

**Elektronikus LED-es dobókocka**

Rendelési szám: 195111

**Üzemi körülmények**

- A készüléket kizárólag csak a számára előírt feszültségről szabad táplálni.
- Az egység üzemi helyzete tetszőleges.
- A megengedett környezeti hőmérséklet (helyiség-hőmérséklet) működés közben nem lehet alacsonyabb 0°C-nál, illetve magasabb 40°C-nál.
- A készüléket csak száraz és tiszta helyiségben szabad használni.
- Páralecsapódás esetén hagyjunk kb. 2 órai akklimatizálódási időt a készülék számára.
- Óvjuk ezt az építőkészletet a nedvességtől, a freccsenő víztől és a hőhatásoktól.
- A készülék nem gyerek kezébe való.
- Az összeállított készüléket kizárólag csak szakértő felnőtt, vagy szakember jelenlétében szabad üzembe helyezni.
- A készüléket ne használjuk olyan helyiségben, ahol éghető gázok, gőzök vagy porok vannak, vagy lehetnek jelen.
- Ha egyszer javításra szorulna a készülék, akkor csak eredeti alkatrészeket használjunk. Más alkatrészek használata komoly károkhoz vezethet.
- A készüléket csak megfelelő képzettséggel bíró szakember javíthatja.

**Rendeltetésszerű használat**

A készülék rendeltetésszerű használata egy hagyományos dobókocka elektronikus utánzása.

A fentiekől eltérő használat nem megengedett.

**Biztonsági előírások**

- A készülék felnyitása előtt húzzuk ki a hálózati dugót, vagy gondoskodjunk arról, hogy a készülék feszültségmentes legyen.
- Az egységet csak akkor szabad üzembe állítani, ha be van építve érintésvédett készülékházba. Beépítés közben feszültségmentesnek kell lennie.
- Az alkatrészek névleges elektromos értékeit szigorúan tartjuk be.

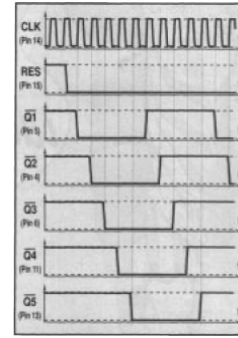
**Termékmismertetés**

Ennek az energiatakarékos CMOS-technikával készült elektronikus dobókockának a működése egy hagyományos dobókocka funkcióját utánozza. Amikor a nyomógombot megnyomjuk, kigyullad a kocka pöttyeinek megfelelő, 5 mm-es LED-ekből kirajzolódó véletlenszerű szám. A LED-ek már úgy vannak elhelyezve, hogy nincs szükség időt rabló vezetékezésre. Ez a termék megfelel a 89/336/EWG számú EU-Irányelvnek (elektromágneses kompatibilitás). A kapcsolás bármely megváltoztatása, vagy a megadottól eltérő alkatrészek alkalmazása érvényteleníti ezt az engedélyezést.

**A kapcsolás ismertetése**

Az elsőszámú probléma egy ilyen kapcsolás esetében az, hogy azt a hat lehetséges eseményt, amelyet egy dobókocka előállítani képes, elektronikusan leképezzük. A második probléma az, hogy azonos valószínűségűnek kell lennie a kirajzolódó, 1-től 6-ig terjedő számoknak, és véletlen-szerűen kell visszatérniük; azaz egyik se részesedhet előnyben, vagy nem fordulhat elő reprodukálható sorrendben. Hogy miként lehet ezeket a követelményeket egy füst alatt elegánsan megvalósítani, a választott koncepció mutatja meg: Felejtjük el az iskolás, kapukkal védett számlálókat, speciális dekódereket és meghajtókat; (majdnem) mindezt egyedül tudja a CD4018 típusú IC, amely a számlálók, ill. (frekvencia-)osztók csoportjába tartozik, kimeneti oldalán azonban teljesen másképp viselkedik, mint a „normál” bináris- vagy decimális számlálók. A Q1...Q5 kimeneteket ugyanis vissza kell vezetni az adatbemenetre (1. láb), mivel különben az IC egyáltalán semmit se csinál. És ezzel a visszavezetéssel egyúttal az osztásviszonyt (az osztás választhatóan 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 vagy 10 lehet!) is be lehet állítani. Ha a Q5-öt visszacsatoljuk az 1. lábra, az IC 10-el oszt (1. ábra): ha a visszavezetésre a Q4-et választjuk, akkor 8 lesz az osztási tényező, Q3-nál 6, Q2-nél 4, és Q1-nél 2. Mind az öt fenti esetben a kimeneten szimmetrikus négyszögjel alakul ki, amelynek egyáltalán semmi köze

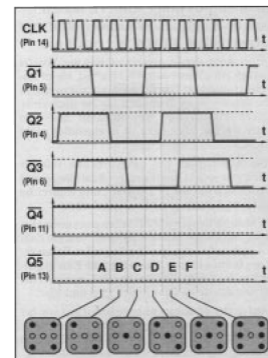
sincs az ismert BCD-viselkedéshez. Az itt is csak akkor működik, ha a Q-szintek helyett az inverz Q-szinteket vezetjük ki.



1. ábra

Ha a visszavezetéshez két kimenetet egy NAND-kapun keresztül összekapcsolunk egymással, megvalósíthatjuk a 3, 5, 7 és 9 osztási tényezőt is, ekkor mindenesetre aszimmetrikus impulzus-viszony mellett. Ennek a szokatlan viselkedésnek a magyarázata: ennél az IC-nél egy belső csatolást, ötfokozatú gyűri-(Johnson)számlálóról van szó, amelyet a kapcsolóbemenetre adott HIGH-szinttel programozhatunk is; ez által ugyanis az In 1...5 programozó-bemenetek állapota közvetlenül átvivődik a kimenetekre.

Itt egy 6 osztásviszonyú osztóra van szükség, azaz egy olyan megjelenésre (mint az eredeti dobókockánál), amely hat különböző állapotot állít elő. Ennek nem kell okvetlenül számlálóknak lennie, amely óvodai szinten mindig 1-től 6-ig számlál; annyi is elegendő, ha hat különböző kimeneti állapot áll elő, amelyeket aztán a kijelző vezérlésére használhatunk fel. Állítsuk elő tehát először a hatos osztót úgy, hogy a Q3-at (gondolatban) összekötjük az adatbemenettel. Egy, a 14. lábra vezetett impulzusjel olyan mintát eredményez, amelyet a 2. ábrán láthatunk: A Q1...Q3-on 6 különböző állapot áll elő, amelyeket A...F-el jelölünk; a Q4 és Q5 itt inaktív marad.



2. ábra

Világosan kell látnunk, hogy bár az A...F sorrend mindig azonos marad, azonban semmi esetre se felel meg A = 1-nek, B = 2-nek, és így tovább; minden egyes állapot különbözik a többitől, és ez itt a döntő. Csak rajtunk múlik, hogy összehozunk egy alkalmas kiértékelő- és vezérlő-kapcsolást, amely dekódolni tudja ezeket a jeleket. Vessünk egy pillantást a teljes kapcsolási rajzra, hogy lássuk, hogyan működik a dolog. Az is világos kell, hogy legyen, hogy csak az „egyes” kockakép esetén világít csak egyetlen LED magában, az összes többi kockadobás-eredménynél egy vagy két LED-pár világít.

Ha hét LED-et úgy rendezünk el, mint az a kapcsolási rajzból és a beültetési rajzból jól látható, felismerhetjük, hogy az eredmények kijelzéséhez elegendő összesen négy „világítási ág”:

Az 1 esetén csak az LD4 aktív (C állapot a 2. ábrán), a 2 esetén az LD1/LD7 páros (B), a 3 esetén az LD4 és az LD1/LD7 (D) aktív, a 4 két párból, azaz az LD1/LD7-ből és az LD3/LD5-ből adódik ki (A), az 5 esetében még az LD4 jön hozzá (E), végül a 6 esetén három párnak kell világítania: LD1/LD7 + LD3/LD5 + LD2/LD6 (F).

- Az LD1/LD7 baloldali átló akkor gyullad ki, ha Q1 vagy Q3 (vagy a kettő együtt) a HIGH szinten van; azaz a D1 és D2 dióddával a két kimenet OR-kapcsolatba (VAGY) kerül, és ez a LED-pár testre kapcsolódik.
- Az LD2/LD6 keresztáig csak akkor világíthat, ha Q1 és Q3 a HIGH szinten van; a véletlenszerűen meglévő NAND-kapu (ÉS-NEM) átveszi ezt a kapcsolódást, és annak a kimenet-oldali invertálását (NAND) ismét kompenzáljuk az által, hogy ezt a LED-párt a pozitív feszültségre kötjük.

- Hátra van még az LD3/LD5 jobboldali átló, amely a Q2-nek a HIGH szintjére kell, hogy reagáljon; a mai CMOS IC-k elegendő meghajtó-teljesítményének (és a nagy fényességű és alacsonyáramú LED-eknek) köszönhetően most is elegendő a közvetlen testre kötés általi vezérlés.
- Ez vonatkozik értelemszerűen a még hátralévő esetre, amikor egyedül a Q3 van a LOW szinten; ekkor ugyanis csak egyedül az LD4 világít (megint csak közvetlenül vezérelve, de pozitív feszültségen).

Természetesen más megoldások is elképzelhetők a dekódolás megvalósítására, pl. a következő módon: Az LD1/LD7 ág ugyanis mindig világít – egyetlen kivétellel; ez az „1” eseménye, amikor az LD1/LD7-nek ki kellene kapcsolódnia. Az LD4 ekkor az „1”, a „3” és az „5” esemény számára egy OR-kapcsolódással válna; van tehát elegendő tere a fejtörésnek!

A véletlennek azzal segítünk, hogy a számláló vezérlése viharos gyorsasággal történik. Erre szolgál a két NAND-kapuból felépített RC-oszcillátor, amely a kocka-gomb megnyomására indul be. A nagy frekvencia miatt nincs senkinek esélye arra, hogy az eseményt egy meghatározó gombnyomással befolyásolja.

A megépítéskor két huzal-áthidalást is be kell rakni, ezek közül az egyiket az IC1 el fogja takarni; ezért a számláló-IC foglalatának a beforrasztása előtt be kell forrasztani.

Az IC-k, különösen a CMOS-IC-k számára ajánlatos foglalatot alkalmazni, még akkor is, ha normál esetben semmi se történhet. De mivel éppen az ilyen esetekben mégiscsak valami nem sikerül, megmenekülünk a 14- vagy akár 16-lábú IC kiforrasztásától, ha van foglalat. De az IC-t (helyes irányban) csak egészen a végén dugjuk be a foglalatba, hogy ne érhesse feleslegesen forrasztási hő.

Az összes LED egyforma irányban van beültetve, és a katódjuk lefelé néz (ez a rövidebbik láb – levágás előtt). Ha csak ideiglenesen forrasztjuk be az egyik lábat, majd jól beirányozzuk a LED-et, akkor a másik lábat annak a tudatában forraszthatjuk be, hogy már minden rendben működik. Helyesen kell beültetni azonban elsősor a Tsl nyomógombot, amelynek a lecsapása felfelé kell, hogy nézzen (különben nincs érintkezés).

Egy 9V-os elem csatlakoztatása után gurulhat a kockánk. Minden egyes dobási eredménynek a valószínűsége egyébként azonos (= 1/6), még akkor is, ha többször egymás után ugyanazt a számot dobjuk, a véletlen nem ismer előtörténetet, és az esélyeket újra és újra egyenlően osztja szét.

#### Műszaki adatok

Tápfeszültség: 9V = (9V-os tömbelem)  
 Áramfelvétel: az eredménytől függ (2 mA LED-enként)  
 Méretek: 55 x 60 mm

#### Figyelem!

A forrasztásokat és bekötéseket teljesen tisztán és lelkiismeretesen készítjük el, ne használjunk ehhez savtartalmú forrasztóónt, forrasztózsírt és hasonlókat. Győződjünk meg arról, hogy nincsenek hideg forrasztási helyek. Egy tisztátalan forrasztás vagy egy rossz forrasztási hely, egy mozgó érintkezés vagy rossz beültetés költséges és időt rabló hibakeresést jelent, továbbá adott esetben alkatrészek tönkremenetelét is eredményezheti, ami sokszor láncreakciót von maga után, a teljes építőkészlet tönkremehet.

Gondoljunk arra is, hogy azokat az építőkészleteket, amelyeket savtartalmú forrasztóónnal, forrasztó-zsírral, stb. forrasztottak meg, a gyártó nem javítja.

Az elektronikus kapcsolások elkészítésének a feltétele az alkatrészek kezelésére, a forrasztásra és az elektronikus, illetve elektromos alkatrészekkel való bánásmódra vonatkozó alapismeretek megléte.

Az alkatrészek beforrasztásakor ügyeljünk arra, hogy az alkatrészeket távolságtartás nélkül (hacsak nincs ennek az ellenkezője előírva) forrasztuk be a kártyára. Minden kiálló huzalvéget közvetlenül a forrasztási hely fölött vágjunk le. Mivel ennél az építőkészletnél részben nagyon kicsi, illetve egymáshoz nagyon közeli forrasztási helyekről van szó (forrasztási áthidalás veszélye), nagyon kis hegygel rendelkező pákával kell forrasztanunk. Nagy gonddal végezzük el a forrasztási műveleteket és az összeszerelést.

Annak érdekében, hogy a készülék összeszerelése folyamán is bizonyos működési biztonságot lehessen elérni, a szerelés menetét bontsuk fel 2 fázisra:

#### 1. szerelési fázis:

##### Az alkatrészek felszerelése a kártyára

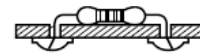
#### 1.1 Ellenállások

Először is hajlítsuk be derékszögben az ellenállások kivezetéseit a raszter-méretnek megfelelően. Dugjuk be az ellenállásokat a számukra előre elkészített furatokba (lásd Beültetési rajz). Azért, hogy az alkatrészek a kártya megfordításakor ne eshessenek ki, hajlítsuk szét kb.

45°-ban az ellenállások kivezetéseit, majd gondosan forrasztuk össze őket a nyomtatott huzalozással a kártya hátoldalán. Végül vágjuk le a kiálló huzalvégeket.

Az itt, ebben az építőkészletben alkalmazott ellenállások szénréteg-ellenállások. Ezeknek a tűrése 5%, és egy arany színű „tűrésgyűrűvel” vannak megjelölve. A szénréteg-ellenállásoknak normál esetben négy jelölőgyűrűjük van. A színek leolvasásához tartsuk úgy az ellenállást, hogy az arany színű gyűrű az ellenállástest jobboldalán helyezkedjen el. A színes gyűrűket ezután balról jobbra haladva olvassuk le.

R1 = 3,3 k	narancs	narancs	piros
R2 = 3,3 k	narancs	narancs	piros
R3 = 3,3 k	narancs	narancs	piros
R4 = 3,3 k	narancs	narancs	piros
R5 = 10 k	barna	fekete	narancs
R6 = 100 k	barna	fekete	sárga
R7 = 100 k	barna	fekete	sárga

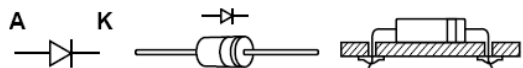


#### 1.2 Diódák

Hajlítsuk be derékszögben a diódák kivezetéseit a raszter-méretnek megfelelően. Dugjuk be a diódákat az előre elkészített furatokba (lásd Beültetési rajz). Feltétlenül vigyázzunk eközben arra, hogy helyes polaritással szereljük be a diódákat. Figyeljük meg a katód jelölővonalának a helyzetét.

Azért, hogy a diódák a kártya megfordításakor ne eshessenek ki, hajlítsuk szét kb. 45°-ban a kivezetéseket, majd rövid forrasztási idő alkalmazása mellett forrasztuk össze a nyomtatott huzalozással. Végül vágjuk le a kiálló huzalvégeket.

D1 = 1N4148 szilícium univerzális dióda  
 D2 = 1N4148 szilícium univerzális dióda



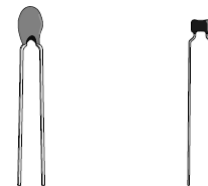
#### 1.3 Kondenzátorok

Dugjuk be a kondenzátorokat a megfelelő jelölésű furatokba, hajlítsuk kissé szét a kivezetéseiket, és tisztán forrasztuk be azokat a nyomtatott huzalozásba. Az elektrolit kondenzátor (elkő) esetében feltétlenül tartsuk be a helyes polaritást (+ -).

#### Figyelem!

Gyártmánytól függően az elektrolit kondenzátorok polaritás-jelölése különböző lehet. Némelyik gyártó a „+” pólust jelöli meg, míg mások a „-” pólust. A mérvadó az a polaritás-jelölés, amelyet a gyártó rányomatott az elkóra.

C1 = 10 nF kerámia-kondenzátor  
 C2 = 4,7 µF tantál-kondenzátor



#### 1.4 IC-foglalatok

Dugjuk be az integrált áramkörök (IC) foglalatát a kártya beültetési oldaláról a megfelelő helyre.

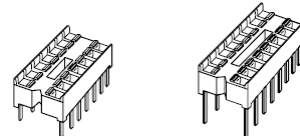
#### Figyelem!

Figyeljük meg a foglalat homlokoldalán lévő bemarást vagy egyéb jelölést. Ez a később beültetendő IC számára szóló jelölés (1. kivezetés). A foglalatot úgy kell beültetni, hogy ez a jelölés egybeessen a kártyára nyomtatott beültetési rajz jelölésével.

Annak a megakadályozására, hogy a foglalat a kártya megfordításakor (beforrasztáshoz) kiessen, két, ferdén egymással szembe eső lábat megörbítünk, majd az összes lábat beforrasztjuk.

1 x 14-pólusú foglalat

1 x 16-pólusú foglalat



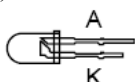
#### 1.5 Világító diódák (LED)

Most forrasztuk be LED-eket helyes polaritással a kapcsolásba. A világító dióda katódját a ház lecsapása, és a rövidebb kivezetés jelöli. Ha a világító diódát a fény felé tartva nézzük, akkor a katódot arról is felismerhetjük, hogy ez a nagyobb elektróda a LED belsejében. A

kártyára nyomtatott beültetési rajzon a katód helyzetét a világító dióda tokjának a körvonalán belül egy vastag vonal jelöli.

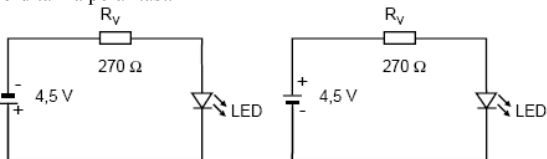
Először csak a LED egyik lábát forrasszuk be, hogy a LED helyzetét pontosan beállíthassuk. Ha ez megtörtént, utána forrasszuk be a másik lábát is.

LD 1...LD7 = piros Ø 5 mm, kisáramú



Ha a LED-nek hiányzik az egyértelmű jelölése, vagy ha kétségünk van a polaritással kapcsolatban (mivel némelyik gyártó különböző jelöléseket alkalmaz), akkor próbálkozással is megállapítható a helyes bekötés. Ehhez a következőket kell tennünk:

A LED-et egy 270 R (kisáramú LED esetén 4k7) értékű ellenálláson keresztül kb. 5V értékű tápfeszültségre (4,5 V-os vagy 9 V-os elem) kötjük. Ha most világít a LED, akkor a LED „katódja” helyesen az elem mínusz kapcsával van összekötve. Ha azonban nem világít a LED, akkor záróirányban van csatlakoztatva (katód a plusz kapcsán), és meg kell fordítani a polaritást.



A baloldali ábra esetében a LED záróirányban van csatlakoztatva, és ennek következtében nem világít (katód a „+”-on). A jobboldali ábra esetében a LED az áteresztő irányban van csatlakoztatva az előtét-ellenállással, és világít (katód a „-”-on).

### 1.6 Elemcsatlakozó

Forrasszuk be ezután helyes polaritással a 9V-os elem-csatlakozó vezetékait a „+” (plusz = piros) és a „-” (mínusz = fekete) jelölésű forrpontokra.

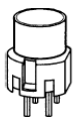
1 x 9V-os elemcsatlakozó



### 1.7 Nyomógomb

Nyomjuk bele a nyomógombot a számára készült furatokba, majd forrasszuk be a kivezetéseit a kártyára a forrasztási oldal felől. A nyomógomb ellapított oldalának a C2 felé kell néznie, különben nincs érintkezés.

1 x nyomógomb



### 1.8 Integrált áramkörök (IC)

Végezetül helyes polaritással bedugjuk az integrált áramköröket a foglalatukba.

**Figyelem!**

**Az integrált áramkörök nagyon érzékenyek a helytelen polaritásra. Ezért nagyon figyeljünk az IC megfelelő jelölésére (bemérés vagy pont).**

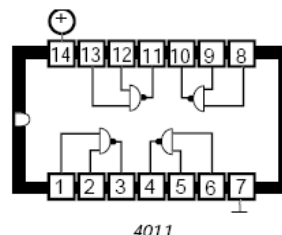
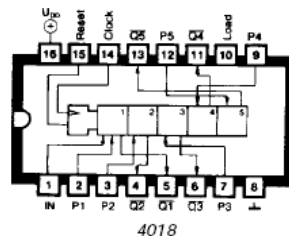
**Mindkét IC különlegesen érzékeny CMOS IC, amelyet már a statikus töltés is tönkretelhet.**

**A MOS-alkatrészeket emiatt kizárólag csak a tokjuknál szabad megfogni úgy, hogy közben ne érnünk a csatlakozólábaikhoz.**

**Az integrált áramköröket semmi esetre se cseréljük, vagy dugjuk be a foglalatába úgy, hogy közben az áramkör feszültség alatt van.**

IC1 = CD 4018, HCF 4018 vagy MC 14018  
programozható számláló/osztó  
(a kimarásnak vagy a pontnak a D1/C2 felé kell néznie)

IC2 = CD 4011, HCF 4011 vagy MC 14011  
Négy NAND-kapu 2-2 bemenettel  
(a kimarásnak vagy a pontnak a D1/C2 felé kell néznie)



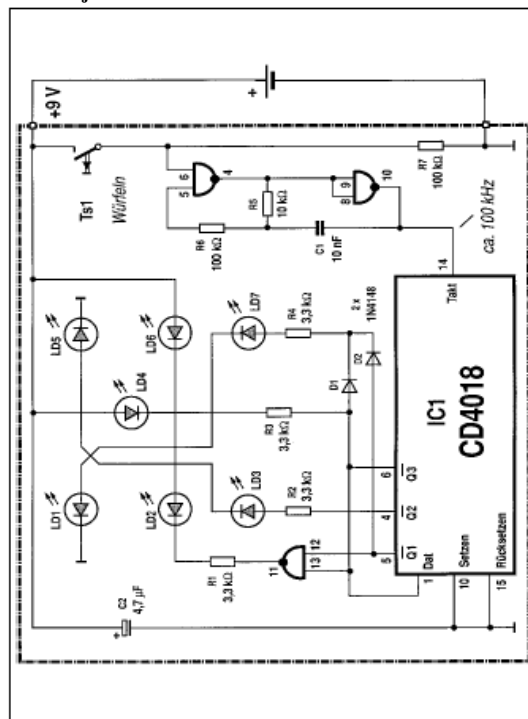
### 1.9 Végellenőrzés

A kapcsolás üzembeállítása előtt ellenőrizzük még egyszer, hogy az összes alkatrész jól van-e beültetve és helyes-e a polaritása. Nézzük meg a forrasztási oldalról (huzalozási oldal), hogy esetleges forrasztómaradványok nem képeznek-e áthidalásokat az egyes huzalozások között, mert ez rövidzárt és egyes alkatrészek tönkremenetelét okozhatja.

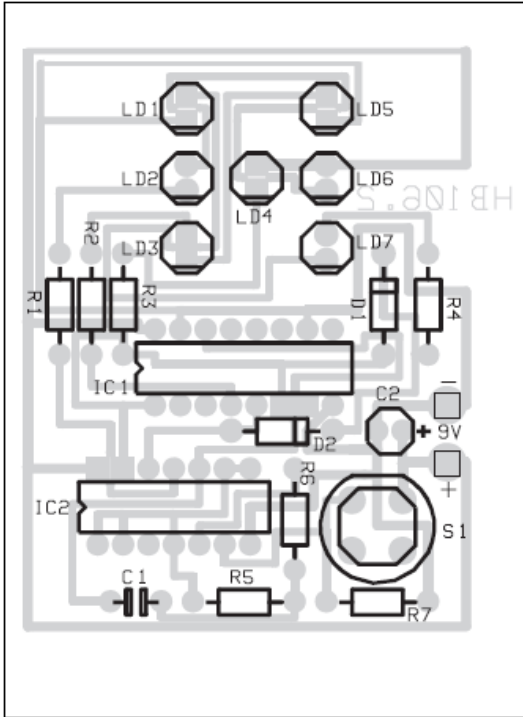
Ellenőrizzük továbbá, hogy nem fekszenek-e levágtott huzalvégek a kártyán vagy a kártya alatt, mivel ezek ugyancsak rövidzárt okozhatnak.

A legtöbb reklamációval visszaküldött építőkészlet hibái rossz forrasztásra (hidegforrasztási helyek, forrasztóon áthidalások, helytelen vagy nem megfelelő forrasztóon, stb.) vezethetők vissza.

### Kapcsolási rajz



## Beültetési rajz



## 2. szerelési fázis: Csatlakoztatás/üzembeállítás

**2.1** Miután beültettük a kártyát és ellenőriztük, hogy nincsenek-e esetleg hibái (hibás forrasztási helyek, forrasztóon-áthidalások), csak azután keríthetünk sort az első működési vizsgálatra.

**Gondoljunk arra, hogy ez az építőkészlet csak olyan hálózati tápegységből származó szűrt, vagy olyan elemből/akkumulátorból származó egyen-feszültséggel táplálható, amely képes szállítani az igényelt áramot. A gépkocsi-akkumulátortöltők, vagy a modellvasutak transzformátorai nem felelnek meg feszültség-forrásként, mivel az egyes alkatrészek tönkre-menetelét, vagy a teljes építőkészlet működés-képtelenségét okozhatják.**

### Életveszély!

**Ha hálózati tápegységet alkalmazunk feszültség-forrásul, akkor annak meg kell felelnie a vonatkozó biztonsági előírásoknak.**

**2.2** Dugjunk rá az elemcsatlakozóra helyes polaritással egy 9V-os tömbelemet, vagy egy megfelelő feszültség-forrást.

**Feltétlenül tartsuk be a helyes polaritást, mert különben tönkremehetnek alkatrészek.**

**2.3** A nyomógomb minden egyes megnyomásakor meg kell változnia a számképnak (különböző LED-ek).

**2.4** Ha eddig minden rendben volt, akkor az alábbi hibakeresési listát átugorhatjuk.

**2.5** Ha egy vagy több LED nem gyullad ki, vagy egyéb hibajelenség mutatkozik, akkor azonnal kapcsoljuk ki a tápfeszültséget, és vizsgáljuk át még egyszer a teljes kártyát az alábbi hibakeresési lista alapján.

### Hibakeresési lista

Pipáljuk ki az összes vizsgálati lépést!

- Helyes a tápfeszültség polaritása?  
(Ellenőrizzük az elemcsatlakozó vezetékéi: piros = „+”; fekete = „-”)
- A helyes értékű ellenállások vannak beforrasztva?  
Ellenőrizzük még egyszer az értékeket a szerelési utasítás 1.1 pontja alapján.

- Helyes polaritással vannak beforrasztva a diódák? Megegyezik a diódákon lévő katódgyűrű a kártyára nyomtatott beültetési rajzzal? A D1 katódgyűrűjének a C2-vel ellentétes irányba kell néznie. A D2 katódgyűrűjének ugyancsak a C2-vel ellentétes irányba kell néznie.
  - Be van forrasztva a két huzal-áthidalás?
  - Helyes polaritással van beültetve az elektrolit-kondenzátor?  
Hasonlítsuk össze még egyszer az elkóra nyomtatott polaritás-jelölést a nyomtatott kártyára nyomtatott beültetési rajzzal, illetve a kezelési utasításban található beültetési rajzzal. Gondoljunk arra, hogy az elektrolit kondenzátor gyártmányától függően vagy a „+”, vagy a „-” jelölés van az elkóra rányomtatva.
  - Helyes polaritással vannak beforrasztva a LED-ek?  
Ha a fénydiódát a fény felé tartjuk, akkor a katódot arról ismerhetjük fel, hogy ez a nagyobb elektróda a LED belsejében. A kártyára nyomtatott beültetési rajzon a katód helyzetét a világító dióda tokjának a körvonalán belül egy vastag vonal jelöli.  
Az LD1-LD7 fénydiódák katódjának az IC1 felé kell néznie.
  - Helyes polaritással vannak bedugva az integrált áramkörök a foglalatukba?  
Az IC1-en lévő bemarásnak vagy pontnak a D1/C2-vel ellentétes irányba kell néznie.  
Az IC2-n lévő jelölésnek az R6-al ellentétes irányba kell néznie.
  - Az IC-k összes lába jól van bedugva a foglalatba? Nagyon könnyen megtörténik, hogy az egyik láb bedugáskor meggömbül, vagy a foglalat mellé megy.
  - Nincs véletlenül egy forrasztási áthidalás vagy rövidzár a forrasztási oldalon?  
Hasonlítsuk össze azokat az összekötéseket a nyomtatott huzalozásban, amelyek véletlen áthidalásoknak néznek ki, a kártyára nyomtatott beültetési rajzzal (raszter) és a szerelési utasításban lévő beültetési rajzzal, mielőtt megszakítanánk egy huzalozási összekötést (vélt áthidalást). Abból a célból, hogy a nyomtatott huzalozás összekötéseit vagy szakadásait könnyebben megállapíthassuk, tartsuk a megforrasztott nyomtatott kártyát a fény felé, és a forrasztási oldal irányából vizsgáljuk meg ezeket a nemkívánatos jelenségeket.
  - Előfordul esetleg hidegforrasztás?  
Alaposan vizsgáljunk meg minden egyes forrasztási pontot. Vizsgáljuk meg egy csipesz segítségével, hogy nem mozognak-e egyes alkatrészek. Ha valamelyik forrasztási pont gyanús, akkor a biztonság kedvéért még egyszer forrasztuk át.
  - Vizsgáljuk meg azt is, hogy meg van-e forrasztva az összes forrasztási pont; gyakran előfordul, hogy forrasztás közben kihagyunk egyes forrasztási pontokat.
  - Gondoljunk arra is, hogy egy forrasztóvízzel, forrasztózsírral, vagy hasonló folyasztszószerezrel, vagy nem megfelelő forrasztóónnal forrasztott kártya esetleg nem működik. Ezek a szerek elektromosan vezetnek, és ez által kúszóáramokat és rövidzárat okoznak. Ezen kívül azokra az építőkészletekre, amelyeket savtartalmú forrasztóónnal, forrasztó-zsírral, vagy folyasztszószerezrel forrasztottunk meg, érvényét veszti a garancia, ill. a gyártó nem javítja, vagy cseréli.
- 2.6** Ha ezeket a pontokat ellenőriztük, és az esetleges hibákat kijavítottuk, akkor csatlakoztassuk újra a kártyát. Ha az esetleges hiba következtében nem károsodott egyetlen alkatrész sem, az áramkörnek most már működnie kell.

A kapcsolást csak akkor szabad üzembe állítani, ha a sikeres működési vizsgálatot követően be lett építve egy megfelelő házba, és a számára tervezett célra fogjuk használni.

### Egy jótanács!

**Ha a kártyát beépítjük egy házba, célszerű egy kapcsolót beiktatni az elemcsatlakozó vezetékébe (hogy ne kelljen minden egyes játék után kivenni a kártyát a házból), amellyel a játék befejezése után külön kikapcsolhatjuk a tápfeszültséget.**