

HB-LED vezérlő

Diószegi Gyula villamosmérnök, Divelex Bt.

Az áramkör a Puskás Tivadar Távközlési Technikumban 2011 áprilisában megrendezett XIV. Országos Elektronikai Konstruktív Verseny egységes építési- és mérési feladatául szolgált. A kifejezetten oktatási célra tervezett áramkör világítási célokra kifejlesztett, nagy fényerejű (High Brightness) LED-ek vezérlését látja el, a középfokú elektronikai szakképzés során oktatott funkcionális áramkörök alkalmazásával.

Működés, a tömbvázlat alapján

Az áramkör tömbvázlatát az 1. ábrán láthatjuk. A három, sorosan kapcsolt, víztiszta tokozású fehér, egyenként 2500 mcd fényerejű HB-LED (D1...D3) működési módját a J1 jumperrel választjuk ki. Az 1-es állásban impulzusszélesség-modulációval (*Pulse Width Modulation*) a LED-ek fényerejét folyamatosan tudjuk változtatni a P potenciométer segítségével (*PWM üzemmód*). Az astabil multivibrátor kimenetén megjelenő négyszögjel egy differenciáló áramkörön keresztül vezérli a monostabil multivibrátort. Ennek kimenetén megjelenő állandó periódusidejű, a potenciométerrel beállított szélességű impulzusok kerülnek a LED-meghajtó vezérlő-bemenetére.

Az *AUTO üzemmódban* (J1 jumper 2-es állása) a LED-ek fényereje lépcsőzetesen nő, majd a maximális fényerő elérését követően visszaáll alapállapotha (minimális fényerő). Ez a folyamat periodikusan ismétlődik; a periódusidő a J2 jumper állásától függ. Az alaposzcillátorként működő astabil multivibrátor jele egy frekvenciaosztóra kerül. Ennek kimenetein megjelenő, leosztott négyszögjel a J2-n keresztül egy számláló/meghajtó áramkörre jut, ez vezérli a LED-meghajtó áramkört.

Részletes működés

A kapcsolási rajz a 2. ábrán látható. A sorosan kapcsolt LED-ek áramát az R7 ellenállás korlátozza. Mielőtt az áramkör részletes működését ismertetnénk, tekintünk át a LED-meghajtó működésére.



A verseny éhelyezettjei és felkészítőik

sét! Erre a célra a National Semiconductor® közismert, vezérlő-bemenettel (*Adj.*) rendelkező LM317-es feszültségstabilizátort választottuk. A kimeneti feszültség beállítását a 3.a ábrán látható elemi kapcsolás alapján tekintjük át.

Az R1 és az R2 ellenállásból álló feszültségosztóra felírhatjuk a következő egyenletet:

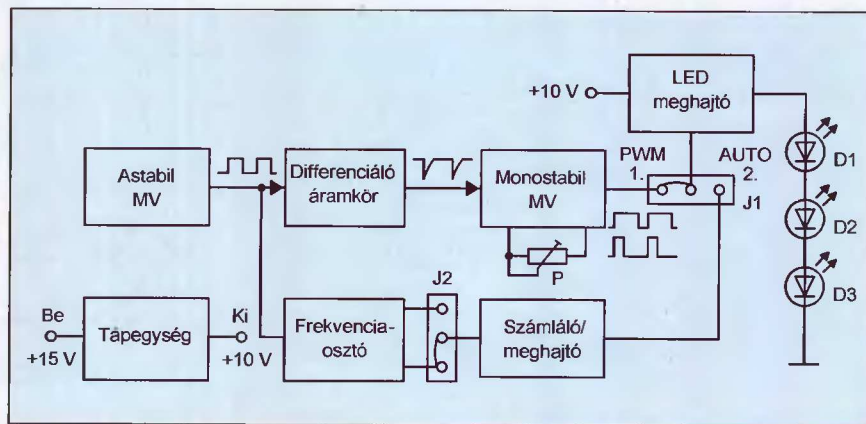
$$U_{ki}/U_{ref} = (R1+R2)/R1.$$

Ezt U_{ki} -re rendezve:

$$U_{ki} = U_{ref} (1+R2/R1).$$

Figyelembe véve az $I_{Adj.}$ áramot is, és az U_{ref} konkrét értékét behelyettesítve egyenletünk a következőképpen alakul:

$$U_{ki} = 1,25 \text{ V} (1+R2/R1) + I_{Adj.} R2.$$



1. ábra

Láthatjuk, hogy az R2-vel egyenes arányban változik a kimeneti feszültség.

AUTO üzemmódban az R2 változtatásával állítjuk be a kívánt U_{ki} feszültséget. Az I_{Adj} értéke legrosszabb esetben 100 μA ; esetünkben az ez által okozott feszültségnövekedés elhanyagolható.

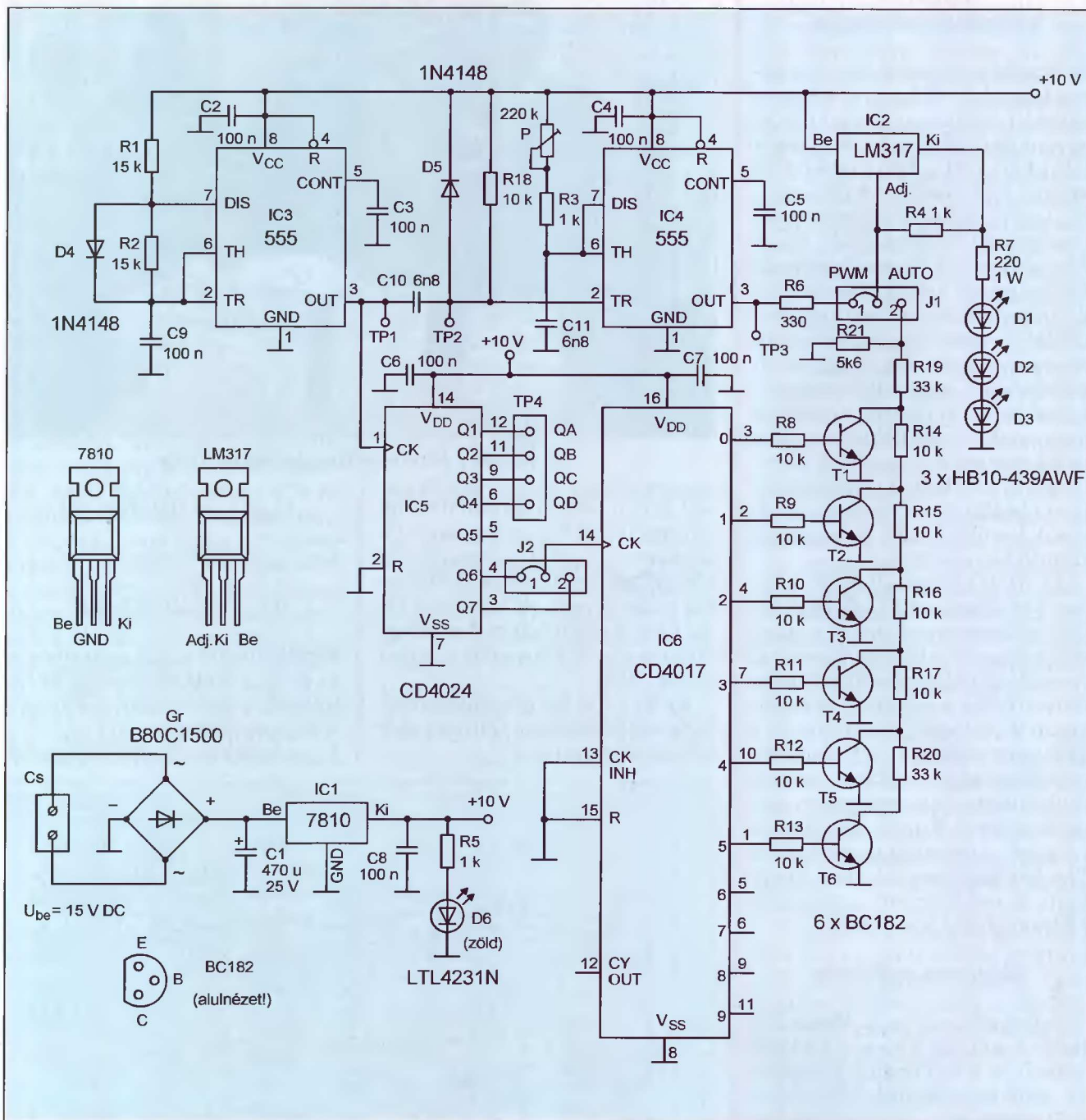
A 3.a ábra szerinti elrendezést némiképp módosítva eljutunk a 3.b ábra kapcsolásáig. Itt az R2 al-
só pontját egy feszültséggenerátor-

ron keresztül kötöttük a GND-re. A kimeneti feszültség – az I_{Adj} hatásának elhanyagolásával – az alábbi egyenlettel adható meg:

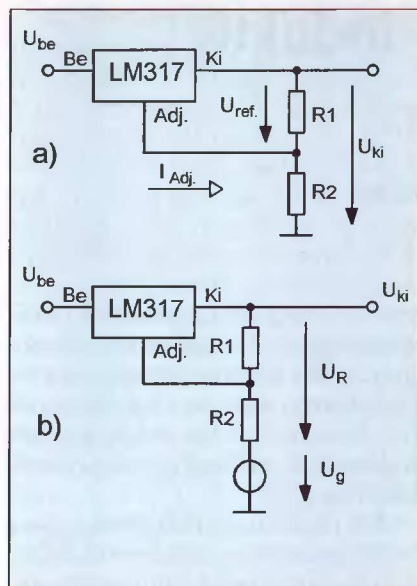
$$U_{ki} = U_R + U_g, \text{ azaz } U_{ki} = 1,25 \text{ V} (1 + R2/R1) + U_g.$$

Kapcsolásunkban ezt az U_g feszültséget egy változtatható impulzusszélességű impulzusgenerátor szolgáltatja (PWM üzemmód).

Az 555-el (IC3) felépített astabil multivibrátor kimeneti jele megközelítően 500 Hz-es négy-
szögjel, kitöltési tényezője a D4 alkalmazásának köszönhetően közel 50%. Frekvenciáját az R1, R2, C9 időzítő elemek határo-
zák meg. Ez a jel a C10, R18 ele-
mekkel felépített passzív diffe-
renciáló tagon keresztül jut az
ugyancsak 555-tel (IC4) felépít-
ett monostabil multivibrátor in-
dító (TR) bemenetére. A trigger-



2. ábra



3. ábra

jel a négyszögjel lefutó éleinél jön létre. Az R18-cal párhuzamosan elhelyezett D5 dióda megakadályozza, hogy az időzítő IC 7R bemenetére a tápfeszültség-nél magasabb feszültség kerüljön, elkerülve az IC maradandó károsodását. A kimeneti négyszögimpulzusok szélességét – ezzel a LED-ek fényerejét – a potenciométerrel széles határok között tudjuk változtatni.

Az alaposzcillátor kimenete csatlakozik a frekvenciaosztóként működő CD4024-es 7 bites bináris számláló órajel- (CK) be-

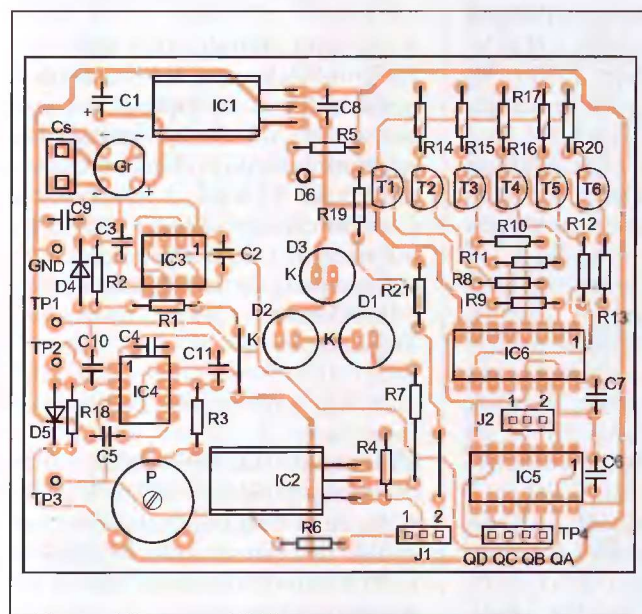
menetére is. A kívánt osztásarányt (1:64 vagy 1:128) a J2-vel választhatjuk ki. A leosztott négyszögjelsorozat képezi a CD4017, decimálisan dekódolt kimenettel (0...9) rendelkező, öt fokozatból álló Johnson-számláló (IC6) órajelét. A kimenetek npn tranzistorokból felépített, kapcsolóüzemben működő fokozatokat (T1...T6) vezérelnek, amelyek az LM317 kimeneti feszültségét beállító R4, R21 feszültségosztó alsó tagjának söntölésével hozzák létre a LED-meghajtó lépcsőzetesen emelkedő kimeneti feszültségét. Amikor az IC6 6...9 kimenete H szinten van, akkor maximális a kimenőfeszültség $U_{ki} = 1,25 \text{ V}$ ($R21/R4 = 1,25 \text{ V}$ (5,6 k/1 k)). Ha a 0 kimenet van H szinten, akkor a legkisebb a kimeneti feszültség értéke ($R21||R19$), a számláló további állapotaiban (1...5) ez az érték fokozatosan nő.

Az áramkör 15 V-os egyen- vagy váltakozó feszültségű táplálást igényel. A tápegység a bemeneten elhelyezett Graetz-hidas egyenirányítónak köszönhetően DC-táplálás esetén polaritásfüggetlen. A C1 puffereleköt egy 7810 típusú feszültségstabilizátor követi; a 10 V-os tápfeszültség meglétét a D6 zöld LED jelzi.

Megépítés

Az áramkör 80 × 95 mm-es, két átkötést tartalmazó egyoldalas, ónozott, forrasztásgátló lakkal bevont, pozíciónyomattal ellátott nyomtatott áramköri lemezen nyert elhelyezést. Tervezése a Divelex Bt. által forgalmazott, kedvező ár-teljesítmény aránnyal rendelkező *Sprint Layout V5.0* nyomtatottáramkör-tervező program segítségével történt. A program lehetővé teszi gyártó fájlok (Gerber, Excellon) exportálását, ezáltal lehetőséget nyújt professzionális nyák gyártására. A nyomtatási rajz a 417. oldalon található, az alkatrészek beültetése a 4. ábra szerint történik. A Lomex Kft. által forgalmazott HB-LED-ek a nyák geometriai középpontjában nyertek elhelyezést. A TO-220 tokozású feszültségstabilizátor IC-eket a 40 K/W hőellenállású hűtőbordához csavarral kell rögzíteni. A potenciométer forgatását bepatintható, függőleges tengely könnyíti meg. A nyák széléhez közel elhelyezett tesztpontok (forrtűskék, tűskesor) a mérőműszerek csatlakoztatását könnyítik meg. A kártya rögzítése 4 db M3×10 mm-es, belső menettel ellátott fém távtartó szolgál.

Figyelem! A LED-ek jelentős fényereje miatt óvjuk szemünket a közvetlen fényhatástól!



4. ábra



A beültetett panel