

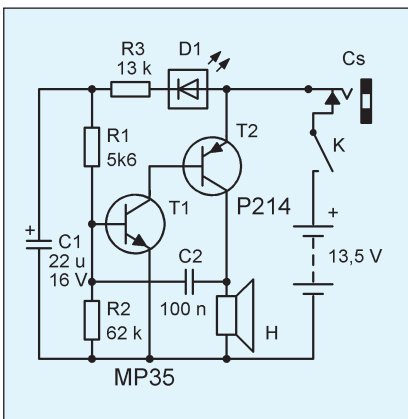
A sziréna, a germániumum és az egyszerűség

Nagymáté Csaba villamosmérnök, nmtecsaba@gmail.com

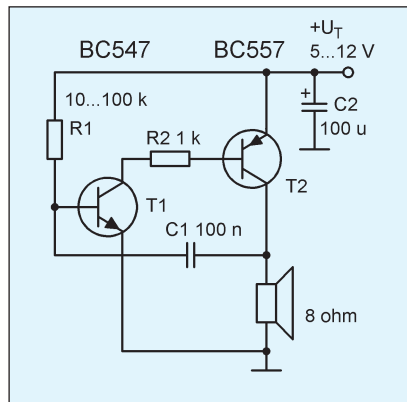
Lapunk olvasóinak körében mindig különös érdeklődés övezi az „egyszerű” kapcsolásokat. Felgyorsult világunkban talán érthető is, hiszen azonnal akarjuk a sikeres eredményt, s az összetett dolgok ennek nem kedveznek. Azonban különbséget kell tennünk az elvben, vagy a megvalósításában egyszerű áramkörök között. Szerencsés az a találkozás, ahol mindkettő egyszerre teljesül. Mindkét kategóriában van bizonytalansági tényező, amit lapunk 2018/06-os számában megjelent „Egyszerű sziréna” c. cikkünk kapcsán (újra)elemzünk.

Előzmények

A Rádiótechnika 2018/6-os számában megjelent (az orosz *Ragyio* 2016/2-ből átvett) „Egyszerű sziréna” c. kis áramkör honosított megépítése után több rendelkezésre mutatót, melyre nem volt azonnali egyértelmű magyarázat. Szükséggé vált egyrészt az eredeti nyelvű szöveg vizsgálata, másrészt a kapcsolat „elterjedtségének” felderítése. Az előzőek okán megállapítást nyert, hogy a hazai fordítás (Sipos M.) teljes mértékben korrekt. Ami pedig az áramkör ismertségét illeti, az eredetihez erősen hasonlatos kapcsolási vázlatot egyből kaptunk pl. az *RT* 2013/11-es számában az skk rovatban, valamint a *Király A.-Ferenczi Ö.* „Elektronikai receptek I.” c. könyvének 171. oldalán. Ez két utóbbi kapcsolat csak egy ellenállásban különbözik egymástól, így azokat tekintetjük kvázi egyformának. Lényeges eltérés azonban az orosz megvalósításhoz képest, hogy az említett irodalmak kap-



1. ábra



2. ábra

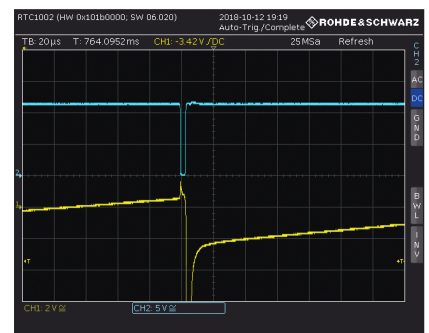
csolásai szilícium félvezetőkkel működnek, melynek később jelentősége lesz.

Az alapprobléma

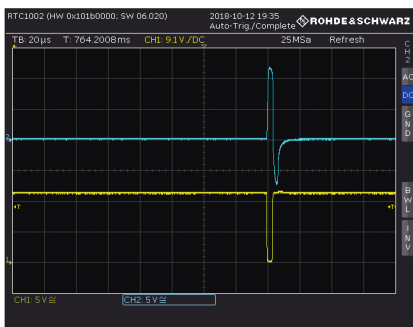
Az áramkör egy Ge alapú, npn/pnp tranzisztorpárral (T1, T2) megvalósított aszimmetrikus multivibrátor (lásd az ismét közreadott 1. ábrát), amely tényleg nagyon egyszerű felépítésű. Működését nem is taglalja a forrásmű, annál inkább annak az igen szellemes, és korrektül „megfogható” villogó LED-es vezérlését. Pedig épp a működés az, ami ebben az esetben több megfontolást igényel, ha azon bármilyen csekély változtatást hajtának végre. Miről is van szó? A cikk ajánlása szerint megépült a kapcsolat a T1 helyén a hazai AC176-os, míg T2 helyén az ASZ1016-os tranzisztort. A sziréna-jelleg szépen mutatkozott a jelzett kb. 200 mA-es fogyasztással és kellő hangerővel, de mindez összesen egy-két percig. Ettől kezdve az áramfelvétel folyamatosan nőtt egészen a táp-

egység által korlátozott határáig, ami persze T1 túlforrósodásával párosult. Az AC176-ra helyezett „szabványos” hűtőtönc csak egy-két perccel tolta ki az iménti jelenséget. Előállt a Ge tranzisztorok világának réme: a „hőmegfutas” jelensége.

A kapcsolást újra átnéztem, semmi rendelkezésre mutatót, melyre nem volt azonnali egyértelmű magyarázat. Csupán egy apró változtatást hajtottam végre: a C2 helyén az eredeti 100 nF helyére 47 nF került, mert a sziréna-hangzás egy picivel magasabb frekvenciát igényelt. Ez az áramkörü körülményeket nem szabad, hogy befolyásolja, vagy mégis? Ha a vezérlő LED-et áthidaljuk, akkor folyamatos oszcillációt kell kapnunk, de ekkor már az áramkör a fél percet sem bírta ki elmelegedés nélkül. A *HAM bazár*ból beszerzett több AC176-os is eképpen viselkedett. Hasonló szerepkörű az AC187-es Ge tranzisztor. Ugyanabba a hűtőtöncbe szereltem annak hőmegfutasa 1 min alatt jelentkezett, így annak alkalmazása is ellehetetlenült. Ugyancsak említést érdemel, hogy ezt az elmelegedést munkaponti állítással (lévén nem is igen van ilyen az áram-



3. ábra



4. ábra

körben) nem lehetett befolyásolni. A rajzon szereplő 62 kohmos R2 ellenállásnak semmiféle befolyásoló szerepe nem volt kimutatható. Azt elhagyva, az áramkör változatlan jellemzőkkel működött. A C2 helyére az eredeti 100 nF-os kondenzátort téve voltak olyan T1-es példányok, ahol viszont az elmelegedés nem következett be, igaz a tranzisztort akkor is kellőképpen hűteni kellett. Az eredeti orosz (s gyakorlatilag beszerezhetetlen) MP35-ös npn tranzisztort pedig a forráscikkben közölt fénykép bizonyossága szerint egyáltalán nem kell hűteni. Nos ez a két tényező arra mutatott, hogy az eredeti orosz félvezetőkre szabott kapcsolás eredendően jó lehet, míg annak hazai közvetlen adaptálása csak bizonyos feltételek mellett ad kielégítő eredményt. Az okokat pedig érdemes lehet megvizsgálni. Első körben azonban nem így jártam el, mert „nem szeretjük” a Ge tranzisztorokat! Emlékezzünk azokra az időkre, amikor pl. egy germánium tranzisztoros HF végfok építése arról szólt, hogyan kompenzáljuk agyon (termisztor, diódák stb.) a kapcsolást, megelőzendő a hőmegfűtést. Csodába az egészszel, a cikk is javasolja a szilícium eszközökre való áttérést!

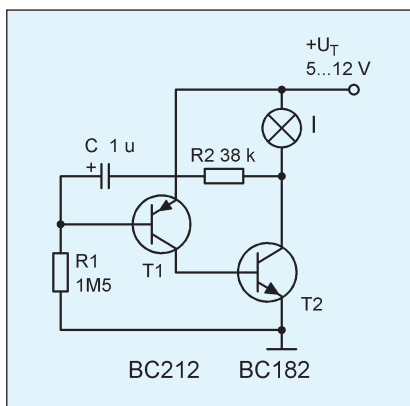
Útban a megoldás felé

A cél az volt, hogy az orosz (szinte beszerezhetetlen) germánium tranzisztorokkal felépített kapcsolást szilícium eszközökre adaptáljuk, lényegesen megbízhatóbb működési kondíciók mellett. Így első körben nem foglalkoztunk a honosított orosz változat működési anomáliáival, a két hivatkozott kapcsolás közül a 2. ábrán lát-

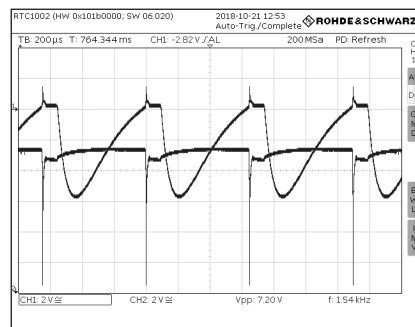
hatót vizsgáltuk, ami gyakorlatilag megegyezik az eredeti változattal. Alapesetben az áramkör folyamatos oszcillátorként működik, a sziréna jelleget az egyébként igen szellemes ötletű orosz megoldás azzal éri el, hogy egy villogó LED „vezérli” az alaposzcillátort. Ez utóbbi áramköri megoldást kell(ene) adaptálni a szilíciumos változatra.

Megépítve azonban azt tapasztaltuk, hogy az áramkör ugyan működik, de *hangereje gyakorlatilag nincs!* Nem is csoda, hiszen az áramfelvétele tipikusan 4...5 mA. Az eredeti funkciót amolyan zümmerként teljesíti. Akkor ezt írtuk a kapcsolásról: a T1 és a T2 akkor kezd el vezetni, amikor a C1 kb. 0,65 V-ra feltöltődött. A tranzisztorok akkor kapcsolnak ki igen gyorsan, amikor C1 ellenkező polaritására töltődik. Megtekintve a 3. ábra szkópfelvételét, messzenemően igazolható a fenti állítás (sárga = a kondenzátor jele, kék = T1 kollektora). Azt is látjuk, hogy a T1 tökéletesen kinyit, mikor kell. A két tranzisztor egyforma nyitása is detektálható (4. ábra). Érdemes megfigyelni a T2 U_{CE} feszültségigénybevételét (kék)! A mért kb. 3 kHz-es frekvencián belül viszont az impulzusidő olyan rövid, a tranzisztor oly kevés ideig van nyitva (4 μ s) a teljes periódusban, hogy az hangerőt nem produkálhat.

Jelen cikknek nem tárgya a fenti kapcsolás „élveboncolása”, bár azt megtettük. A többoldalas „jelentés” közreadásától megkíméljük az olvasót, de annak esszenciája visszavezet bennünket az alap-



5. ábra



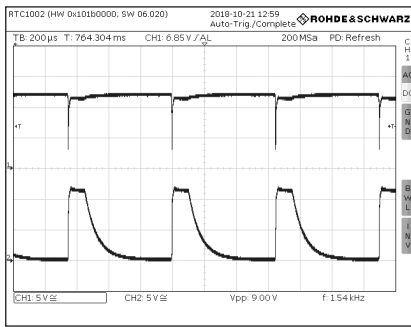
6. ábra

változathoz. Tehát: a fenti szilícium tranzisztoros komplementer astabil kapcsolás amennyire egyszerű, annyira kényes bizonyos alkalmazásokra, és üzemviteli körülményekre. Sziréna jellegű alkalmazásra nem alkalmas az elégtelen hangerő okán. A két tranzisztort „összekötő” (R2) ellenállás gyakorlatilag felesleges, csupán a terhelés nélküli állapotban lehet szerepe. Ha pedig már van, akkor értéke kritikus az áramfelvétel elszabadulása miatt. A frekvencia pedig gyakorlatilag mindentől függ (az R1, C1 alapvető értéken túl a tápfeszültségtől, az R2-től), s üzem közben is változik. Lényeges működési különbség van a hangszórós és a műterheléses üzem között!

Vélvén, hogy a hiba bennünk van, íme még egy kísérlet a szilícium változat kidolgozásához. Adott egy, nagy darabszámban gyártott, hasonló elvi működésű, gyári készítésű vészvillogó (pl. közúti akadályjelző) felvett kapcsolása (5. ábra) izzólámpás vagy éppen LED-es alkalmazásra. Bárán ajánljuk az olvasónak, de sziréna (hangszórós) üzemre ezt sem sikerült rábírnunk. Be kell tehát látni, hogy az igazság nem ebben az irányban keresendő.

Vissza a gyökerekhez

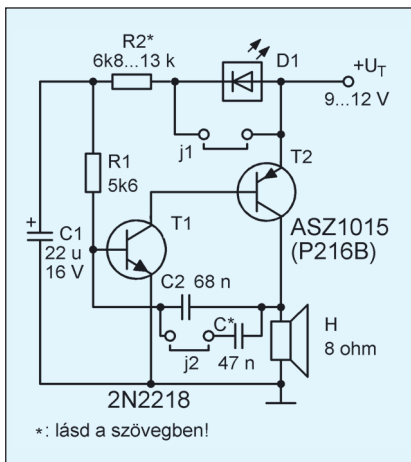
Az előzőek okán csak az 1. ábra honosított változatát lehet görcső alá venni. Még a működési fázisban felvettük a 3., 4. ábra itteni megfelelőjét. A 6. ábrán látjuk, hogy a kondenzátor töltés-kisütés folyamata lényegesen különbözik a Si tranzisztoros megoldásától. Azt is megállapíthatjuk, hogy a T1



7. ábra

nem nyit ki teljesen. Még érdekesebben alakul a két tranzistor nyitási-zárási folyamata (7. ábra). Látható, hogy a T2 nyitott állapotának ideje összemérhető a periódusidővel, jöllehet, hogy ezt a T1 nyitási görbéje egyáltalán nem indokolja. Innen adódik a relatíve nagy áramfelvétel. Például 700 mA-es áramfelvétel mellett (rövid ideig lehetett odáig elmenni), a kitöltés már 50% körüli volt. A rákötött műterhelés ekkor már igen forró lett. Ebből adódik, hogy ez a működési mód a hőmegfűtáson túl már a valódi hangszóró pusztulását is okozná!

Egyfelől akkor kívánatos egy észszerű T2 nyitási idő stabilan tartása, hogy reális áramfogyasztás mellett kellő hangerőt kapjunk, másfelől a T1 szerepét újra kell gondolni. Annak helyére kis áramerősítési tényezőjű típust célszerű választani, amit az orosz eredeti „alapból tud”. A hazai megfelelők eredendően (itt sajnos) jobbak. A T1 nem nyit ki teljesen, azaz túl nagy feszültség marad rajta annak nyitási fázisában. Ha most pedig a



8. ábra

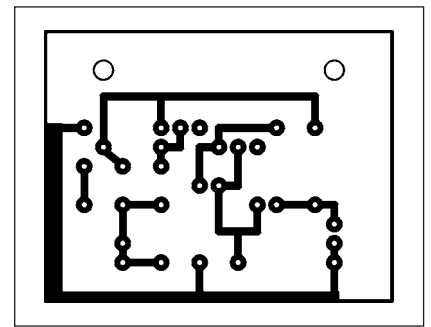
frekvenciát úgy választjuk meg (C2), hogy periódusidejében a T2 nyitása jelentős időtartamú, akkor a T1 elkezdi melegedni. A melegedés (áramfelvétel-növekedés) hatására tovább nő a „kitöltési tényező”, fokozva az előbbi folyamatot, míg bekövetkezik a megváltozhatatlan. El kell érni tehát, hogy T1 határozottan, s teljesen nyisson ki a kondenzátor feltöltődésének adott szakaszában.

A megoldás

Egyrészt – miként arra már utaltunk – elhagytuk az R2-t, mert itt most semmi szerepe nincs. Másrészt a T1 helyére szilícium alapú tranzistor, a 2N2218-as kerül (ez még nem olyan nagy bétájú). A T2 helyén maradt a germánium teljesítménytranzistor. Az üzemében stabil, vegyes alapú (és pl. a *HAM-bazárban* beszerezhető) félvezetőkészlettel dolgozó áramkört a 8. ábrán mutatjuk. A működési eredmény pedig: a T1 most szinte teljesen kinyit, nem is igen melegszik, hűtést nem igényel. A T2 nyitási lefolyása is kedvezőbb. Ennek következtében az áramfelvétel 100...150 mA-nél stagnált, s hosszú idejű működésnél sem volt változás.

Elkészítés, használat

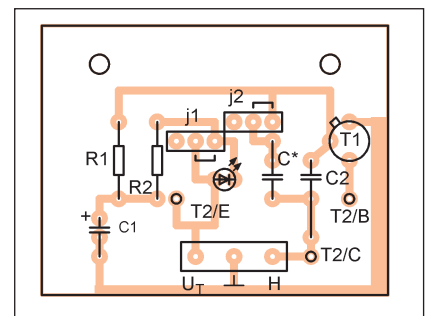
Ha már ennyire bevált a dolog, akkor egy kis (35×45 mm) nyákertervet is megérdemel (9. ábra), míg annak a beültetési oldalát a 10. ábra mutatja. A panelen – merthogy „vérszemert kaptunk” – két átkötési (jumper) lehetőség is van. Egyrészt lehetséges frekvenciában két értéket választani, másrészt dönthetünk a folyamatos oszcilláció vagy a szirénaüzem mellett. Természetesen egy nem túl nagyméretű hűtőfelületről gondoskodnunk kell a T2 számára. Ez utóbbi pozíciójában természetesen kipróbáltuk az orosz (s a *HAM-bazárban* is kapható) P217B-s típust is, ami lényegében hasonló viselkedést mutatott, mint a hazai ASZ.... sorozat tagjai. Ugyancsak eredményes volt a valamikori Junoszty televízió táprészében alkalmazott P216B tranzistor alkalmazása, a saját (ide már túlméretezett) hűtő-



9. ábra

bordájával. Fontos alkalmazási döntés, hogy a frekvencia csökkentésével az áramfelvétel is csökkenő tendenciát mutat. Például a C2-t az eredeti 100 nF-ra növelve, az áramfelvétel 50...100 mA között volt. Magyarázat: a megnőtt periódusidőhöz képest a T2 nyitási (impulzus-) ideje kisebb kitöltési tényezőként jelentkezik, azaz csökken az áramfelvétel. Fordított irányban a jó döntés kompromisszum eredménye kell, hogy legyen! Az is fontos, hogy a hangszórónk (az eredeti közleménynek megfelelően) legalább 8 ohmos legyen. Az előzőekből kitűnhet, hogy a kimeneti áram ugye átfolyik a hangszórón, tehát akkorára választandó, amit még a hangszóró tekercse elbír. Ugyancsak megfontolás tárgyát kell, hogy képezze a villogó LED kérdése. Az eredeti szöveg úgy szól, hogy az bármilyen színű lehet. Az igaz, de viszont működnie kell úgy, hogy vele gyakorlatilag kb. 20 kohmos ellenállás kapcsolódik sorba 9...12 V-ról. Ezt a feltételt nem minden típus teljesíti. Válogatásnál R2-vel lemehetünk 6k8-ig. Beszerzésnél erre is figyeljünk!

Mindezek után már csak az eredményes alkalmazás van hátra. Ugye milyen egyszerű?!



10. ábra