

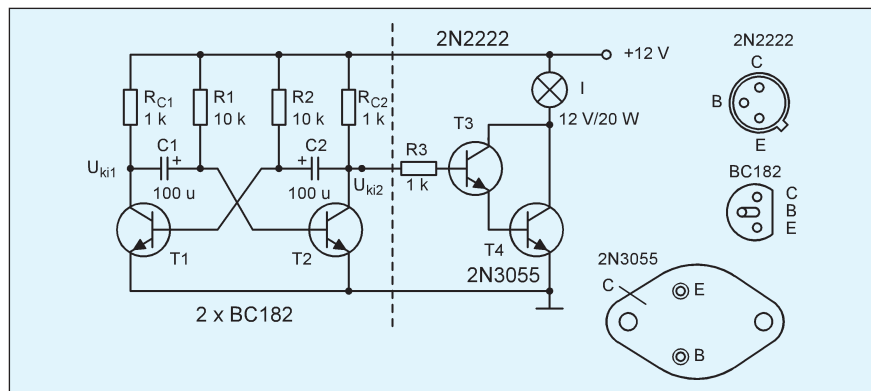
Elektronikus figyelmeztető jelzőáramkörök

Nagymáté Csaba villamosmérnök, nmtecsaba@gmail.com

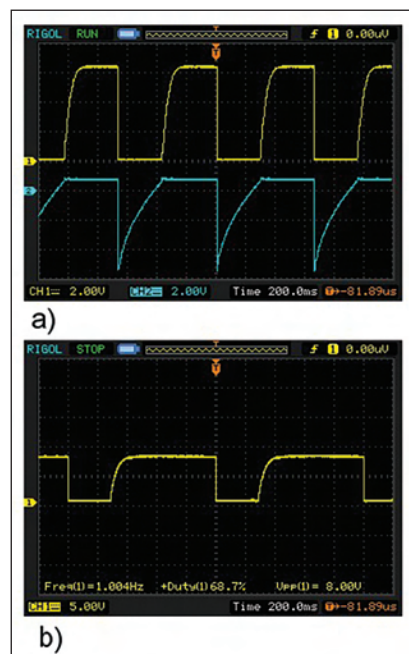
Az egyszerű elektronikák világát bemutató válogatásunk ezúttal a tranzisztoros és IC-s billenőkörök egy kis szeletét járja körül, majd konkrét alkalmazási példákon keresztül illusztráljuk ezen áramkörtípusnak napjainkig aktuális létjogosultságát.

Elektronikai „billenőkörök” szinte minden aktívnek tekinthető áramkörtípus építőelemmel készíthetők; a jelfogóktól kezdve a mai kor mikrovezérlőjéig bezárólag. Ezen áramkörcsalád leggyakrabban használt megoldása a tranzisztorokból felépülő ún. astabil multivibrátor, egy önrezgő relaxációs oszcillátor, amely négyszögfeszültséget állít elő. A relaxációs „besorolás” igen szemléletes (relax = kikapni magát, angol), ugyanis a kapcsolásokban használt egy vagy több (itt két) aktív elem működése során hol bekapcsolt, hol kikapcsolt (azaz pihenő) állapotban van. Meg kell jegyezzük, hogy a relaxációs oszcillátor mint kategória szintén több áramkörtípust feltételez, melynek csak egy tagja az astabil multivibrátor, így ez utóbbi besorolása kettős ismérv szerint is történhet. Na de tekintsük mindjárt az **1. ábrát**, amely a címbeli alkalmazásunk elvi kapcsolási rajza! Tranzisztoros villogóink „lelke” – ezek után nem véletlenül – az astabil multivibrátor, a szaggatott vonaltól balra eső rajzrészlet. Működésének vizsgálatakor abból indulunk ki, hogy az áramkör bekapcsolásának pillanatában valame-

lyik tranzisztor előbb vezet, mit a másik. A folyamatot a **2. ábra** oszcilloszkópos sorozatfelvételein is nyomon követhetjük. Például a T1 vezet (ni kezd), és kollektorának feszültsége közel földpotenciálra csökken. Ez a negatív feszültségugrás a C1 kondenzátoron keresztül a T2 bázisára jut, s lezárás felé vezérli azt. (A **2.a ábrán** a Ch1 csatorna a T1C jele, míg a Ch2 csatorna a T2B jele.) Ha viszont a T2 lezár, akkor annak kollektora a $+U_T$ -re ugrik (pozitív feszültségugrás). Ez a változás viszont a C2-n keresztül a T1 bázisára jut, így az azt biztosan kinyitja. Az ilyen típusú folyamatra azt mondjuk, hogy *pozitív visszacsatolású* a rendszerünk. Ezzel párhuzamosan pedig az R1-en átfolyó áram tölti a C1-et, ezért a T2 bázisfeszültsége fokozatosan ismét emelkedik (**2.a ábra**). Ez a töltési folyamat a T2 miatt $U_{B2} = 0,6 \text{ V}$ (germánium tranzisztornál kb. $0,2 \text{ V}$) feszültség elérésekor megszakad, mert ekkor a T2 BE diódája kinyit, s a bázisfeszültség nem emelkedik tovább, ugyanakkor megindul a T2 kollektorárama, s U_{C2} is csökkenni kezd. Ez a csökkenés most a C2-n keresztül jut az eddig nyitott T1 bázisára,



1. ábra



2. ábra

s a pozitív visszacsatolás miatt a T1 azonnal lezár. A két fokozat átbillenése (innen a találó elnevezés is) tehát ugrásszerűen, s periodikusan ismétlődve megy végbe.

Kiindulási feltételünknel maradva, a T1 addig marad zárva, míg bázisfeszültsége a $0,6 \text{ V}$ -ot el nem éri. Az ehhez szükséges időt a $t_1 = R_2 \cdot C_2 \cdot \ln 2$, azaz kb. $0,7 \cdot R_2 \cdot C_2$ adja, majd hozzá hasonlóan igaz ez T2 időzítésére is: $t_2 = 0,7 \cdot R_1 \cdot C_1$. A billenési időtartamot mindig a lezárt tranzisztor bázisköre szabja meg, s ez a tápfeszültségtől független. A rajzon is jelzett U_{ki1} , U_{ki2} feszültségek ellenfázisúak. Azt is látjuk (**2.a ábra**), hogy itt a kimeneti feszültség nem ideálisan négyszög alakú. Az impulzus emelkedési oldalának (hívjuk ezt felfutó élnek) lekerekedése a kondenzátorok töltési idejével (RC időállandó) van összefüggésben, melyet

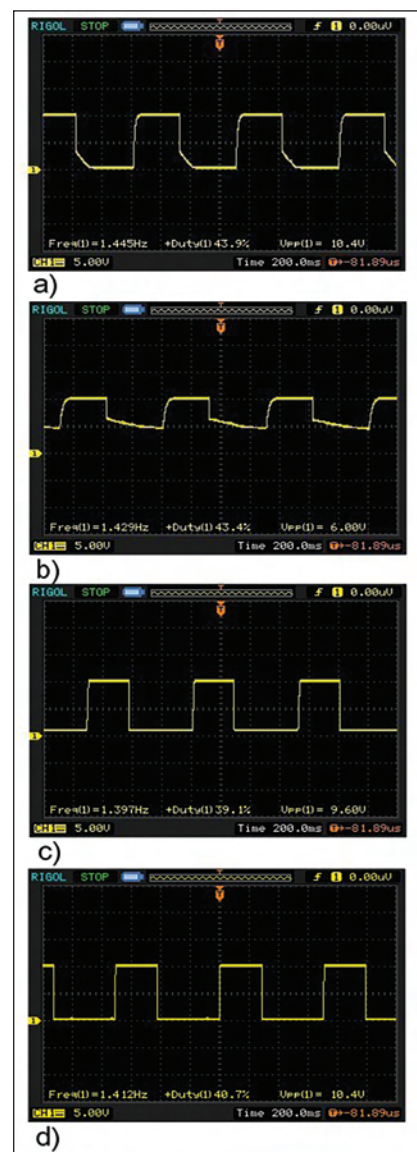
most nem részletezünk. Arra azonban szeretnénk felhívni a figyelmet, hogy a tranzistoroknál fellépő maximális emitter-bázis záró feszültség egyenlő a tápfeszültséggel. Ha tehát olyan példányt választunk, amelynek U_{BE0} feszültsége kisebb, mint U_T , akkor a tranzistor már az első periódus alatt tönkremegy. Ez a veszély ugyan szilícium tranzistoroknál csekély, de ennek ellenére léteznek védelmi mechanizmusok (pl. bázisköri védődiodák beépítése). A teljes jel periódusideje az eddigiekből: $T = t_1 + t_2$, amiből aztán a frekvencia közvetlenül számolható: $f = 1/T$. Azt is megfigyelhetjük, hogy ha a töltőkör elemei egyformák, akkor a billenési idők is, azaz a kapott négyszögjel szimmetrikus lesz; úgy mondjuk, hogy kitöltési tényezője 50%-os. Erre a fogalomra – fontossága miatt – később még visszatérünk. A rajzi adatokkal a billenési frekvencia kb. 0,8 Hz. Ha a C1 és a C2 értékét 68 uF-ra módosítjuk, akkor kb. 1,5 Hz-es jelet kapunk.

Oscillátorunkkal izzót közvetlenül nem kapcsolhatunk. Erre a célra szolgál a rajzunk jobb oldali részlete, az ún. Darlington kimeneti fokozat (Darlingtonpár vagy „szuperbéta” kapcsolás), amely a 12 V/15...20 W-os égőket a frekvencia ütemének megfelelően kapcsolja a tápfeszültségre. A T4-et hűtőbordára kell szerelni! Ezzel már készen is lennénk a működőképes villogónk-

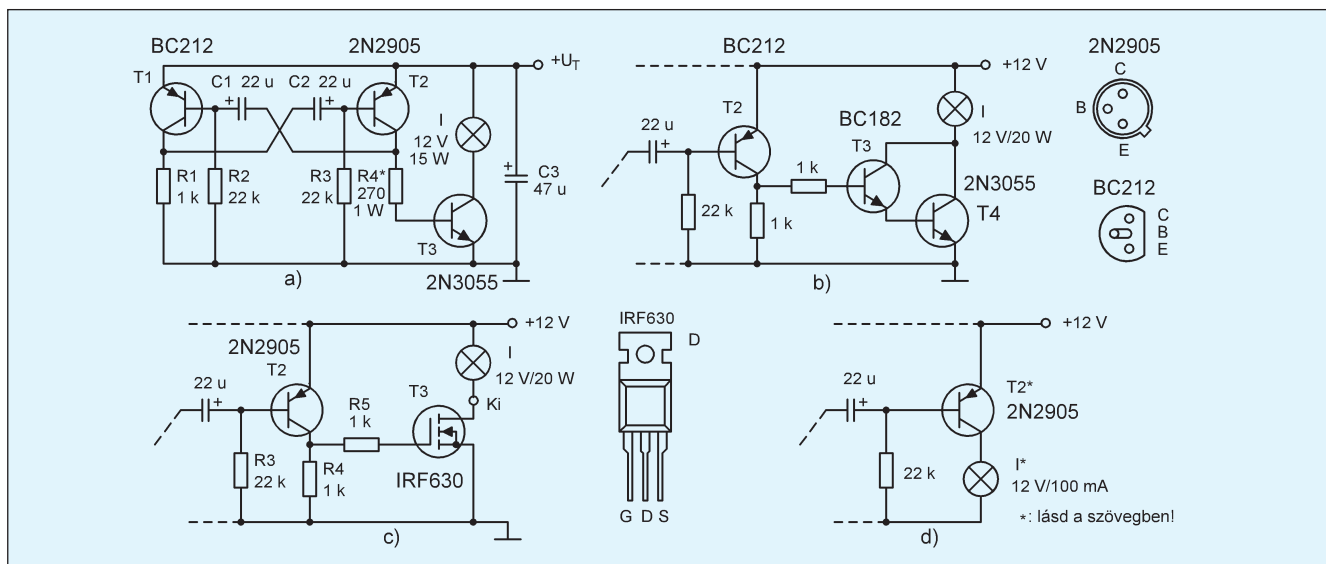
kal. Mintakészülékünk esetében az elektronika hordozója egy arckrémes műanyag doboz volt, amelynek tetejére szereltük a narancssárga, vagy éppen kék fedőburkolatot, pl. fogmosó poharat, indexlámpa burkolatot. Ha még a talpára egy kiszuperált hangszóró mágnesét is fel tudjuk ragasztani, akkor már a gyári megoldáshoz hasonló megoldás birtokosai lehetünk.

De gondoljuk egy kicsit tovább a dolgot! Egyrészt lehetséges-e az áramkört egyszerűsíteni, másrészt egy fontos fiziológiai tényit is figyelembe vehetünk. Ez utóbbi alatt azt értjük, hogy veszjelnek figyelemfelkeltőbb az erősen aszimmetrikus villogás, azaz egy rövid felvilanást „hosszabb” szünet követ. Ezt figyelhetjük meg pl. egyes útjeladók jelzőknél, vagy egyes gépkocsik – engedélyköteles – sárga villogóinál. Azt gondolhatnánk, hogy nem olyan nagy probléma ez, hiszen ha a $t_1 \neq t_2$, akkor a kimeneti jelünk is aszimmetrikus lesz. Ez így igaz, de nem olyan határig, amelyet mi szeretnénk. Ha pl. az 1. ábra kapcsolásában a C2-t 47 uF-ra cseréljük, akkor a 2.b ábrán látható eredményt kapjuk, ami korántsem a kívánt kitöltési arány, s ezzel a kapcsolástechnikával nem is érhetjük el a kb. nagyságrendi különbséget. Először nézzük akkor az egyszerűsítési lehetőségeket!

Azt persze mérlegelnünk kell, hogy több wattos izzót (hangszón-



4. ábra



3. ábra