} \cdot \frac{1}{R_A} = \frac{U_t}{5R_A},$$

ahol R_1 és R_2 az IC belső osztóellenállásai (10 kΩ és 40 kΩ); R_B is hasonló módon számítható.



1. ábra. A szinuszjel-kimenet torzításának minimalizálása



2. ábra. Az FM-bemenet egyszerűen kialakítható (kis lökelekre)

Az időzítő/hullámforma generátor IC akár egytelepes, akár kételepes üzemmódban is használható. Kételepes táplálásnál a kimeneti jelalakok földszimmetrikusak. A négy-szögjel-kimenet szabad kollektoros tranzisztorának munkaellenállása bármely más tápfeszültségre is köthető, amelynek értéke nem nagyobb, mint 30 V a 11. lábhoz képest. Így pl. ez a kimenet TTL-kompatibilis is lehet, ha a munkaellenállás felső végét +5 V-ra kötjük.

A 8038-as integrált áramkör a 8. lábon közvetlenül frekvenciamodulálható. Ha kis frekvenciaváltozásokról van szó (legfeljebb 10%), akkor a moduláló jel közvetlenül a 8. lábra köthető. Az egyenfeszültséget célszerűen megfelelő értékű csatolókondenzátorral választjuk le. A 8. láb bemeneti impedanciája 8 kΩ. Ha ez nem lenne elegendő, a 7. és 8. láb közé köthetünk egy R nagyságú ellenállást is (2. ábra), így a bemeneti ellenállás $R_{be} = R + 8 \text{ k}\Omega$ lesz.

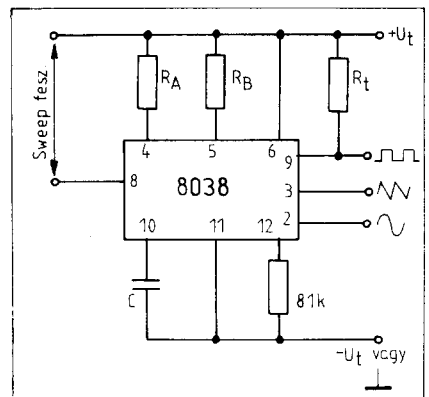
Nagyobb mélységű FM-löket esetén, vagy wobblátor céljára a moduláló jel közvetlenül a 8. láb és a pozitív tápfeszültségpont közé kell vezetnünk. Ekkor a 8. láb potenciálja legfeljebb a $+U_t \dots 2/3 U_t$ tartományban változhat. Ily módon elérhető az 1000:1 frekvenciaváltozás is. Fontos, hogy ilyen üzemmódban stabilizált tápfeszültséget használjunk, mivel a frekvencia közvetlenül függ az $R_1 - R_2$ osztó kiiktatása miatt a mindenkori tápfeszültség értékétől (3. ábra).

A frekvenciaváltozás kiszámításához igen egyszerű megfontolásokat kell tennünk. Mivel a 8. lábon és a 4., illetve 5. lábon gyakorlatilag azonos feszültségek vannak (amint erről már a korábbiakban szó esett), és a két időzítő ellenálláson átfolyó

áram közvetlenül határozza meg a frekvencia értékét, az átfolyó áramot kell figyelemmel kísérnünk. Ez az áram egy meghatározott R_A és R_B ellenálláskészletnél csak a 8. pont feszültségétől függ. Így tehát a 8. pont feszültségével közvetlenül szabályozhatjuk a két ellenálláson átfolyó áramot, azaz a frekvenciát. Mivel az áramgenerátorok több dekádron keresztül is kiváló linearitással rendelkeznek, az FM-löket linearitása is kiváló lesz. Ha az R_A és R_B ellenállásokon az áramváltozás pl. 10:1, a frekvenciaváltozás is 10:1 lesz. Ha valamilyen tápfeszültségnél ezeken az ellenállásokon 10 V feszültség esik, és azt a 8. lábra adott feszültség segítségével lecsökkentjük 1 V-ra, a frekvenciaváltozás is 10:1 lesz stb.

Előfordulhat, hogy a frekvenciaváltozás legfeljebb is csupán 100:1 lesz, hiába zárjuk a 8. lábat a pozitív tápfeszültségpontra. Ez azért van, mert a belső T_1 , T_2 és T_3 tranzisztorok szórása miatt a 8. és 4–5. lábak között kis potenciálettérés léphet fel. Ezen úgy tudunk segíteni, ha az R_A és R_B ellenállásokat nem közvetlenül, hanem egy diódán keresztül kötjük a pozitív tápfeszültségre. Így azután mindenképpen beállítható az 1000:1 arányú frekvenciaváltozás.

A másik probléma az, hogy nagy löket, frekvenciaváltozás esetén az alacsonyfrekvenciás torzítás megnő. Ennek is az előbbi tranzisztoraszimmetria az oka. Ugyanis kis áramoknál kis feszültség esik a két időzítő ellenálláson, pl. 100 mV. A két áramgenerátor-tranzisztor U_{EB} -feszültségei közti különbség pedig néhányszor tíz mV, ami már összemérhető a frekvenciát és a szimmet-



3. ábra. A frekvencia jelentős megváltoztatására (1000:1...100:1) alkalmas kapcsolás

riát meghatározó két árammal. Így a kitöltési tényező a kis áramok tartományában elcsúszhat a beállított 50 százalékról kissé aszimmetrikusra, így torzítás lép fel a szinuszjelben. Hasonló a helyzet a túlságosan kis áramú munkapontokban.

Az említett hibák kiküszöbölésére, kis torzítás elérésére a következő megoldásokat lehet javasolni. Használjuk a lehető legnagyobb tápfeszültséget (± 15 V, vagy az egytelepes táplálásnál a $+30$ V-ot). Az időzítő kondenzátor értékét válasszuk viszonylag nagyra, hogy az időzítő ellenállások értéke viszonylag kicsi lehessen: az áramgenerátorok áramának célszerű $1...2$ mA-t választani ($f=f_{\max}$ -nál). Használjunk két külön ellenállást az időzítő ellenállásoknál (tehát R_A és R_B ellenállást, nem pedig egy darab közös ellenállást). Ez utóbbit még egy igen érdekes váratlan körülmény is indokolja. A 4. és 5. láb

rövidrezárásával a T_3-T_5 kompozit-darlington jelentős feszültség-erősítése és visszahatási kapacitása folytán a Miller-effektus következtében a 10. lábra jelentős kapacitív terhelés kapcsolódik. Ez példányfüggő, de kitehet akár néhány száz pF-ot is, és korlátozza a legmagasabb előállítható frekvencia értékét.

A kis torzítás beállításának a módja a következő. Állítsuk be R_A és R_B megfelelő arányával az 50 százalékos kitöltési tényezőt. Állítsuk be a legkisebb torzítást a szinuszosító referenciaosztójának finombeállításával. Ezek után a még fennmaradó torzítást tovább csökkenthetjük alacsonyfrekvencián, ha igen nagy ellenállás segítségével az 5. lábról egy csekély értékű áramot elvezetünk úgy, hogy az ne folyhasson be az áramgenerátorba. Ez legkönnyebben úgy kivitelezhető, hogy kb. $10...20$ M Ω körüli ellen-

állást kötünk az 5. láb és a 11. láb közé. Alacsonyfrekvencián ugyanis a torzítás legfőbb oka a beállított 50 százalékos kitöltési tényező felbillenése.

Gyakori probléma, hogy a háromszögjel néha torz és az átkapcsolási pontokon nagy tranziens hibával terhelt. Ennek az lehet az oka, hogy a nyomtatott áramköri vagy egyéb vezetékvezésen a gyors Schottky-tranzisztorok okozta billenési tranziensek rúlnak a tápfeszültségre és bejutnak az időzítő kényes pontjaira is. Éppen ezért célszerű a tápfeszültségeket gyors hidegítő kondenzátorokkal ellátni (filléralakú 100 nF, rövid lábakkal). Feltétlenül jó hatással van a jelalakra a 8. láb hidegítése a pozitív tápfeszültséghez. Ezen kívül, ha nincs szükségünk a négyoszögjel-kimenetre, hagyjuk szabadon a 9. lábat.

(Folytatjuk)

Mikroszámítógépek, mikroprocesszoros rendszerek működése és programozása 5/2.

Biró István okl. vill. mérnök, Medicor Művek

4. A tolmácsprogram szerkezeti felépítése

A 12 000 byte hosszúságú gépi kódú program megírása komoly, nagylétszámú munkaközösség 10–11 hónapos munkájának eredménye. Semmiképpen sem egy program, hanem részprogramok, rutinok és szubrutinok egymásbaillesztett rendkívül bonyolult szövevénye. Ezért megértése is csak fokozatosan, többszöri közelítéssel lehetséges és észszerű, nem pedig úgy, hogy elkezdjük előlről és minden részt a legnagyobb részletességgel „kiveszünk”. Ez indokolja többszöri hivatkozásunkat későbbi, részletesebb vizsgálatára ugyanannak a résznek, témának.

Ezt a tolmácsprogramot (és valószínűleg a többi is) nemcsak több szakember, hanem több közösség, szinte egymástól függetlenül is írta, ez indokolja, hogy érdekes stílusbeli különbségek is vannak a részek között megoldásokban, a megközelítés módjában.

A program egy részét tradicionális stílusban, a nagyszámítógépek módszereinek alkalmazásával, „kicsinyített adaptációval” írták, más részeit előző programokból vették át, egyes részeket pedig teljesen újonnan írtak. A program megírásához, kipróbálásához minden esetben nagy számú számítógépet, a CPU-t és a mikrogepet szimuláló hardwre és software eszközöket használnak fel.

A felelős szerzőgárda ezután a részeket összeillesztette, és össze-

hangolta, így jött létre a teljes program. Mindezek a körülmények indokolják, hogy néhány részrutin elhelyezése nem a leglogikusabb, néhányszor utólag nyilvánvaló, hogy másképpen, egyszerűbben is lehetett volna stb. Mindezekre az adott helyeken felhívjuk a figyelmet, de általában a programot fogadjuk el úgy, ahogy van, és koncentráljunk az általános elvekre.

A jegyzettábla felosztása, címei is vagy teljesen önkényesek, vagy valamilyen előd hagyományait követik.

a) Már az előző részekben kifejtettük, hogy a perifériákat a program a memóriacímeken át szólítja meg, éri el, és nem használja a CPU-ba épített megszakítórendszert. Így a program első, fontos része az I/O rutinok és vezérlések.

Természetesen nem mondhatjuk, hogy ezek ettől eddig a memóriacímig tartanak a tolmácsprogramban, mert közben rengeteg rutint közösen használnak fel más részekkel.

Az I/O rutinok felépítésének alapelve, hogy vezérlőtömböket használ, és ezeket aszerint váltogatja, milyen perifériáról van szó. A vezérlőtömbök rövidítése DCB (Device Control Block).

– Bemenő DCB

Három változata van aszerint, hogy a programból, a magnóról vagy a mágneslemezzel gyűjt be adatokat. A DCB legtöbb részében azonos, csak a jelzők

(flag-ek) döntik el ill. mutatják meg melyik változatra ágazzon el a megfelelő helyen.

– Print DCB

Négy változatban: képernyőre, printerre, magnóra, lemezre.

b) Fogadó rész

Nevének megfelelően fogadja és „előkezel” a bevitt programot, adatokat. Három változata van, aszerint, hogy klaviatúráról, magnóról vagy lemezzel jönnek-e az adatok.

– Klaviatúra esetén a beérkező adatsort fogadja, és elhelyezi az átmeneti tárolóba. Ide kerül minden, amit beviszünk a > jeltől az ENTER gomb benyomásáig.

Itt lép működésbe az automatikus sorszám-generátor, amit később fogunk megismerni (AUTO). Az átmeneti tároló kezdőcíme szintén a jegyzettáblában van.

Az ENTER benyomása után:

– Kiértékeli, van-e sorszám, vagy közvetlen utasításról van szó. (L. 4. rész kalkulátor-program üzemmód.)

– Létrehozza a parancskódokat és behelyettesíti őket a legális parancsok helyére.

Ez a program egyik legértékesebb tulajdonsága. A memóriafelhasználás csökkentése érdekében ui. minden parancsnak száma van, és amikor hibátlan helyesírással beírtuk a parancsot, a program

Funkcionális egységek 22.

Sipos Gyula okl. IC szakmérnök, EMG

Integrált funkciógenerátorok 4.

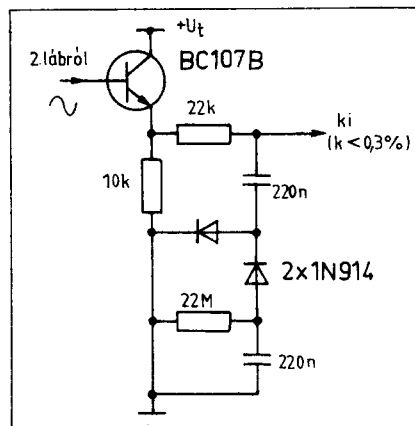
Ebben a számunkban ismét újabb példákat mutatunk be a 8038-as típusú integrált függvénygenerátor-áramkör alkalmazására.

Lehetőség van az időzítő/hullámforma generátor működésének tiltására-engedélyezésére (strobe). Ez kétélepes táplálásnál az 1. ábra szerinti kapcsolásban lehetséges. Valamilyen egyszerű kapcsolóeszközzel (FET) az időzítő kondenzátort földre zárhatjuk. A rövidzár oldása után a háromszögjel, illetve a szinusz a nullátmenetről indul. Egytelepes táplálásnál az időzítő kondenzátor akár a földre, akár a pozitív tápfeszültségre zárható. A megoldás hibája, hogy az első időzítési ciklus így mintegy 30 százalékkal hosszabb lesz, mint a többi. Mivel a szinuszjel-kimenet kevésbé terhelhető a kis torzítás érdekében, a 2. ábra szerinti egyszerű buffer-fokozattal egészíthetjük ki a kapcsolást. Az áramkör érdekessége, hogy szükség szerint használhatunk kapacitív csatolást is; ez az IC működését nem befolyásolja.

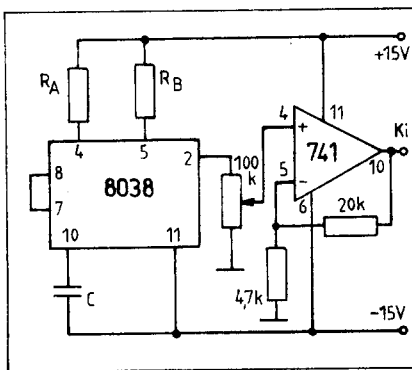
Az IC működése következtében szokatlanul forró, ez azonban a gyártó információja szerint természetes. A beépített precíziós osztók részben vékonyréteg, részben monolit technológiával készülnek. A kétféle konstrukció hőmérsékleti hibája éppen kompenzálja egymást.

Lehetőség van a szinuszjel-kimenet torzításának további csökkentésére műkapcsolás segítségével. A torzítás túlnyomó része abból szá-

mazik, hogy a 2. lábon kivezetett szinuszjel kissé még csúcsos. A 3. ábrán látható feszültségkészszerző kapcsolás éppen a szinuszok csúcsaiban jelent pótllólagos terhelést. Ez a nem túl jelentős értékű vágás éppen akkor, hogy a meglévő 0,5...1% torzítást biztosan 0,3% alá szorítja. Mivel az egyenirányító rendszer működése frekvenciafüggő, a kompenzáció csak egy szűkebb tartományban hatásos.

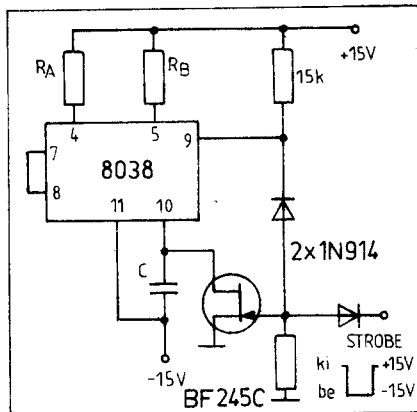


3. ábra. A szinuszjel torzítását műkapcsolás segítségével csökkenthetjük

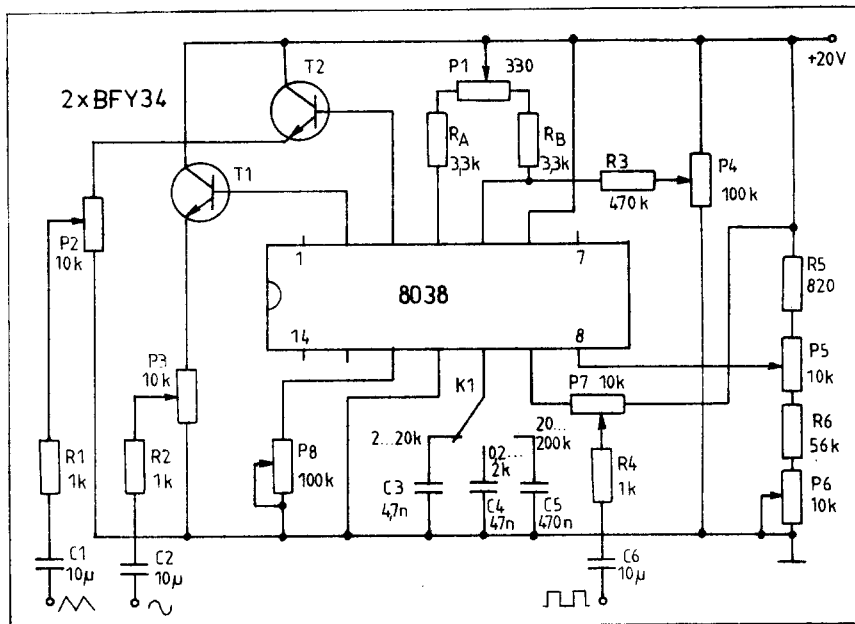


2. ábra. A szinuszjel-kimenet terhelhetősége műveleti erősítővel javítható

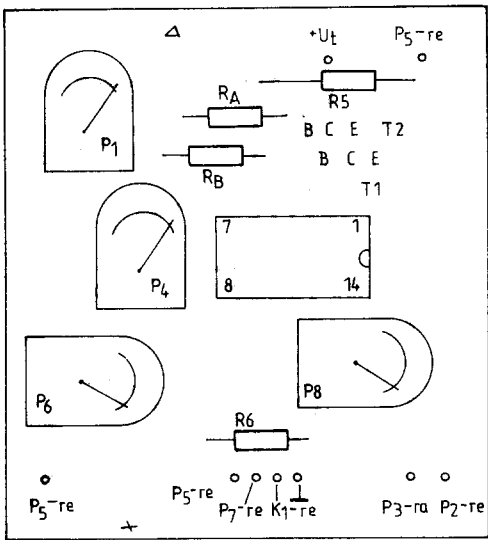
A 4. ábrán egyszerű funkciógenerátort láthatunk a 8038-as integrált áramkörrel. Az 5. ábrán az áramkör nyomtatási és beültetési rajzát láthatjuk. A funkciógenerátorhoz való igen nagy kimeneti feszültségű impulzuserősítő kapcsolását mutatja be a 6. ábra. A bemenet átkapcsolható, itt lehetőség van mindhárom jel



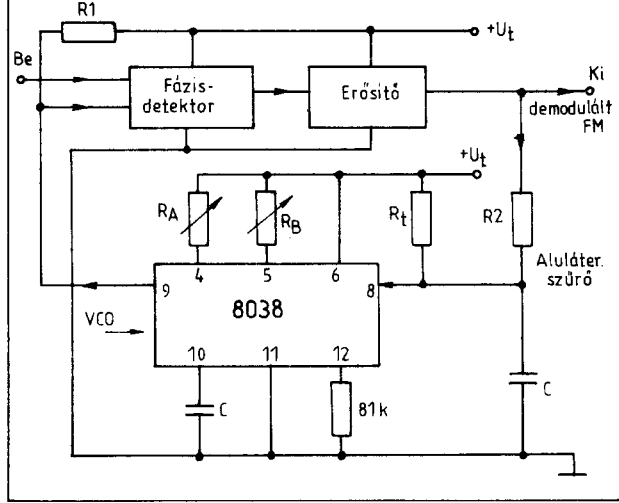
1. ábra. A 8038-as integrált áramkör működésének tiltása



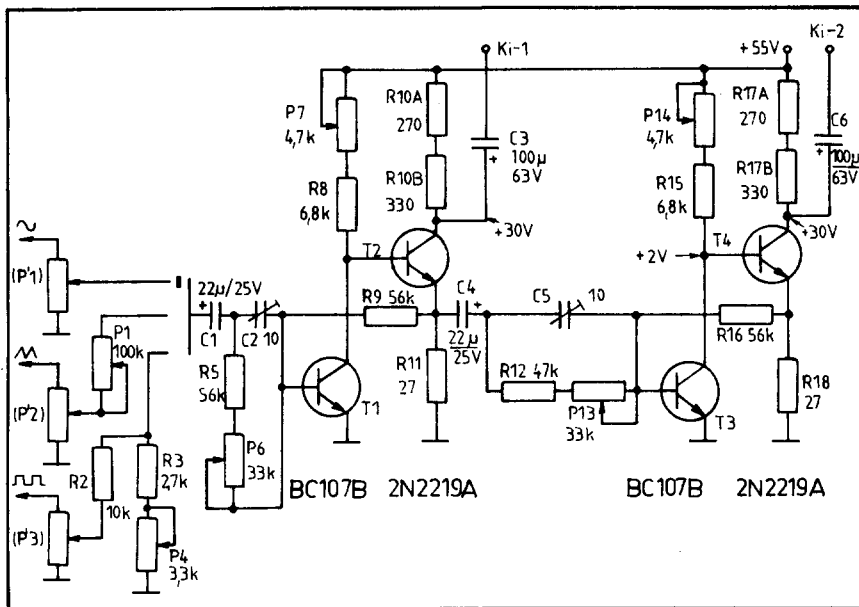
4. ábra. Egyszerű függvénygenerátor a 8038-as integrált áramkörrel. Kezelőszervek: P₁: a kitöltési tényező szimmetriája nagyfrekvencián; P₂, P₃, P₇: kimeneti szintek; P₄: az alacsonyfrekvenciás torzítás minimuma; P₅: frekvencia-beállítás; P₆: a frekvenciaátfogás hitelesttése; P₈: a szinuszjel torzításának minimumát beállító potenciométer



5. ábra. A 4. ábra szerinti funkciógenerátor nyomtatási és beültetési rajza (alkatrészoldal)



7. ábra. A 8038-as időztő mint VCO, PLL-be építve

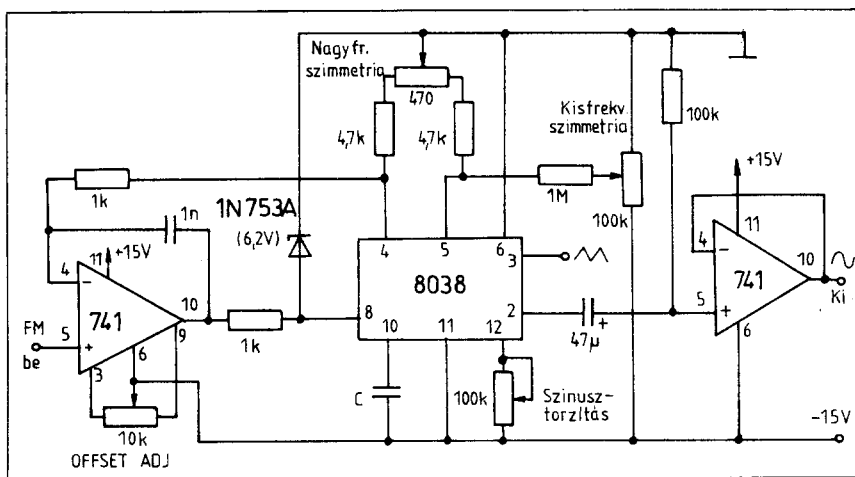


6. ábra. Impulzuserősítő a függvénygenerátorhoz. P_1 és P_4 segítségével a három bemenet szintjét állíthatjuk azonosra. $P_6 - P_{13}$ -mal az erősítést és a szimmetriát, $P_7 - P_{14}$ -gyel a két erősítőfél munkapontját állíthatjuk be. $C_2 - C_6$ -tel a nagyfrekvenciás átvitel javítható

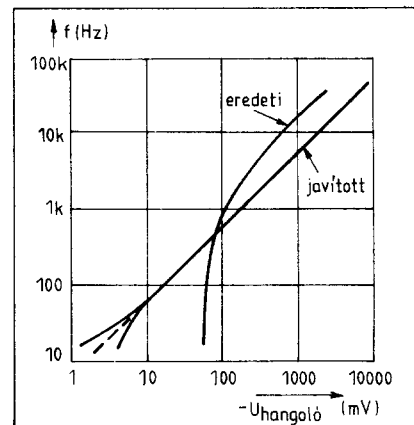
sintjének beállítására. A $T_1 - T_2$ erősítő kisimpedanciás közbenső pontjáról vezéreljük a $T_3 - T_4$ második erősítő egységet. A két kimeneti ponton ellenütemű, legfeljebb $2 \times 45 \text{ V}_{pp}$ amplitúdójú jelet kapunk.

A 8038-as integrált áramkört stabilitási tulajdonságai alkalmassá teszik egy építőkockából kivitelezett PLL számára. A 7. ábrán egy lehetséges összeállítást láthatunk. A fázisdetektor és az erősítő igen egyszerűen, tetszőlegesen kivitelezhető. Ha a fázisdetektor számára túlságosan nagy értékű a négyzöggjel, az egyszerű feszültségosztóval is csökkenthető. Amennyiben az erősítő kimeneti potenciálja nem lenne megfelelő az IC FM-bemenete számára, ez a tápfeszültségre kötött osztóval ($R_1 - R_2$) megoldható.

A 8038-as integrált funkciógenerátor (az említett okok folytán) főképp az alacsonyabb frekvenciák tartományában nemlineáris viselkedésű. Ha az áramgenerátorok áramát valamilyen módon külső eszközzel sikerül stabilizálni, lineárizálni, az áramkör mint feszültség-hangolt oszcillátor lényegesen lineárisabb lesz. A 8. ábrán látható kap-



8. ábra. Javított FM-linearitású funkciógenerátor



9. ábra. A 8. ábra szerinti javított kivitelű és eredeti FM-linearitás. 10 mV a bizonytalanság, oka az ofszet-hiba