

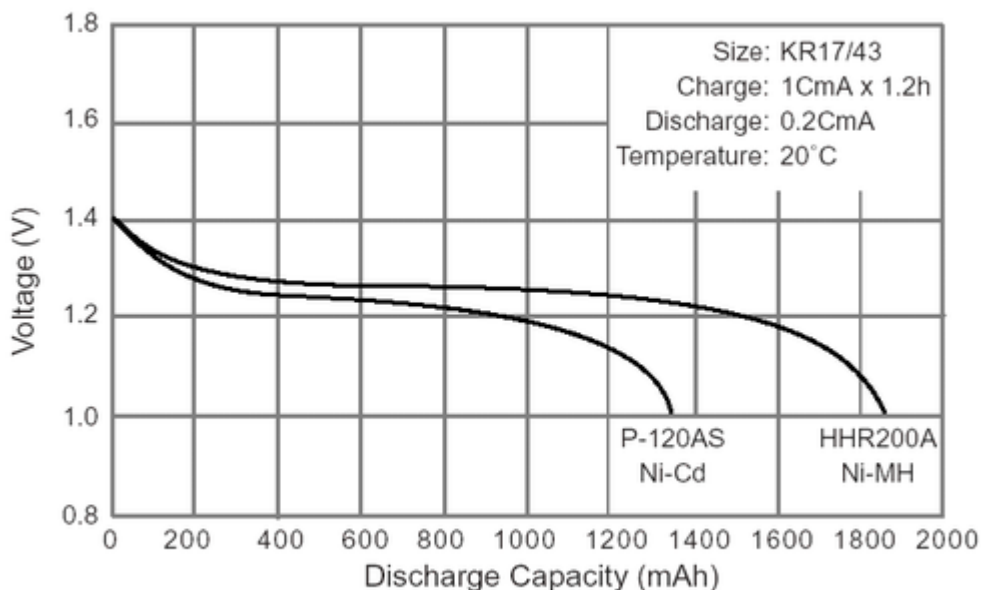
# Nikkel akkumulátorok kisütése

A nikkel akkumulátorok időszakos, vagy rendszeres kisütése a gyártók szerint is ajánlott. Ennek megoldásában próbál segíteni az általam készített egyszerű kis kapcsolás. De ez a „tízperces” áramkör, még egyéb alkalmazásokra is használható.

Akkumulátorok „kisütése” alatt, természetesen, az akkumulátor névleges kisütési feszültségére történő lemerítését értjük, meghatározott kisütő áram alkalmazása mellett.

A **Ni-Cd** alapú akkumulátorokat, a memória effektus elkerülése érdekében, szinte minden feltöltés előtt ki kell sütni.

A **Ni-Mh** alapú akkumulátoroknál a memória effektus nem olyan jelentős mértékű, de ha azokat „időre” töltjük (azaz a töltőáram és a kapacitás ismeretében állítjuk be rajta a töltési időt), akkor az így töltött akkumulátorok kisütése is javasolt, töltés előtt. Gyakorlatilag szinte minden egyszerű töltőkészülék ezzel a töltési módszerrel él. Intelligens töltőkészülékek persze kisütés üzemmóddal már rendelkeznek, és nem a töltés idejét határozzák meg, hanem a töltési feszültség csökkenésének pillanatát (-dV).



1. ábra Kisütési karakterisztika Ni-CD és Ni-Mh cella esetén

A gyártók által közreadott kisütési karakterisztikákból kiolvasható, hogy a kisütés végfeszültsége mindkét típus esetén 1 V. A kisütő áramot magunk választjuk meg. Az általam ajánlott 300 mA-es kisütő áram esetén még a 2300 mAh kapacitású akkumulátor is kisüthető. Így a teljesen feltöltött akkumulátor kisütése közel hét és fél óra alatt végrehajtható. Természetesen a kisütő áram értéke magasabb is lehetne, de vegyük figyelembe, hogy általában elsődleges célunk nem a teljesen feltöltött cellák kisütése, hanem a különböző lemerültségű cellák egységes és teljes lemerítése.

Az áramkör segédtápfeszültség nélkül üzemeljen.

A kisütés állapotáról jelzés álljon rendelkezésre.

Kisütés végeztével ne legyen jelentős önfogyasztása az áramkörnek.

Én, ezen feltételeket, még a következőkkel egészíteném ki.

A kisütést az áramkör cellánként végezze.

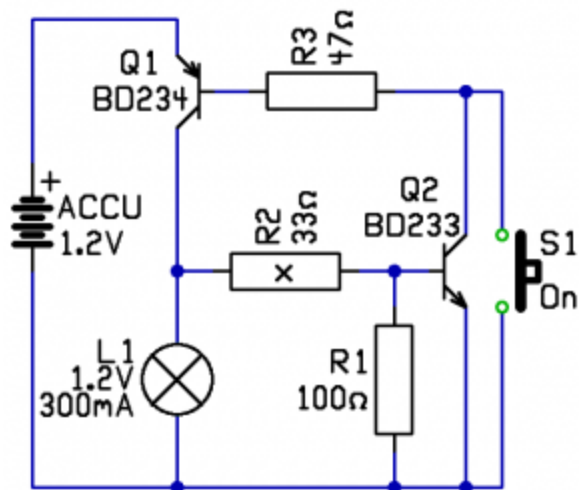
A kisütési idő alatt a kisütő áram jelentősen ne változzon.

A kisütés alatt és után az áramkör felügyelet nélkül hagyható legyen.

A kisütési végérték elérésekor a lekapcsolás határozott legyen.

Az áramkör lehetőleg egyszerű felépítésű és ez által fajlagosan költségtakarékos legyen.

Az áramkör felépítése és működése meglehetősen egyszerű, mindössze néhány alkatrészből áll. Tulajdonképpen a két tranzisztor egy komplementer bistabil multivibrátort alkot, melyet nyomógombbal hozunk üzembe, és az akkumulátor feszültségének csökkenése billent vissza.



2. ábra Kapcsolási rajz

Ha az áramkört polaritáshelyesen a cellára kapcsoljuk, akkor gyakorlatilag mind két tranzisztor zárva van, tehát az áramkörnek nincs áramfelvétele.

Ha a nyomógombot megnyomjuk (Q2 tranzisztor kollektor-emitterét rövidre zárva) Q1 tranzisztor bázisáramot kap R3-on keresztül. Így Q1 tranzisztor kinyit, és az bekapcsolja a lámpát. A lámpán eső feszültség, az R2/R1 feszültségosztón keresztül, a Q2 bázisára jut, így a Q2 tranzisztor kinyit, és biztosítja a Q1 bázisáramának állandóságát még akkor is, amikor a nyomógombot elengedjük.

Ez az állapot önfenntartó addig a pontig, míg a cella feszültsége 1V-ra le nem esik. Ekkor a Q2 már nem kapja meg a kellő nyitó bázis-emitter feszültségét, így zárni kezd. Ezzel csökken a Q1 bázisáram, mely elkezd a lámpaáram csökkentését.

A csökkenő lámpa feszültség, csökkenő Q2 bázis-emitter feszültséghez vezet. Így a folyamat szinte lavinaszerűen végbe megy, és a két tranzisztor ismét lezárt állapotba kerül.

Ebben az állapotban már gyakorlatilag nincs áramfogyasztás. A működés (vagy ciklus) csak abban az esetben kezdődik előlről, ha a nyomógombot ismételten megnyomjuk.

*Abban az esetben, ha a cellát nem a polaritásának megfelelően kapcsoljuk a töltőre, Q1 bázis-emitter szakasza lezár, és a zárt PN átmeneten keresztül, nem lehet a működést elindítani. Tekintve, hogy egy tranzisztor lehetséges záró irányú bázis-emitter feszültsége mintegy 5V értékű, meghibásodás nem jön létre.*

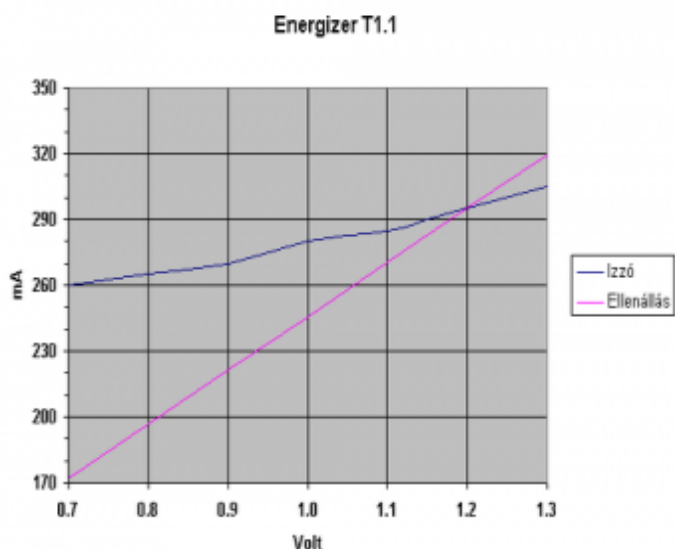
Az áramkör működése és működés elmélete elég egyszerű, de reményem szerint ezt az egyszerű kapcsolást több ifjú kolléga is megépíti majd. Így a kezdő kollégák segítségére és az

adatok használatának bemutatása céljából, talán mégsem érdemtelen kissé taglalni az eszközök kiválasztásának elveit.

Elsősorban szót érdemlő, maga a kisütő ellenállás, az izzó. Ezzel az egyszerű eszközzel most két legyet ütünk egy csapásra.

Tekintve, hogy célkitűzésünk volt a kisütés állapotának jelzése is, lámpát alkalmaztam. Led diódát nem igen használhatunk, mert annak minimális nyitófeszültsége 1,5V (piros), amely még egy teljesen feltöltött cella esetében sincs meg. Így a jelzésre és terhelésre, egy 1,2V-os 300mA-es lámpát használunk.

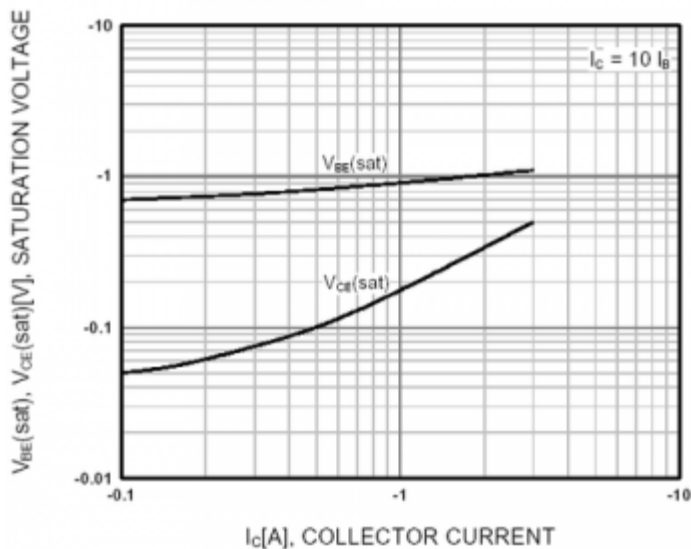
Másodsorban, a lámpa (a wolfram pozitív hő együtthatója miatt) közel áramgenerátorként működik. Ezzel biztosítja, hogy a kisütés alatt az áram értéke ne változzon jelentősen, mely a kisütés elhúzódását vonná maga után. A felvett karakterisztikából kiolvasható, hogy amíg 1,2V és 0,9V között egy ellenállás esetén a kisütő áram 30%-ot változik a feszültséggel arányosan, addig a lámpa árama csupán mintegy 10%-al változik.



3. ábra Izzó-Ellenállás karakterisztika 1,2V/300mA töltésre vonatkoztatva.

*A lámpa típusa egy Energizer gyártmányú T1.1-es típusjelölésű izzó. Ennek beszerzési ára viszonylag magas, de a bevásárlóközpontokban alkalmanként árulnak egyszerű 1db AAA elemmel működő lámpákat (nem led-es), melyben hasonló kaliberű izzó a lámpával együtt esetenként olcsóbban megvehető.*

Az áramkörben két egyforma minőségű, de PNP-NPN tranzisztor került alkalmazásra. A Q1 lámpameghajtó tranzisztorra egy 2 A maximális kollektoráramú tranzisztorra választottam. Látszólag indokolatlan a nagyáramú tranzisztorok használata, de a következők miatt esett választásom erre a két eszközre:



4. ábra: Szaturációs feszültség megállapítása

A lámpa árama mintegy 300 mA. A 2 A végáramú tranzisztor szaturációs feszültsége (a telítésbe vezérelt kollektor-emitter átmenet maradék feszültsége) közel 100mV-ra lehozható, értelmes bázisáram mellett. A mellékelt diagram mutatja a bázis-emitter és kollektor-emitter szaturációs feszültségét (igaz, 10:1 arányú kollektor-bázis áram mellett). A Q1 tranzisztor bázisáramát az R3 ellenállás korlátozza, közel 10mA értékre.

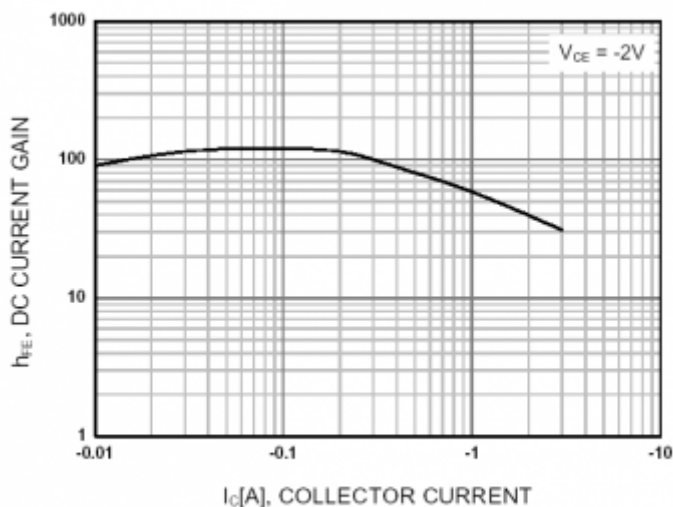


Figure 1. DC current Gain

5. ábra: Áramerősítési tényező megállapítása

Az áramerősítési tényező grafikonján látható, hogy a 300 mA-es kollektoráram mellett még mintegy 80-as bétára lehet még számítani. Így a 10 mA bázisáram még erősen nyitásban vezérli a tranzisztort, a maradék CE feszültség így alacsony szintű lesz.

Az alacsony szaturációs feszültség fontos, mert a feszültség figyelését az R1/R2 osztó alkalmazásával oldjuk meg. Tekintve, hogy az osztó a Q1 kollektorából nyeri a feszültségét, a magas maradékfeszültség (vagy annak változása) jelentősen befolyásolná a lekapcsolási feszültséget.

Tekintve, hogy a Q1 300 mA-es kollektor áramához 0,1V kollektor-emitter feszültség tartozik, annak disszipációja (hővé alakuló teljesítménye) kb. 30 mW. Ezt a teljesítményt a tranzisztor minden különösebb hűtés és melegedés nélkül elviseli.

A Q2 tranzisztor számára tulajdonképpen felesleges a teljesítmény tranzisztor alkalmazása, de azt a következő indokok alapján alkalmaztam:

Tekintve, hogy az áramkörben referencia gyanánt ennek a tranzisztornak a bázis-emitter nyitófeszültség könyökét alkalmazzuk, előnyös, ha a nyitó feszültség állandó, és nem változik jelentősen. Ennek a feszültségnek az értéke szobahőmérsékleten közel 650 mV. A feszültség hőfokfüggése mintegy  $-2,2 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ . R1/R2 miatt, az akkumulátorra viszonyítva ez az érték közel  $-3 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ -ra nő. Ha a környezeti hőmérséklet  $\pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$  között változik, akkor a lekapcsolási feszültség mintegy  $\pm 30 \text{ mV}$ -os pontatlanságot szenved. Viszont ez a hibaérték a kisütőhöz még éppen megfelelő.

Kisáramú tartományban, (bár ez a gyártók elnagyolt adatlapjának köszönhetően, a megadott karakterisztikákból ma már nehezen olvasható ki) elég „hirtelen” bázis-emitter feszültségkönyökkel rendelkezik. Így az éles könyöknek, és a jelentős pozitív visszacsatolásnak köszönhetően, a lekapcsolás néhány mV-on belül létrejön.

Hogy a tranzisztort ténylegesen a bázis-emitter feszültség vezérelje (létrejöjjön a feszültséggenerátoros meghajtás), a bázisosztónak megfelelően alacsony impedanciájúnak kell lennie.

A Q2 10 mA-es kollektoráram-tartományában a tranzisztornál több mint 100-as bétára számíthatunk. A szükséges bázisáram értéke így kb. 10  $\mu\text{A}$ . A bázisosztóban, hogy létrejöjjön a 650 mV feszültség, az R1-es (100  $\Omega$ -os) ellenálláson viszont 6,5 mA áramnak kell folyni. Így a bázis feszültséggenerátoros meghajtása biztosított.

Tekintve, hogy a 650 mV lekapcsolási feszültség a cellának alacsony lenne, a szükséges lekapcsolási feszültséget, az R2/R1 osztóval biztosítjuk. A pontos lekapcsolási feszültséget az R2 változtatásával fogjuk beállítani.

A tranzisztor hűtése nem szükséges, saját felülete biztosítja a környezeti hőmérséklet felvételét. Egy nagyáramú tranzisztor bázisárama akár 0,5A-t is meghaladhatja, így feltöltött cellák esetén fellépő „jelentős” bázisáram növekedés nem okoz kárt benne.

Az R2 ellenállás kiszámításánál a következőképpen járunk el:

Az akkumulátor lekapcsolási feszültségéből kivonjuk a Q2 szükséges bázis-emitter feszültségét, valamint a Q1 maradék kollektor-emitter feszültségét, így megkapva UR2 feszültséget.

Tekintve, hogy most már tudjuk az R2-re jutó feszültséget és a bázisosztó szükséges áramát, az R2 értéke már meghatározható.  $(1 \text{ V} - 0,65 \text{ V} - 0,1 \text{ V}) / 6,5 \text{ mA} = 38 \Omega$

Természetesen a tranzisztorok áramerősítési szórása, valamint a bázis-emitter küszöbfeszültség, illetve a szaturációs feszültség szórása miatt, ez az érték legegyszerűbben a gyakorlatban, méréssel határozható meg.

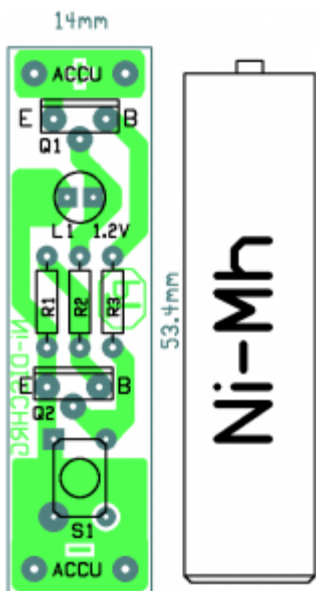
*Szükség esetén a kapcsolás némi engedelmények árán, BC639 / BC640-es komplementer*

párral is megvalósítható. A BC tranzisztor bekötése azonos a kis BD-vel, abban az esetben, ha a feliratok azonos irányból olvashatók.



6. ábra: Nyomatott áramkör beültetési oldalról (nyomtatható pdf formátumhoz kattints a képre)

A mellékelt nyomatott áramköri terv alapján az áramkör egyszerűen elkészíthető. De természetesen, mivel egy egyszerű kapcsolásról van szó, akár egy próbapanelen is könnyedén kialakítható. A nyomatott rajzolat, a könnyebb gyártás érdekében, egyszerre négy cellához szükséges áramkört tartalmaz, melyek egymástól független kialakításúak.



7. ábra Beültetési rajz

Az áramkör mérete közel illeszkedik az AA méretű cellákhoz. Így az áramkör akár a teleptok hátoldalára is ráforrasztható, vagy a nyomatot lap két-két furatában elhelyezett foszforbronz érintkező segítségével a „teleptok” kialakítható.

Az R2 ellenállást a bemérés után ajánlatos a végleges helyére forrasztani.

A tranzisztorok felirata a nyomógomb felől nézve olvasható.

A nyákba ültethető nyomógombokkal szemben szinte semmi minőségi követelmény nincs. Egy régi egérből, vagy egy videó kezelőpanelből általában kinyerhető.

Ha lehet, a panelt végleges beépítésnél függőlegesen helyezzük el, hogy az izzó látható legyen, és csak a Q1 tranzisztort melegítse.

Ha az izzó beforrasztása gondot jelent, akkor használjunk a réz fűtésvezetékek összeforrasztására használható LF Nr.3 típusú „Forrasztó pasztát”. Ennek több, mint 60 %-a ón. De csak az izzó lábainak előőnozására használjuk, majd langyos vízben tisztítsuk meg a felületet. Beőnozás után az izzó már könnyűszerrel a nyákba forrasztható. (A 250 gr-os paszta ára elég húzós, de számunkra egy életre megoldást adhat a nehezen forrasztható felületek őnozására)

Az áramkör helyes működésének alapfeltétele a jó telepkontaktus létrehozása. Tekintettel arra, hogy az áramkör 300 mA terhelőáram mellett ellenőrzi a kapocsfeszültséget, annak legkisebb csökkenésére, vagy kontakthibájára idő előtt kikapcsolja a kisütést.

Az áramkör bemérését, illetve beállítását, legegyszerűbben egy nullától szabályozható labortápegységgel oldhatjuk meg, a következő módon:

Állítsunk be a tápegységen 1,2 V feszültséget, ügyelve arra, hogy az áramkorlátja 300 mA felett legyen.

Csatlakoztassuk az áramkört polaritáshelyesen a tápegységhez.

Nyomjuk meg az „On” gombot. Hatására a lámpa világítani fog.

Lassan csökkentjük a tápfeszültséget addig, míg az izzó hirtelen el nem alszik.

Olvassuk le a tápegységről a kikapcsolási feszültséget. Ha nem megfelelő értékű, módosítsuk az R2 (33 Ω) értékét. Ha a kikapcsolási feszültség túl alacsony lenne, növeljük, ellenkező esetben csökkentjük az R2 ellenállás értékét.

*Ügyeljünk arra, hogy ha árammérőt csatlakoztatunk az áramkörrel sorba (amennyiben meg szeretnénk mérni a kisütő áramot), a műszeren eső feszültség csökkenti az áramkörre jutó feszültséget. Ebben az esetben a feszültségmérőnket közvetlen az áramkör kapcsaira kell csatlakoztatni.*

Amennyiben nem áll rendelkezésünkre tápegység, akkor egy „legatyásodott” cella is megfelelő lehet. Bekapcsoljuk a kisütést, és megvárjuk, míg az áramkör kikapcsol. Kis várakozási idő után, a nyomógombot újra megnyomva, és a műszert közben folyamatosan figyelve megállapítható a kikapcsolási feszültségszint. Ha többször szeretnénk ellenőrizni, akkor tápegységgel, vagy töltővel néhány percig újra töltést viszünk a cellába.

### **Kapacitásmérés**

A kis áramkörünket egyszerű módszerrel akár a cella kapacitásmérésére is használhatjuk. Ehhez a terhelő izzóval párhuzamosan egy hagyományos mechanikával rendelkező kvarcórát kötünk, úgy, hogy az óra telepkapcsát polaritáshelyesen az izzóra kapcsoljuk (ezek az órák 1 V feszültségen még vidáman működnek). Az órát a kisütés kezdetekor 12 órára állítjuk. A kisütés alatt az óra jár, majd annak befejezése után az óra megáll. De mivel a szerkezet mechanikus, az eltelt időt mutatni fogja, a kisütési idő nem vész el. Ezt az időt (órában) megszorozva a 300 mA terhelőárammal, megkapjuk a cella ténylegesen leadott kapacitását mAh-ban.

A cellák kapacitásának időszakos ellenőrzésére azért is szükség lehet, mert célszerű azonos kapacitással rendelkező cellákból készíteni az akkupakkot. ÍEzzel a módszerrel, nem csak a cella kapacitása mérhető, hanem meghatározhatjuk a szükséges töltési időt is, ha a ténylegesen mért kapacitást elosztjuk a töltő áramával, és megszorozzuk 1,2-el (120%). Gondoljunk bele, hogy a töltés-kisütés ciklusszám szerint csökkenő cellakapacitás miatt idővel az akkumulátort túltöltjük.

### **Többscellás akkupakkok kisütése**

Természetesen, ezen egyszerű áramkör minimális módosításával, nem csak cellaszinten tudunk kisütőt készíteni, hanem akkupakkok kisütésére is alkalmassá tehetjük:

A terhelő izzót az akkupakk feszültségének megfelelően választjuk meg.

Az R2 ellenállással sorba zenerdiódát köthetünk az akkupakk feszültségének megfelelően.

Pld. 6 db cella (7,2 V-os pakk) esetén egy 4,7..5,1 V-os zénert rakunk sorba, és R2 értékét beméréssel állapítjuk meg.

R3 ellenállás növelésére is sor kerülhet, cellaszámnak megfelelően.  $R3 = \text{cellaszám} * 47 \Omega$ .

### **Lámpakapcsoló és feszültség figyelő**

Sok esetben egy kézilámpa kapcsolójának átmeneti ellenállása megkeseríti az ember életét. Esetleg az akkumulátoros lámpánkat mélykisütésbe viszi a hosszú időre bekapcsolva felejtett lámpa. Ez, a legtöbb esetben, egyben az akkumulátorunk halálát is jelenti.

Tekintve, hogy az áramkörünk alapvetően egy bistabil multivibrátor, természetesen nyomógombbal nem csak be, hanem ki is kapcsolható. Ha még egy záró nyomógombot kötünk Q2 bázis-emittere közé, akkor az áramkörünk már ki-be kapcsolható a nyomógombokkal.

A leoldási feszültség a fenn leírtak szerint beállítható. Így a Q1 kis maradékfeszültsége ugyan csökkenti a fogyasztóra jutó telepfeszültséget, de ha ezt a maradékfeszültséget kellően kis értéken tartjuk, akkor az elenyésző lehet egy kapcsoló átmeneti ellenállása mellett.

Ha az akkumulátor feszültsége meghaladja az 5 V-os értéket, Q1 tranzisztor helyett FET tranzisztor is használható, minimálisra csökkentve ezzel a maradék feszültséget. Ebben az esetben viszont Q1 tranzisztor G-S lábai közé szükséges egy 1..10 kOhm-os ellenállás beiktatása, mert kikapcsolt állapotban az már nem „lóghat a levegőben”.

Az áramkör megépíthető "fejfel lefelé" is (fordított npn-pnp kapcsolásban), így kapcsolóeszközként az egyszerűbben beszerezhető NFET is alkalmazható. Természetesen ebben a működési módban az izzónak nem kisütő, hanem világító funkcióját használjuk.