

Villogó- és futófénykapcsolások LED-ekkel 4.

Bus László okl. villamosmérnök, busl@dunaweb.hu

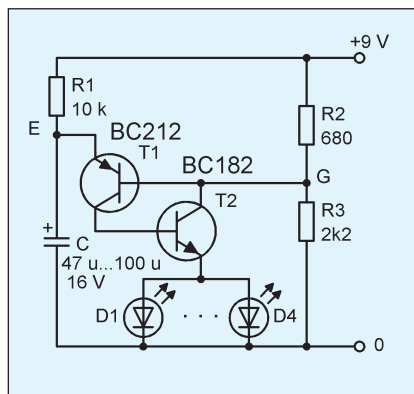
3.) UJT-t helyettesítő kapcsolással

Az UJT (Unijunction Transistor) kifejezésre a hazai szakirodalomban az egyrétegű tranzisztor vagy a kétbázisú dióda elnevezés terjedt el. Ezt a félvezetőeszközt a General Electric fejlesztette ki. Az egyrétegű tranzisztor az 1970-es évek elején jelent meg a hazai és külföldi félvezetőpiacon. Ebben az időben úgy tűnt, hogy ez az új gyártmány nagy sikert fog aratni. Manapság csak néhány nagyobb külföldi, elektronikai alkatrészt forgalmazónál lehet bizonyos típusokat beszerezni. Szerencsére létezik az egyrétegű tranzisztornak diszkrételemes helyettesítő kapcsolása.

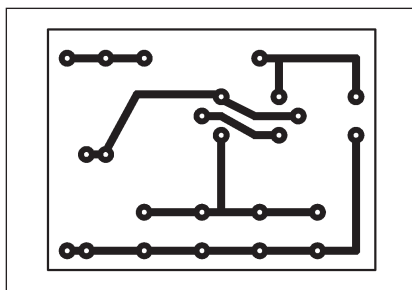
Működés

Az UJT jól modellezhető egy komplementer tranzisztoros kapcsolással. Mi is ezt az utat választottuk, mivel a félvezetőkészletünkben többnyire található npn és pnp kisteljesítményű tranzisztor. A villogókapcsolás elvi rajza a 28. ábrán látható. Tápfeszültségre kapcsolás után a C kondenzátor az R1 ellenálláson keresztül tölteni kezd, és amikor az E pont feszültsége meghaladja a G ponton levő, az R2-R3 feszültségosztó által beállított feszültség szintet (9 V-os telepnél ez 7,3 V), akkor a kapcsolás átbillen. Ekkor T1 és T2 komplementer tranzisztorpár kinyit, és a rajtuk átfolyó kisütő áram egy rövid időre felvillantja a LED-eket. Amikor a C kondenzátor annyira kisül, hogy feszültsége az elrendezéshez tartozó határfeszültséget eléri, akkor a kapcsolás visszabillen, és a két tranzisztoron áram nem folyik. Így a LED-ek kialszanak, és elkezdődik C kondenzátor újra töltődése. Az áramkör egy előfeszített négyrétegű dióda működéséhez hasonlít.

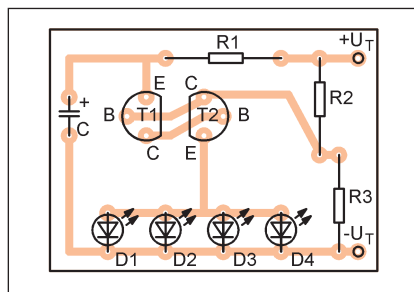
A kapcsolás sajátossága, hogy



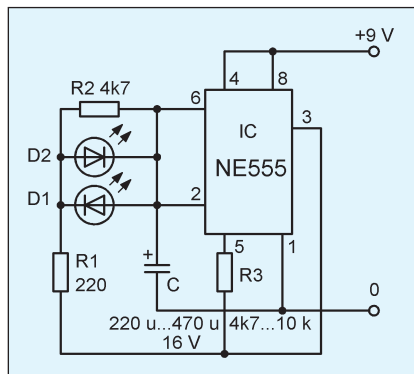
28. ábra



29. ábra



30. ábra



31. ábra

egy bizonyos tápfeszültségértéktől működőképes, itt már a LED villog, illetve a LED-ek villognak: – piros LED esetén 2,5 V, – sárga, zöld LED esetén 4 V környékén.

Elkészítés

Az áramkört 43×31mm méretű nyáklemezen készítjük el. A nyákrész a 29. ábrán, a beültetési rajz 30. ábrán látható. A nyomtatott áramkört max. négy LED meghajtására terveztük. A kapcsolás 9 V-ról átlagosan 3,5 mA áramot vesz fel.

Néhány szó az aktív és a passzív elemekről. Bármilyen kisteljesítményű Si tranzisztor megfelel, ami legalább 100 mA-es. Az időzítő kondenzátor (C) lehet elektrolyt vagy tantál típus. Az ellenállások fémrétegek, 0,25...0,4 W terhelhetőséggel. R1 ±5%, míg R2 és R3 ±2% legyen.

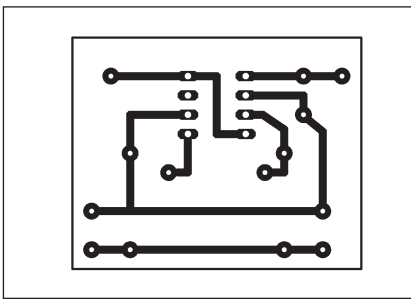
„B” típusú villogó

A cikk ezen részében integrált áramkörös kapcsolásokat ismertetünk.

1.) NE555-tel épített villogó

Működés

Az itt ismertetésre kerülő villogó alapját egy módosított kivitelű Schmitt triggeres astabil multivibrátor képezi, melyet a 31. ábrán látunk. Amikor a C kondenzátoron lévő feszültség nagyobb a tápfeszültség 2/3-nál, akkor az IC kimenete (3. láb) alacsony szintű lesz. Ekkor a D1 diódán és R1 ellenálláson keresztül megkezdődik C kondenzátor kisütése. A kisütés eleinte nagy árammal történik, ennek a mértékét a kis értékű R1 határozza meg. Amikor C feszültsége nem éri el a D1 nyitófeszültségét, akkor D1-en már nem folyik áram, az kialszik.



32. ábra

A kisütés tovább folytatódik az R1 és R2 ellenállásokon, de lényegesen kisebb árammal. Természetesen a D1 LED továbbra is sötét marad. Amikor a C-n lévő feszültség a tápfeszültség $1/3$ -a alá csökken, akkor a kimenet magas szintre vált (közel tápfeszültségre). Most az R1 ellenálláson és a D2 diódán keresztül elkezdődik C feltöltése. Ez idő alatt a D2 világít. Mivel a töltőáramot az R1 ellenállás korlátozza, ezért a kondenzátor gyorsan feltöltődik addig a feszültségig, ami már nem lesz elegendő a D2 nyitására. Ekkor D2 kialszik (sötét lesz), de a töltés tovább folytatódik az R1, R2 láncokon keresztül. Amikor a C feszültsége túllépi a tápfeszültség $2/3$ -át, akkor az IC 3-as lába újra alacsony szintű lesz, és a fentebb leírt folyamat kezdődik előlről. Ebből látszik, hogy az egyik LED elalvása és a másik LED felvillanása között bizonyos időbeli eltolódás van.

A kapcsolásban eltérő színű fénydiódákat használunk. A kapcsolásban szereplő C kondenzátornak kettős szerepe van: egyrészt a kisütéshez és a feltöltődéshez tartozó R1 és R2 ellenállásokkal a villogás ütemét határozza meg, másrészt energiatároló is. Amikor a D1 felvillan, akkor a szükséges áramot a C-ből nyeri és nem a tápfeszültségből.

Eddig nem tettünk említést az R3 ellenállásról. Az áramkör 3-as és 5-ös lába között foglal helyet. Az 5-ös láb nem más, mint a belső komparátor referencia feszültsége ($2/3$ tápfeszültség). Ha ezt a feszültséget változtatjuk, akkor változik az $1/3$ és $2/3$ billenési szint. Az R3 ellenállás éppen ezt a billenési szintet megváltoztatja az IC 3. lábán levő feszültség függvé-

nyében. Figyelembe kell venni, hogy a belső komparátorok $1/3U_T$ és $2/3U_T$ billenési szintje fix érték, addig a különböző nyitófeszültségű (más színű) LED-ek töltési és kisütési feszültsége változik. Továbbá az 555 típusú bipoláris időzítő kimenő feszültsége eltérést mutat GND és tápfeszültség szinten. A kimenő feszültséget GND-re vonatkoztatva szinte azonosnak vehetjük, míg tápfeszültség oldalon az eltérés a tápfeszültség és a terhelő áram függvényében $1...2$ V körülire adódik. Az R3 ellenállás tulajdonképpen ezt kompenzálja, és a villogási képre is befolyással van.

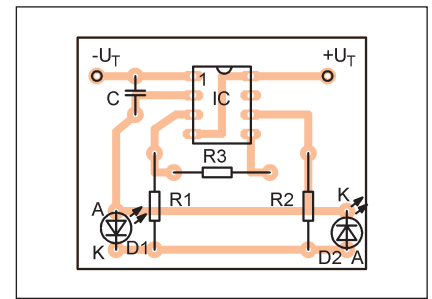
Elkészítés

Az áramkört $37,5 \times 30$ mm méretű nyáklemezen készíthetjük el. A nyomtatási rajz a **32. ábrán**, a beültetési rajz a **33. ábrán** látható. A kapcsolásban piros és zöld színű LED-et használtunk. A számunkra kedvező villogó hatást állítsuk be az R3 helyére kötött potenciométerrel. Ezután egy DVM-mel mérjük meg a potméter állásához tartozó ellenállásértéket és hasonló, fix ellenállást kössünk be R3 helyére!

A kapcsolás egy LED-del is működik, de az ütemidő megnövekszik. Ha duál LED-et (piros és zöld) be tudunk szerezni, akkor ezt ültessük be! Az ellenállások fémrétegek, $\pm 5\%$ tűréssel és $0,25...0,4$ W terhelhetőséggel. A C elektrolit kondenzátor. A két felvillanás között kb. egy másodperc idő mérhető, ha $C = 470$ uF és $R3 = 5,6$ kohm. A kapcsolás az előbbi értékekkel 9 V-ról kb. 3 mA-t, míg 12 V-ról közelítőleg 5,5 mA-t vesz fel. A C értékének változtatásával növeljük vagy csökkentjük a villogás frekvenciáját, de ezt bizonyos mértékig a tápfeszültség értéke is befolyásolja. Az R3 ellenállással a villogás jellegét (hosszabb vagy rövidebb szünetek) tudjuk beállítani.

2.) RGB villogó

Napjainkban már kaphatók hazai kereskedelemben is az RGB LED-ek, melyeknél egy tokon belül há-



33. ábra

rom különböző színt adó csip van beépítve. Ennek továbbfejlesztett változata az automatikus színváltós kivitel, ami elfogadható áron kapható a hazai kereskedelemben.

Mi három egyszínű, úgymond „diszkrét” LED-ekből álló kapcsolással próbáljuk az RGB hatást szimulálni. Az elvi kapcsolás a **34.a ábrán** látható.

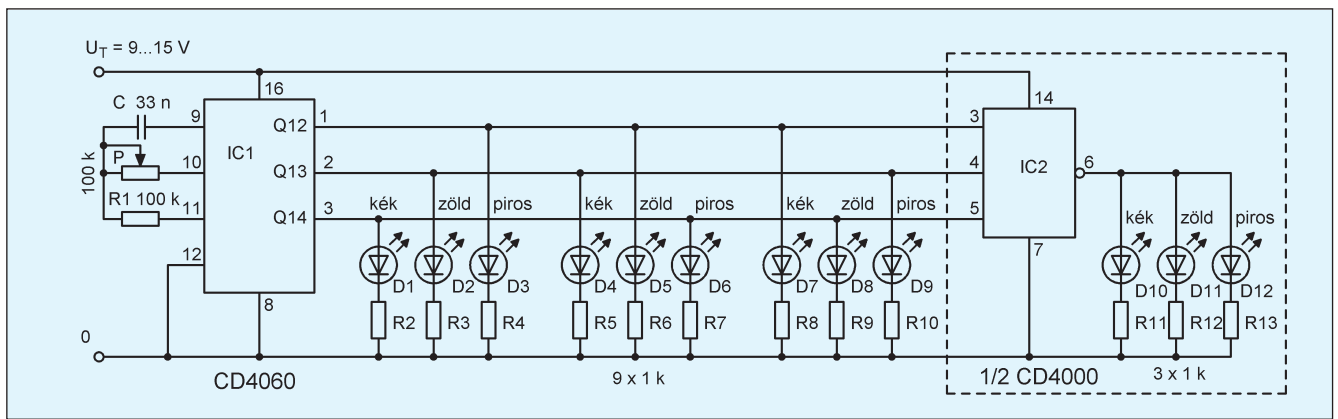
Működés

A kapcsolás lényegét az IC1 képezi, ami egy CD4060 típusú CMOS integrált áramkör. Ez 14 fokozatú bináris osztóból és belső oszcillátorból áll. Az oszcillátor jelét binárisan leosztva szolgáltatja az egyes LED-csoportok számára a villogás ütemét. A **34.b ábrán** látjuk az IC lábkiosztását, valamint az egyes lábakkhoz tartozó osztásarányt. Az osztóáramkör Q1...Q3 és Q11 kimenetei nincsenek kivezetve. A négyoszogjelet szolgáltató oszcillátor frekvenciáját a 9...11. lábra kötött RC-elemekkel állítjuk be. Az oszcillátor frekvenciáját az

$$f_0 = 1/(2,2CP)$$

alapján számítjuk ki, ahol P ohmokban, C farádban helyettesítendő, ekkor a frekvenciát hertzben kapjuk. A képlet érvényességét tekintve teljesülnie kell $R1 = 2...10P$ feltételnek is. Az elvi rajzon bekeregetett részben látható LED-ek, akkor villannak fel, amikor egyetlen LED sem világít, ez a rész elhagyható.

A 4060 CMOS integrált áramkört több nagy félvezetőgyártó cég gyártja, mint pl. a Fairchild, Texas Instrument, Philips stb. Ezek között a gyártmányok között eltérés van az üzemi feszültségtar-



34.a ábra

tomány tekintetében. Fairchild vagy a National Semicondutor 3...15 V feszültségtartományt ad működési tartománynak. Ézzel szemben a Philips, Intersil, Texas Instrument az előbbi tartományt 3...18 V-ban rögzíti. Amennyiben az adatlapon ez a paraméter nincs megadva vagy ismeretlen gyártótól származó példánnyal rendelkezünk, akkor a 3...15 V közötti működési tartományt vegyük alapul!

További eltérés van az oszcillátor frekvenciájának kiszámításában is. Egyedül a Philips gyártmánynál kell a frekvencia képletben a konstans értékét 2,3-nek venni. Megjegyzendő, hogy ugyanazon gyártótól származó példányok között is szórás van.

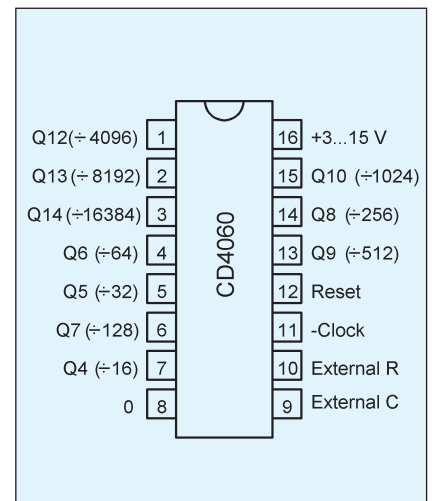
Elkészítés

A kapcsolás elemeit egy 102,5 × 33 mm méretű nyáklemezen ültethetjük be. Az áramkör főábrája a 35. ábrán látható, míg a beültetési rajza a 36. ábrán. A kapcsolás elemei a nemfóliás oldalon lettek beforrasztva. Célszerű az integrált áramkört foglalatba helyezni. Az ellenállások fémrétegek max. ±5% tűréssel és 0,25...0,4 W terhelhetőséggel. A C kondenzátor kerámia típus, ±10% tűréssel.

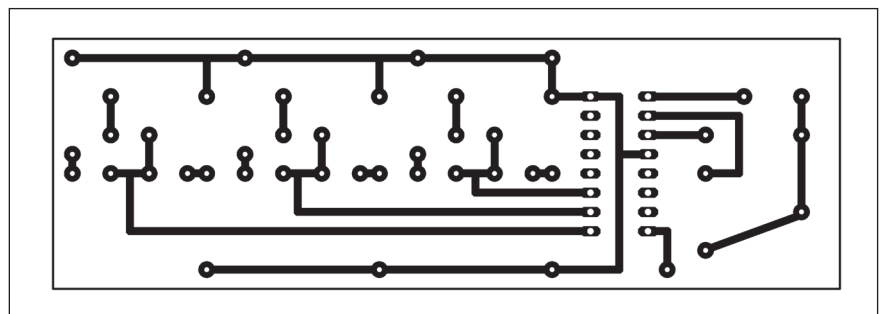
A villogó áramfelvétele 9 V-ról 30 mA, míg 12 V esetén ez 46 mA. A LED-ek áramkorlátozó ellenállásait a tápfeszültség függvényében érdemes megválasztani, az elvi rajzon megadott feszültségtartományra értendőek a látható értékek. Itt említjük meg, hogy

a LED-eken átfolyó áramot 10 mA-nél nagyobbra nem érdemes választani a telep kímélése érdekében (ugyanis egyszerre több dióda is világít). A fényes világító diódáknak is már elég nagy fényerejük van 10 mA környékén. Nagy fényerejű LED-ek esetén 5...10 mA elegendő. A kapcsolást 5...9 V-os tartományban működtetve az előtétellenállásokat csökkenteni kell 470...560 ohm közötti értékre. Egy gyors ellenőrző számítást végezzük: $(U_{\text{táp}} - U_d) / 10 \text{ mA}$. Legyen $U_{\text{táp}} = 7 \text{ V}$, $U_d = 2 \text{ V}$ (piros LED), akkor $R_e = 500 \text{ ohm}$, a legközelebbi szabványos érték 510 ohm.

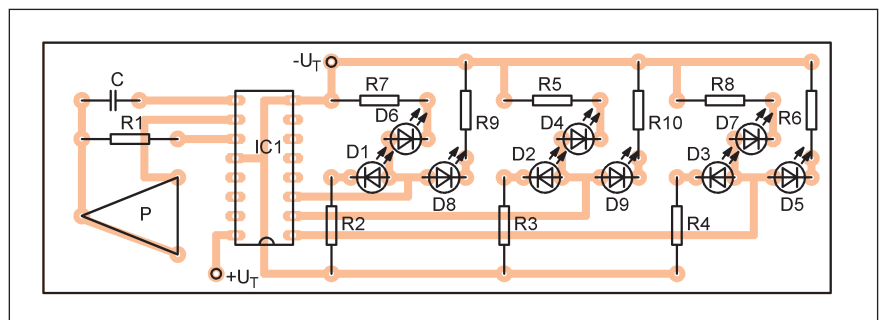
(Folytatjuk)



34.b ábra



35. ábra



36. ábra