

# 4. Laboratóriumi tápegység és breadboard

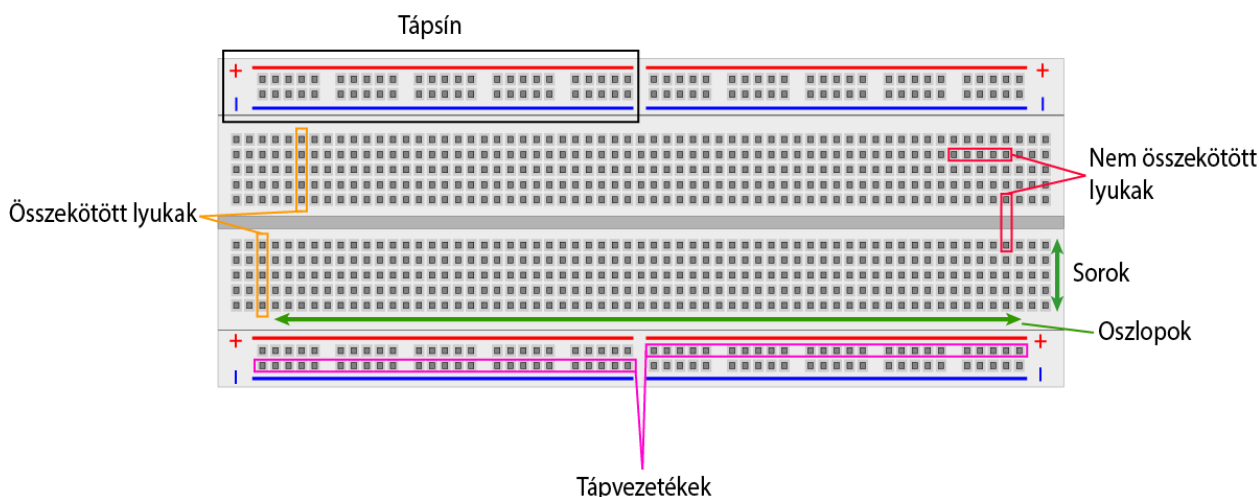
Írta: Csathó Botond

Lektorálta: Veréb Szabolcs

A leírás során megismerkedhetsz két hasznos eszközzel, amelyek áramkörök elkészítésénél és működtetésénél lesznek segítségére, ezek a breadboard és a laboratóriumi tápegység.

## A BREADBOARD

Ha egy áramkört szeretnél összeépíteni, akkor azt átláthatóan és egyszerűen meg tudod tenni egy erre a célra tervezett eszköz, a breadboard segítségével. Az elnevezés onnan ered, hogy ebbe a "táblába" (angolul board) olyan könnyen tudod az alkatrészeket belenyomni, mintha egy szelet kenyérbe (angolul bread) tennéd.



1. Ábra - A vezető sávok elhelyezkedése

A fenti ábrán látható, hogy kis lyukacsák találhatók a breadboardon, melyekbe az alkatrészek kivezetéseit (lábait) nyomhatod. Ezek a lyukak - az ábrán jelölt módon - a műanyagba ágyazott kis fémsínek segítségével össze vannak kötve.

A breadboard két hosszabb szélén egymás mellett elhelyezkedő lyuksorokat tápvezetékeknek nevezzük, polaritásukat általában jelölik a gyártók. Az egymás mellett pozitív és negatív tápvezeték párja az egyszerűség kedvéért gyakran csak tápsínként hivatkozunk.

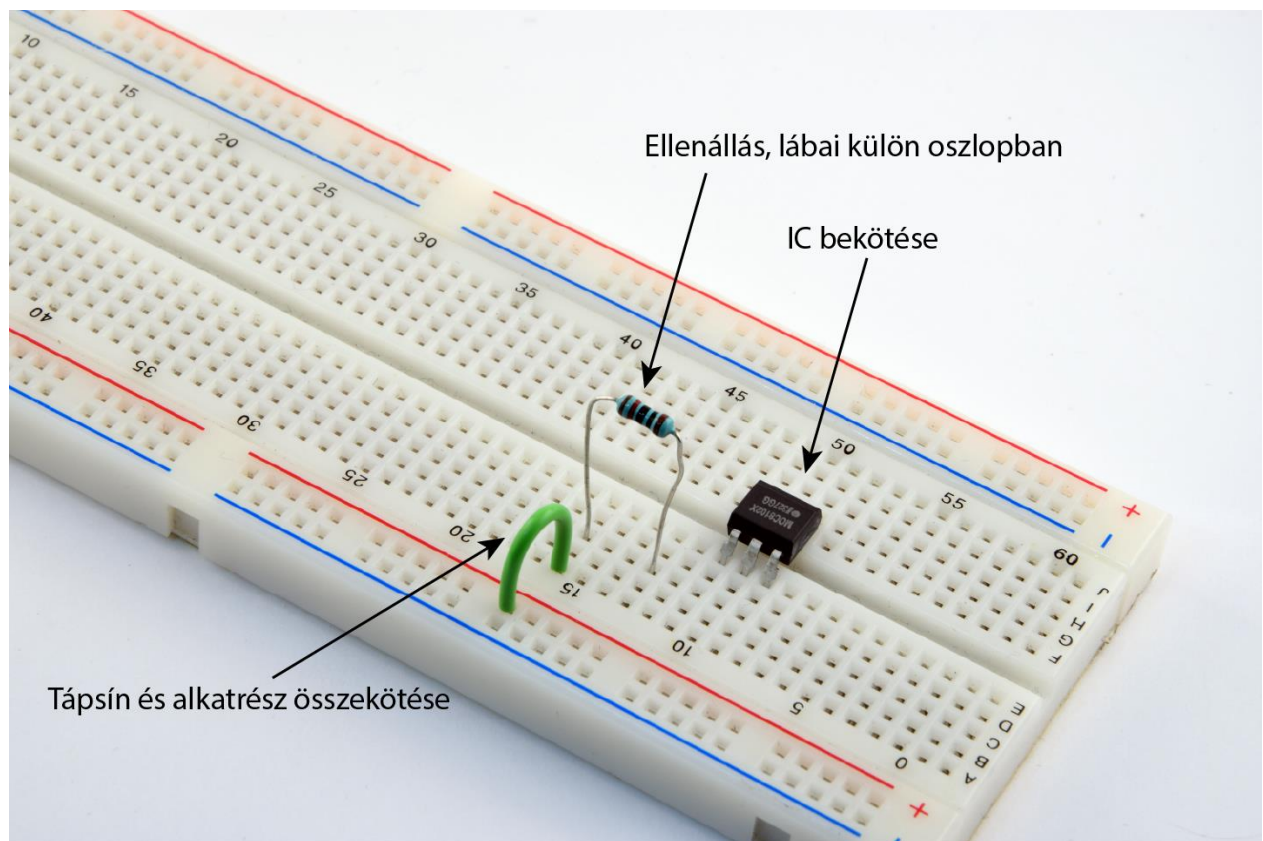
Az egyes sínek nincsenek egymással elektromos kontaktusban. Erre utal a polaritásokat jelölő festés megszakítása is. A tápsínekre kötheted az elektromos feszültségforrások kivezetéseit, a fenti ábrán látható breadboard esetében akár négy eltérő kapcsolófeszültségűt is.

Vannak olyan breadboardok, amiken oldalanként csak egy hosszabb tápsín található, ezekre nem négy, csak két különböző feszültségforrás csatlakoztatható. Használat előtt érdemes megállapítani, hogy milyen típus van a kezében, nehogy megvicceljen!

A két oldalsó tápsín közötti, középen kettéosztott részen meghatározhatunk sorokat és oszlopokat. A hosszabb oldalakra merőlegesen elhelyezkedő, vezetővel összekötött lyukak az oszlopok, ezeket általában számokkal jelölik.

A hosszabb oldalakkal párhuzamosan, azoktól azonos távolságban elhelyezkedő, elektromosan nem összekötött lyukak pedig sorokat alkotnak. A sorokat általában nagybetűkkel jelölik a gyártók. A breadboardot a közepén található hosszanti irányú bemélyedés (elválasztó rész) két különálló tartományra osztja. A tartományok nincsenek vezetővel összekötve. Ezeket az elnevezéseket a fenti ábrán is láthatod.

Ha elkezded használni, akkor egyből világossá válik a felépítése, nem kell tőle megijedni. Példaként nézzünk meg egy képet, amin különböző alkatrészek összekapcsolása látható!



2. Ábra - Breadboardon összeépített áramkör

A fenti áramkör funkciója és működése jelen esetben lényegtelen. Azt érdemes megfigyelned, hogy a hat kivezetéssel rendelkező fekete, lapos, IC-nek nevezett alkatrészt (később részletesen lesz szó róla) úgy dugták a breadboardba, hogy lábait ne kösse össze a panel. A két hosszanti oldalán található három-három lába az elválasztó rész különböző oldalaira esik. Jegyezd meg, hogy az ilyen “soklábú” alkatrészeket mindig így kell a panelba ültetni! Az így elhelyezett IC lábai külön-külön oszlopokba

kerülnek, nincsenek egymással elektromos kontaktusban. Ha több lába is ugyanazon oszlopban lenne, rövidre zárnád a kivezetéseit, emiatt valószínűleg nem tudnád a tápfeszültséget rákötni úgy, hogy működjön, de akár maradandó károsodást is szenvedhet az IC.

Fontos figyelned a kétlábú alkatrészek elhelyezésére is! Mivel ezek kivezetéseinek összekötése értelmetlen, így azokat két külön oszlopba kell nyomni.

Amikor az a célod, hogy elektromos kontaktot létesíts, akkor az összekötendő vezetékeket, vagy lábakat azonos oszlopba kell elhelyezni.

Az eddig látott alkatrészeket könnyen el tudtuk helyezni a breadboardon, mert mind lábakkal rendelkeztek, azonban nem csak ilyenek léteznek. A továbbiakban vizsgáljuk meg közelebbről ezt a kérdéskört!

## A FURATSZERELT ÉS FELÜLETSZERELT ALKATRÉSZEK FOGALMA

---

Az előbb megismerkedtünk a kapcsolások kivitelezésének egy módjával (breadboardon), azonban nemcsak így építhetünk össze egy áramkört.

Leggyakrabban úgynevezett Nyomtatott Áramköri Kártyára (röviden NYÁK) helyezik el az alkatrészeket. A nyomtatott áramkörök hordozóból, és az azokra felvitt vezetősávokból állnak, amik az egyes alkatrészeket összekötik a kívánt módon. A hordozó leggyakrabban üvegszálas anyagból, míg a vezetősávok általában rézből készülnek.

A NYÁK (angolul PCB, azaz Printed Circuit Board) felépítése nagyon sokféle lehet. A legegyszerűbb konstrukció, ha a hordozó lemez egyik oldalára visznek fel vezető sávokat. Ebben az esetben a lemez azon oldala, ahol a vezetősávok helyezkednek el a forrasztási, a másik az alkatrész oldal elnevezést viseli.

Gyakori, hogy a hordozólemez mindkét oldalán helyeznek el vezető sávokat, ezek az úgynevezett kétoldalú NYÁK-ok. Esetükben nem lehet fogalmilag tisztán elkülöníteni az alkatrész oldalt a forrasztási oldaltól.

Nem ritka, hogy a hordozólemez belső rétegeiben is helyeznek el vezető rajzolatot, ezek a többrétegű NYÁK-ok. A kétoldalú, illetve a többrétegű NYÁK-ok esetében a vezető felületek közötti elektromos kontaktust vezető réteggel bevont (idegen szóval: galvanizált) furatok biztosítják.

Az alkatrészeket különböző kivitelű lábkivezetésekkel gyártják, és így más-más féle módon rögzíthetők a NYÁK-ra.

Ha egy alkatrész hosszú lábakkal rendelkezik, akkor fémezett furatokat készítenek a hordozóba, amiken a lábakat keresztül lehet vezetni, illetve azokba beforrasztani. Ezeket furatszerelt (angolul through hole, röviden TH) alkatrészeknek nevezzük.

A másik lehetőség, ha az alkatrész nem rendelkezik hosszú kivezetésekkel. Ezeket közvetlenül a vezetőrétegen létrehozott érintkezési felületekre (angolul pad-ekre) forrasztják. Az így rögzítetteket felületszerelt (angolul surface mount device, röviden SMD) alkatrészeknek nevezzük.

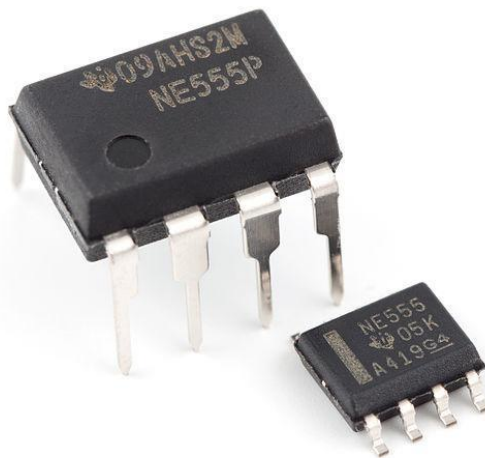
A felületszerelt alkatrészek használatának nagy előnye a helytakarékoság, ezért ezek a gyakoribb építő elemek a kapcsolások fizikai megvalósításánál.

## Kitekintés

Kevésbé elterjedt elnevezés a nyomtatott huzalozású lemez, röviden NYHL. Ez vezetősávokkal ellátott hordozólemezt jelent, beültetett alkatrészek nélkül. A gyakorlatban esetenként összemosódhat a két fogalom, vagyis az alkatrészek nélküli, illetve a készre szerelt áramköri lemez. A NYÁK elnevezést használják az alkatrészekkel felszerelt, illetve a még beültetés előtt álló, vezetősávokkal ellátott hordozólemezekre is, de a legtöbbször ez nem értelemszerű.



3. Ábra - Kétoldalú NYÁK, melyre mindenféleképpen rögzítettek alkatrészeket



4. Ábra - Azonos alkatrész, csak az egyik furat-, a másik felületszerelt tokozású  
Forrás: Swift.Hg [CC BY-SA 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)]  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NE555\\_DIP\\_%26\\_SOIC.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NE555_DIP_%26_SOIC.jpg)

Az alkatrészek nagy része elérhető furat- és felületszerelt formában is. A breadboardba praktikusabban a furatszerelt alkatrészek rögzíthetők, emiatt a tananyag során főleg ilyeneket fogunk használni az áramköreinkhez.

## AZ ALKATRÉSZLÁBAK SZÁMOZÁSA

Jogosan merülhet fel a kérdés, hogy a "soklábú" alkatrészeknél honnan tudhatod, hogy melyik lábára mit kell csatlakoztatni? Ebben a kérdésben mindig a gyártó által közölt alkatrészleírásra (angolul: datasheet) kell támaszkodni; ezek a legtöbb esetben elérhetők az interneten, angol nyelven. Az ebben a tananyagban említett alkatrészek leírásait a weboldalon is megtalálhatod.

Ha fellapozol egy ilyen specifikációt, akkor azt látod, hogy meg vannak számozva az alkatrészlábak, és a számok mellé vannak írva a funkcióik, illetve a számok alapján hivatkoznak az egyes lábakra.

Az 1. lábat a gyártók többféle módon is jelölhetik. A leginkább elterjedt mód egy pötty a tokozáson.

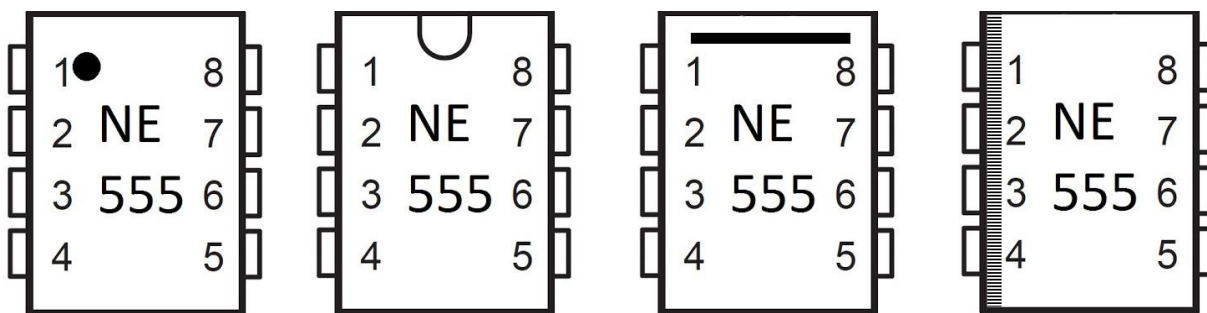
Másik hasonlóan elterjedt jelölés a tokozás egyik oldalában egy félkör alakú bemarás. Ha magad elé teszed az asztalra az IC-t, úgy, hogy a saját lábain álljon és a tőled legtávolabbi oldalán legyen a bemarás, akkor a tok bal oldali legtávolabbi lába lesz az 1. kivezetés.

Néhány gyártó a bemarás helyett vonalat használ, ez esetben az 1. láb meghatározása a bemarásos jelöléshez hasonlóan történik.

Talán a legelvarázsoltabb jelölésmód az, mikor az IC egyik oldala lecsapott. Olyan, mintha ferdén lereszelték volna az IC egyik oldalélét. Ha ilyenrel találkozol, akkor szintén tedd magad elé az asztalra a "soklábú jószágot" úgy, hogy a lábain álljon és a lecsapott oldala a bal kezéd felől essen. Ekkor baloldali legtávolabbi kivezetése lesz az 1. láb.

Ha már megtaláltuk az 1-es lábat, onnantól a számozás azonosítása egységes rendszer szerint történik. Ha úgy teszed magad elé az asztalra az IC-t, hogy a lábain álljon, akkor az 1. lábtól az óramutató járásával ellentétes irányban (jobbról balra) halad a számozás, növekvő sorrendben.

A fenti jelöléseket foglalják össze a következő ábrák:



5. Ábra - Lábkiosztás jelölése

## ÁRAMKÖREINK TÁPELLÁTÁSA

Fentebb megismerkedtünk a breadboarddal, amin összeépíthetjük furatszerelt alkatrészekből álló áramkörünket. Működésükhöz elektromos energiát kell biztosítanunk, tehát szükségünk van egy feszültségforrásra!



Több lehetőségünk is van egy áramkör tápellátására. Választhatjuk a mindennapi életből jól ismert galvánelemeket, vagy a környezetbarát, újratölthető akkumulátorokat:



6. Ábra - Különböző galvánelemek

Forrás: Lead holder [CC BY-SA 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)]

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Batteries\\_comparison\\_4,5\\_D\\_C\\_AA\\_AAA\\_AAAA\\_A23\\_9V\\_CR2032\\_LR44\\_matchstick-1.jpeg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Batteries_comparison_4,5_D_C_AA_AAA_AAAA_A23_9V_CR2032_LR44_matchstick-1.jpeg)

Most mi egy másik módját választjuk, ami kevésbé ismert. Aki eddig nem építetett áramköröket, az talán csak középiskolai fizika órán találkozott a laboratóriumi tápegységgel. A "laboratóriumi" elnevezés arra utal, hogy egy kísérletezéshez, fejlesztéshez, barkácsoláshoz használatos szerkezetről van szó. A laboratóriumi tápegység (a szakzsargonban: labortáp) az elektromos hálózatról vételezett váltakozó feszültséget alakítja át egyenfeszültséggé. A kivezetései közötti elektromos feszültség, illetve a rákapcsolt áramkörön átfolyó áram maximális korlátja is szabályozható. Látni fogjuk, hogy nem csupán azért praktikus, mert nem merül le, több más előnnyel is rendelkezik egy sima zsebteleppel szemben.

Természetesen, ha van már hasonló készüléked, akkor használhatod azt is nyugodtan, nem csak a tananyaghoz ajánlottat. Egy ilyen tápegység nem túlságosan pénztárca barát, egy lényegesen olcsóbb alternatíva a dugasztáp. Ez a szerkezet szintén el tudja látni a megfelelő tápfeszültséggel a tananyagban szereplő áramköröket, de nem rendelkezik állítási lehetőségekkel.

Ha kedvet kapsz a további kalandozásokhoz az elektronika érdekes világában, akkor idővel mindenképp szükséged lesz egy labortápra, rendkívül hasznos segédeszköz!

## A DUGASZTÁP

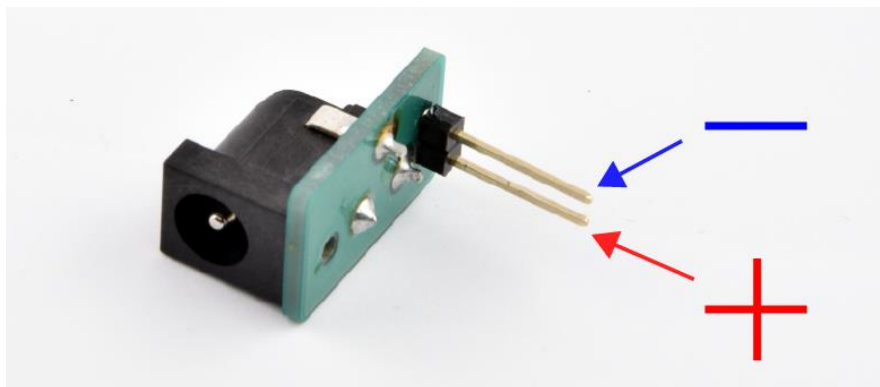
Vizsgáljuk meg tüzetesebben az alternatívaként ajánlott dugasztápot. A dugasztáp, ahogy a neve is sejteti egy fali aljzatba közvetlenül csatlakoztatható tápegység. A tananyaghoz használt példány a kivezetése között állandó, 12V nagyságú egyenfeszültséget állít elő, a rákapcsolt áramkört pedig maximálisan 1,2A egyenárammal tudja meghajtani. Ezekkel a paraméterekkel az összes, jelen tananyagban szereplő áramkört képes működtetni.



7. Ábra - A dugasztápegység

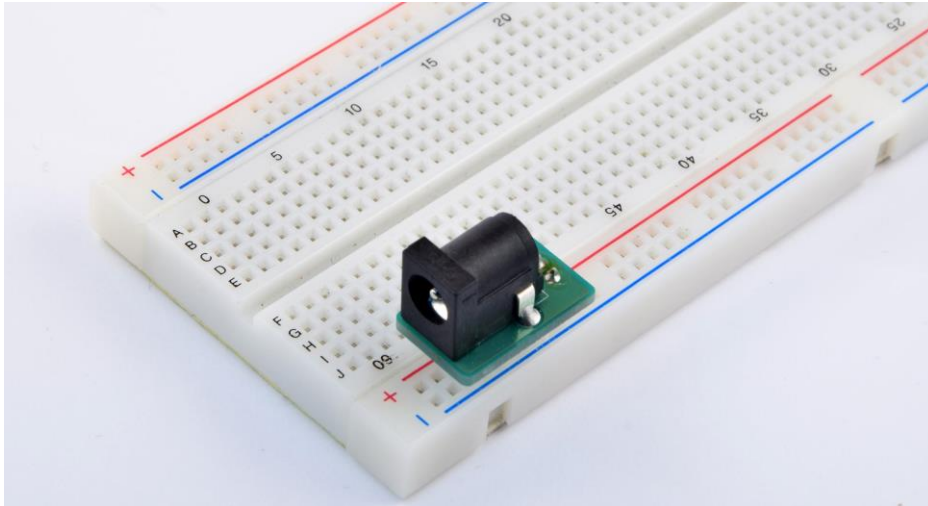
A dugasztáp kivezetése kétpólusú csatlakozó, amit nem tudsz közvetlenül a breadboardra rögzíteni, szükséged van egy átalakítóra, ezt tartalmazza az alkatrészcsomag. Az átalakító tápegység csatlakozóját fogadni képes foglalatból és egy két tűskéből álló, breadboardba nyomható érintkezőből áll.

Fontos ügyelned a tűsek polaritására! A dugasztáp csatlakozójának külső pólusa a negatív, a belső a pozitív, ha csatlakoztatod az átalakítóhoz, akkor a két tűske polaritását a következő ábra mutatja:



8. Ábra - A tűsek polaritása

Célszerű tehát úgy csatlakoztatni a breadboardba, hogy tápsínről leolvasható legyen a polaritás, például a következő módon:

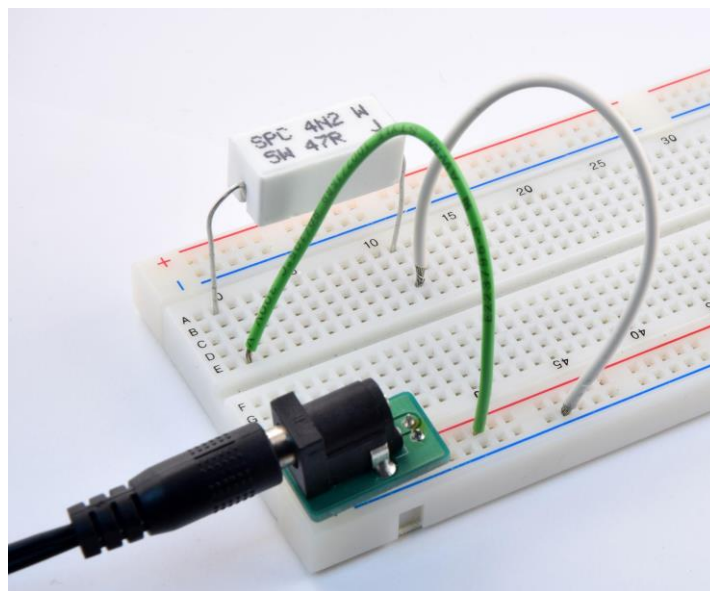


9. Ábra - Egy lehetséges, polaritáshelyes csatlakoztatás

Hogyha már sikeresen csatlakoztattad a breadboard tápsínjébe a feszültségforrást, akkor próbáld is ki a működését! Vegyél elő a tananyaghoz kapott alkatrészek közül egy nagy teljesítményű, (maximálisan) 5W-ra méretezett, 47 $\Omega$ -os ellenállást.

**Vigyázz az áramkör összeállításánál, mert nem szabad sokáig bekapcsolva tartani! Működése közben jelentős hő fejlődik, ezért megégetheted magad, és kár keletkezhet a breadboardban is!**

Az ellenállás lábait hajlítsd meg, majd nyomd a breadboardba, és két vezetékkel csatlakoztasd a tápsínbe. Az ellenállás nem érzékeny a polaritásra, tehát úgy csatlakoztathatod a dugasztápra, ahogy szeretnéd. Az alábbi kép segít az összeállításban:



10. Ábra - Egy lehetséges összeállítás

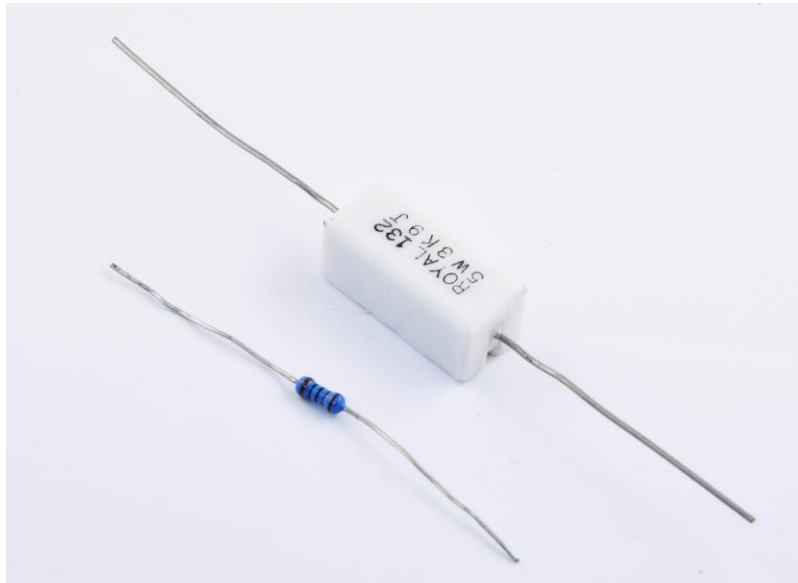
Természetesen nyomhatod az ellenállás kivezetéseit közvetlenül is a tápsínbe, de az átláthatóságot segíti, ha oda nem helyezel az építések során alkatrészeket.



Ha csatlakoztatod a konnektorba a dugasztápot, rövid idő elteltével érezheted, hogy az ellenállás melegszik, akár 100°C fölé is forrósodhat. Emiatt ne tartsd sokáig bekapcsolva az áramkört!

A második részben az ellenállásról megtudtad, hogy annak helyhez kötött atommagjaival ütköznek az áramló elektronok, emiatt mozgási energiájuk egy része hőenergia formájában a környezetbe távozik, idegen szóval disszipálódik. Az, hogy ez az ellenállás 5W-ra méretezett, azt jelenti, hogy maximum ekkora villamos teljesítmény hatására keletkező hőteljesítmény disszipálására képes károsodás nélkül.

Az apróbb, hengeres fémréteg ellenállások kisebb teljesítményűek, méretükből adódóan kicsiny a hőkapacitásuk, illetve kisebb felületen képesek hőleadásra. Az alábbi ábrán különböző teljesítményre méretezett ellenállásokat láthatsz:



11. Ábra - Különböző teljesítményre méretezett ellenállások

A második részben megtanult formula alapján kiszámíthatjuk, hogy jelen esetben mekkora villamos teljesítmény jut az ellenállásra, hiszen tudjuk, hogy 12V egyenfeszültség esik rajta és 47Ω az értéke:

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{(12 [V])^2}{47 [\Omega]} = 3,06 [W]$$

Ez pedig már számottevő melegedést tud előidézni, mint azt érezheted is.

## LABORATÓRIUMI TÁPEGYSÉG

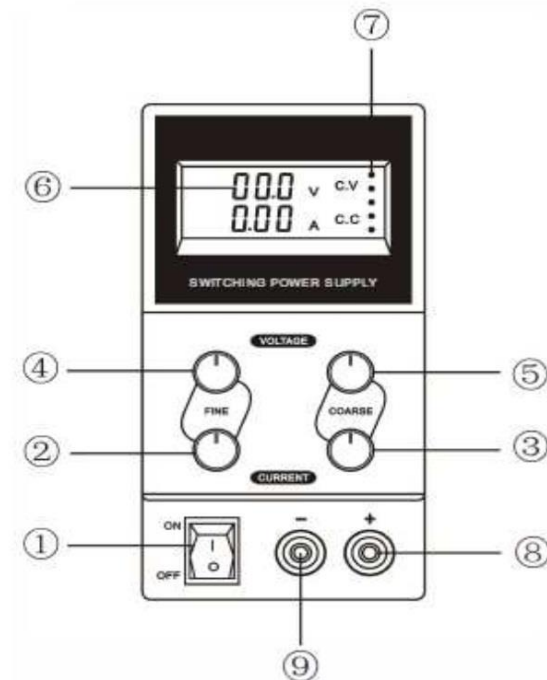
---

Vizsgáljuk meg részletesen laboratóriumi tápegységünket! Az általunk javasolt típusú labortápot ismertetjük, azonban a következőkben leírtak általánosan igazak a legtöbb hasonló kaliberű tápegységre. Ha nem ilyen típusút használsz, akkor is érdemes áttanulmányoznod a következő részt, mert a funkciók valószínűleg hasonlóak.

A megismerkedéshez bontsd ki a tápegység dobozát, vedd elő belőle a tápegységet, és a hozzá tartozó tápkábelt, ami egy egyszerű PC tápkábel. Csatlakoztasd a kábel megfelelő végét a laboratóriumi

tápegység hátoldalán található foglalatba, a másikat dugd be a konnektorba. Javasolt a dobozban található használati utasítás áttanulmányozása!

A tápegység maximum 30V feszültséget tud előállítani a kapcsai között, ezt tized voltos felbontásban tudod leolvasni a kijelzőről. A leadott maximális áramerősség 5A nagyságú lehet, ezt század amper pontosan tudod leolvasni.



12. Ábra - A tápegység kijelzője és kezelőszervei

A továbbiakban a fenti ábrán látható számozás alapján azonosítjuk az egyes kezelőszerveket.

Az (1) jelű kapcsolóval tudod bekapcsolni a tápegységet. A (8) és (9) jelű csatlakozókba banándugót dugva tudod a tápegységet áramkörbe kötni.

A panel középső részén található négy kezelőszerv, ezek változtatható értékű ellenállások (úgynevezett potencióméterek, vagy röviden potméterek). Ezekkel egyrészt a tápegység kivezetései közötti feszültséget, más néven kapocsfeszültséget tudod szabályozni, másrészt be tudod állítani az áramkorlátot, vagyis azt a maximális áramerősséget, amelynél semmiképp sem szeretnénk nagyobb megengedni a kivezetések között. A (4) és (5) jelű potméterrel a kimenetek közötti feszültséget, a (2) és (3) jelölttel a maximális leadott áramerősséget állíthatod. A „coarse” felirat arra utal, hogy az (5) és (3) jelű potencióméterrel a kapocsfeszültséget és az áramkorlátot nagy lépésekben tudod szabályozni. A „fine” felirattal ellátott (2) és (3) potméterrel pedig ugyanezen mennyiségeket finoman, vagyis kis lépésekkel tudod állítani. Praktikusan először a durva szabályozást végezd el és utána korrigáld finoman az értékeket.

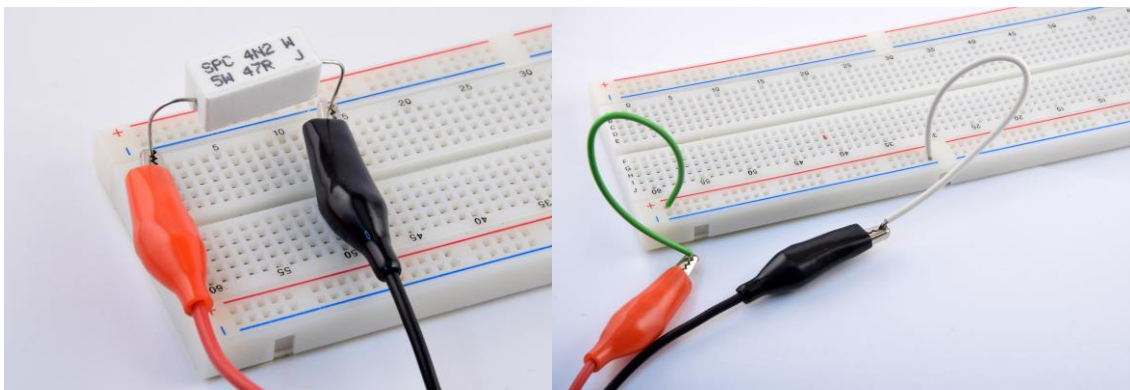
A (6) jelű kijelző rész a kimenetek közötti feszültséget mutatja voltokban, alatta pedig a tápegység által leadott áram erőssége olvasható le amperben. A (7)-essel jelölt kijelző rész arról informál, hogy a tápegység milyen üzemmódban működik. Ezek, vagyis a C.V. és C.C. rövidítés jelentésével a későbbiek

során fogunk részletesen megismerkedni. Az egymás alatt elhelyezkedő pontsorozat pedig grafikus visszajelzést ad a leadott áramerősség nagyságáról.

A labortápegység kivezetéseit sokféleképpen tudod csatlakoztatni az áramkörökbe, ha a breadboardon dolgozol. Használhatod erre a célra a labortáphoz mellékelt kábelt. Ennek egyik végén banándugó, a másikon krokodilcsipesz található. Akár közvetlenül is rácsípteted az alkatrész lábakra a krokodilcsipeszeket.

Az átláthatóságot növelő megoldás, ha készítesz két darab, a szigetelésétől mindkét végén megfosztott vezeték, ezek egyik végére a krokodilcsipeszeket csípteted, majd a másik vezetékvégeket a breadboard tápsínjébe nyomod polaritás helyesen. Nagyon fontos ügyelned arra, hogy véletlenül ne hogy összeérjenek a krokodilcsipeszek vagy a vezetékvégek, mert akkor rövidre zárod a tápegységet! Ilyenkor ügyelni kell arra is, hogy mekkora áramot folyatsz a vékony vezetékeken!

Mind a vezeték, mind a breadboard belsejében lévő vezetők jelentősen melegedhetnek már néhány amperes terhelés esetén is, olyannyira, hogy megolvadhat a vezeték szigetelése, vagy a breadboard műanyagja is. A tananyagban szereplő áramkörök esetében ezektől a problémáktól normál működés esetén nem kell tartanod.



13. Ábra - A két lehetséges csatlakoztatási forma

## A KIMENETI FESZÜLTSG ÁLLÍTÁSA

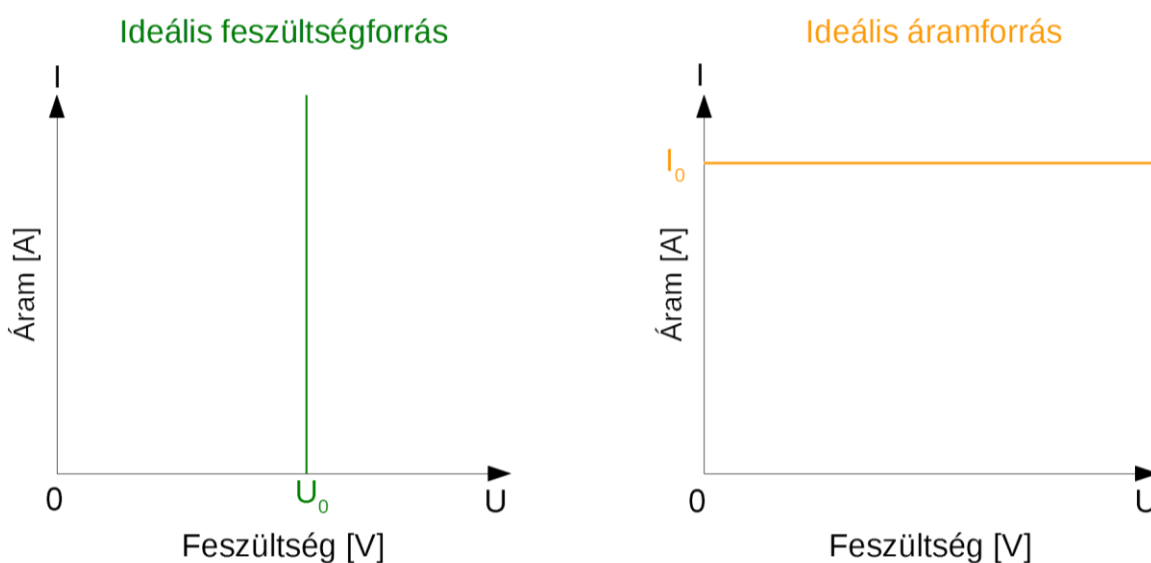
Most fogjuk először kipróbálni a labortápot. Először csatlakoztasd le róla a vezetékeket, majd kapcsold be. Figyelj arra, hogy az áramkorlát ne legyen nullára állítva, tehát a (2)-es és (3)-as kezelőszervek ne legyenek teljesen balra csavarva.

A kijelzőn látsz valamekkora feszültségértéket, azonban áramerősség zérus, hiszen nem csatlakoztattál még a kivezetésekre semmit. Gyakorlásképp próbálj meg különböző kapocsfeszültségeket beállítani.

Ezután vedd a kapocsfeszültséget a minimumra, ezt onnan tudod ellenőrizni, hogy a kijelző nulla voltot mutat. Vedd elő a 68Ω-os 10W-ra méretezett teljesítmény-ellenállást, nyomd a breadboardba és lábaira csíptesd a labortáp kivezetéseit! Óvatosan tekergesd a feszültség szabályozó potenciométereket, állíts be több különböző, de 12V-nál kisebb kapocsfeszültséget. (Ez az összeállítás is jelentősen tud melegedni, ne használd sokáig!) Láthatod, hogy nagyobb feszültségértékekhez arányosan nagyobb áramerősség tartozik, ezek kapcsolatáról még lesz szó részletesen.

Ha kísérletezés közben leveszed a kivezetésekről a terhelést, akkor láthatod, hogy nem változik meg jelentősen a kapocsfeszültség. Ez alapján megállapíthatjuk, hogy a labortáp a beállított kapocsfeszültséget tartja a terheléstől függetlenül (az áramkorlátig), ez nagy előnye a zsebleppel szemben. (Elképzelt, hogy egy zseblepp kapcsai között mért üresjárás feszültség a névleges érték közelében van, azonban terhelés hatására ez lecsökkenhet, ami főleg olyankor látványos, ha az elem lemerülő félben van.)

Mielőtt továbblépnénk a kísérletezésben, tegyünk egy hangyányi elméleti kitérőt! A laboratóriumi tápegység elsősorban azért több egy átlagos zsebleppnél, mert két, csak elméleti szinten létező építőelemet nagyon jó közelítéssel meg tud valósítani; az ideális feszültségforrást és az ideális áramforrást.



14. Ábra - Az ideális feszültség és áramforrás U-I karakterisztikái

## Kitekintés

Érdemes még egy kicsit elidőzni a valóság fizikai modellekkel és törvényekkel való leírásánál! A megépíthető áramköri elemeknek sokféle fiktív megfelelője értelmezhető. Ezek jelentősége abban áll, hogy ha elméleti úton szeretnénk egy áramkör viselkedését meghatározni, akkor a valóságot matematikailag leírható, számolható formába kell önteni. Ezt az ideális elemek segítségével tehetjük meg könnyen, de -megfelelő- közelítéssel.

A valóság modellezése segíti a mérnöki munkát. Így megépítés, kísérletezés nélkül tudunk következtetéseket levonni egy kipróbálatlan kapcsolás működéséről. A számolások segítenek például az alkatrészek méretezésében, a hibajelenségek megértésében.

Az előbb megismert két ideális építőelemnek számunkra az a jelentősége, hogy a laboratóriumi tápegység működését tudjuk modellezni segítségükkel. Így ha ismered ezt a két fiktív elemet, a labortáp működését is könnyebben fogod megérteni!

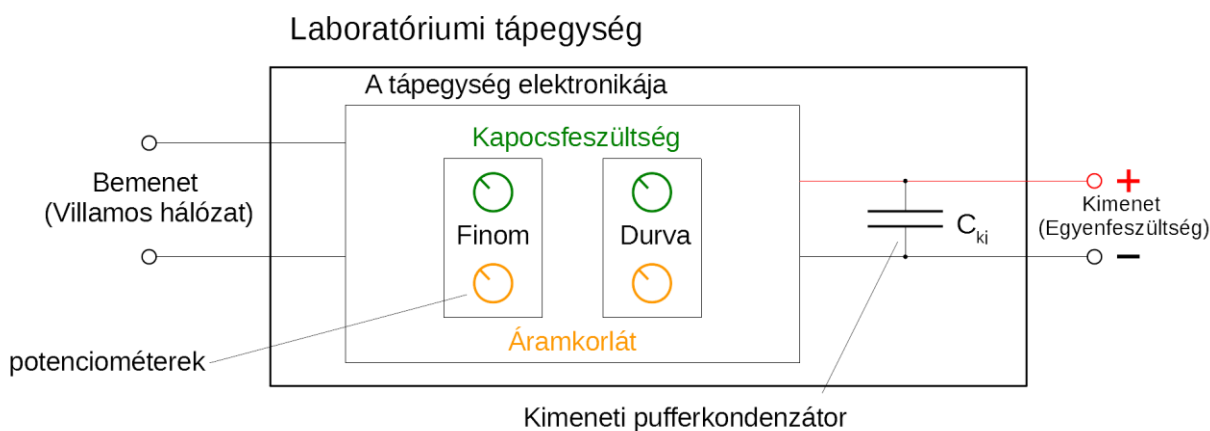
Természetesen, mint minden fizikai valóságot közelíteni próbáló modellnek, ezeknek is megvannak a határai. Ami azt jelenti, hogy a fizikai mennyiségek elmélet alapján megjósolt értéke csak jó közelítéssel egyezik meg az összeépített áramkörben mért adatokkal. Ezt is látni fogod nemsokára, hiszen csak bizonyos feltételek mellett tekinthető ideális feszültség vagy áramforrásnak a tápegység.

Az előbbi kísérletezés során megfigyelhetted, hogy amíg a teljesítmény-ellenállásra kapcsolt feszültséget szabályoztad, végig a C.V. (Constant Voltage) rövidítés világított a labortáp kijelzőjén. Ez arra utalt, hogy a labortáp ideális feszültségforrásként funkcionált, vagyis a beállított feszültségértéket tartotta a kivezetések között, az áramkör áramfelvételétől függetlenül. Ha terheletlen állapotban beállítottál egy kapocsfeszültséget, akkor az a terhelés rákapcsolásakor sem változott meg jelentősen. Labortápunk addig működik ideális feszültségforrásként, amíg a rákapcsolt áramkör áramfelvétele nem éri el a beállított áramkorlátot (maximum 5A). A laboratóriumi tápegységek ezen üzemmódját feszültséggenerátoros üzemmódnak is lehet nevezni.

### AZ ÁRAMKORLÁT BEÁLLÍTÁSA

A tápegység áramkorlátja azt garantálja, hogy az adott kimeneten nem folyhat nagyobb áram a beállított értéknél. Mikor jöhet jól az áramkorlát adta biztonság? Elsősorban akkor, ha áramköri elemeinket szeretnénk megvédeni a túláramtól, ami felléphet például egy rövidzár miatt. Roppant hasznos akkor is, ha nem vagyunk benne biztosak, hogy minden a terveknek megfelelően van bekötve.

A továbbblépéshez tisztázzunk néhány részletet a tápegység belső felépítésével kapcsolatban! Az eszköz nagyon leegyszerűsítve, logikailag az alábbi ábrán látható módon épül fel:



15. Ábra - A labortáp egyszerűsített belső felépítése

Láthatod, hogy a kimenetek között található egy pufferkondenzátor. Emlékszel? A kondenzátorban tárolt energia függ a kapacitástól, és a rajta mérhető feszültségtől. A pufferkondenzátor fontos a tápegység helyes működéséhez, azonban a szabályozó elektronika után helyezkedik el, így a kivezetései között folyó áram nem korlátozott. Tehát, ha a kondenzátor feltöltött és a tápegység kimeneteit rövidre zárod, a kimenteken hirtelen nagy áram fog folyni, ami károsíthatja a kondenzátort.



## Kitekintés

Problémával szembesülhetsz, ha egy érzékeny áramkört kapsz a kimenetekre, amit csak mA-es tartományba eső áramkorláttal szeretnél használni. Ha az áramkör hibás (rendellenesen nagy áramot venne fel, például egy rövidzár miatt), akkor a kondenzátorban tárolt energiát „rásütheted” az áramkörre, ami károsodhat. Ezzel a hibalehetőséggel számolni kell, hiszen a tápegység kapocsfeszültsége megegyezik a pufferkondenzátor feszültségével, ahogy azt a fenti ábráról is láthatod. Emiatt, ha használsz a tápegységet, akkor a kondenzátoron mindenképp van valamekkora töltés, így rövidzár esetén a kimenetek között rövid ideig az áramkorlátnál nagyobb áram is folyhat.

A tápegység tipikus használata során a következő lépésekkel tudod az áramkorlátot beállítani:

1. Távolítsd el mindent a tápegység kivezetéseiről. Állítsd a kapocsfeszültséget a kívánt értékűre.
2. Tekerd bal szélsőhelyzetbe a (2) és (3) kezelőszerveket. Ezzel nullára állatod az áramkorlátot. Láthatod, hogy a C.C. (Constant Current) felirat világít és a kapocsfeszültség lassan nullára csökken. Fontos, hogy ezt kívárd! (A kapocsfeszültség megegyezik a pufferkondenzátor feszültségével, gyakorlatilag azt láthatod, hogy a pufferkondenzátort a belső elektronika szép lassan kisüti.)
3. Ezután zárd rövidre a tápegység kivezetéseit! (Emiatt fontos kívárni azt, hogy zérus legyen a kapocsfeszültség, ellenkező esetben rövidre zárnád a feltöltött kondenzátort, ami károsíthatja.)
4. Most tudod szabályozni az áramkorlátot (aktuális értéke leolvasható a kijelzőről), állítsd be a kívánt értéket.
5. Ha végeztél a beállítással, szüntesd meg a rövidzárat, ekkor láthatod, hogy a kapocsfeszültség az előre beállított értékű lesz, a kivezetések közötti áramerősség zérus, de az áramkorlát érvényben van.

Ezzel a műveletsorozattal beállítottad a tápegységet, most már nyugodtan használhatod!

Találkozhatsz olyan tápegységgel is, melynél a kapocsfeszültség nem kezd el csökkenni, annak ellenére sem, hogy zérusra tekerted az áramkorlátot. Ha ezt tapasztalod, akkor a fentiekhez hasonlóan kell eljárni, csak a következő eltérésekkel. Az 1. lépésnél állítsd zérusra a kapocsfeszültséget. A 3. lépésnél a kimenetek rövidre zárása után állíts be valamekkora kapocsfeszültséget (a lényeg, hogy ne zérus legyen). Az 5. lépésnél a rövidzár megszüntetése után állítsd be a kapocsfeszültséget a kívánt értékűre.

Az áramkorlát teszteléséhez használd a már jól ismert 68Ω-os 10W-ra méretezett teljesítmény-ellenállást. Állítsd be a tápegységet a fentiek alapján 12V kapocsfeszültségre és körülbelül 0,06A áramkorlátra. (Ez az elrendezés is fel tud forrósodni, használd körültekintően!)

Ha csatlakoztatod a terhelést, láthatod, hogy az ellenálláson a beállított áramkorlátnak megfelelő áram folyik, a kapocsfeszültség pedig kisebb 12V-nál és a C.C. felirat világít.

Terhelés alatt kis lépésekben (használd a finom szabályzó potmétert is) növelj az áramkorlátot. Láthatod, hogy a kapocsfeszültség úgy változik, hogy a beállított áramkorlátnak megfelelő áramerősség folyjon a kimenetek között, s közben végig a C.C. felirat világít. (Ha az áramkorlátot körülbelül 0,17A-nél nagyobbra állítod, akkor a tápegység üzemmódot vált, erről a következő részben részletesen lesz szó.) Azt mondhatjuk, hogy a tápegység ebben az üzemmódban (amikor a C.C. felirat világít) egy ideális

áramforráshoz hasonlóan működik, változtatható áramerősséggel. Tehát a kapocsfeszültségét nagyon gyorsan állítja egészen addig amíg a kimenetek között az áramkorlátnak megfelelő áram nem folyik. A tápegység ezen üzemmódját áramgenerátoros üzemmódnak is szokás nevezni.

Fontos tisztázni, hogy ideális áramforrásnak csak az áramgenerátoros üzemmódban tekinthető a labortáp. Jelen esetben (12V-os feszültségkorlát, 68Ω) ez körülbelül a 0-170mA tartomány.

Mostanra lehet, hogy sok kérdés megfogalmazódott benned, a következő részben boncolgassuk egy kicsit ezt a témakört!

## A TÁPEGYSÉG ÜZEMMÓDJAINAK VISZONYA

Maradjunk az előbb összeállított elrendezésnél. Ha az áramkorlátot szép lassan növeled (terhelés alatt), láthatod, hogy körülbelül 0,17A-nél a tápegység átvált feszültséggenerátoros üzemmódba, vagyis a C.V. felirat fog világítani. Ennek az az oka, hogy ahhoz, hogy 0,17A-nél nagyobb áramerősség folyjon a kimenetek között, a kapocsfeszültségnek nagyobbnak kellene lennie, mint 12V, ez pedig nem lehet, mivel a maximális kapocsfeszültséget (vagyis a feszültségkorlátot) 12V-ra állítottad.

Ezt összegezve arra a megállapításra juthatunk, hogy nem is igazán két külön üzemmódra kell gondolni. Pusztán arra, hogy beállíthatsz egy maximális feszültséget, és egy áramkorlátot.

A tápegység működését ezek kölcsönös viszonya határozza meg.

A C.V. (Constant Voltage) visszajelzés arra utal, hogy a kivezetések közötti feszültség a beállítottal megegyező, az áramkör pedig az aktuális áramkorlátnál kisebb áramot vesz fel. A C.C. (Constant Current) jelzés pedig arra enged következtetni, hogy az áramkorlát életbe lépett, vagyis az áramkörünk az áramkorlátnak megfelelő nagyságú áramot vesz fel, a kapcsok közötti feszültség pedig kisebb a beállított értéknél. S mindig akkora, hogy a terhelésen az áramkorláttal megegyező áram folyjon.

## Kitekintés

Kiegészítésként érdemes megemlíteni, hogy a tápegység szabályozó elektronikája csak a kapocsfeszültséget tudja állítani. Emiatt az áramkorlát érvényesítésekor a kapocsfeszültséget úgy szabályozza, hogy a kivezetések közötti áram a beállítottal egyező nagyságú legyen, ahogyan azt egy ideális áramforrás tenné.

A szabályozás mindig akkora feszültséget állít be a kimenetek között, hogy az kisebb vagy egyenlő legyen mint a beállított kapocsfeszültség, illetve a kimenetek között folyó áram is kisebb vagy egyenlő legyen mint az áramkorlát. Értelemszerűen valamelyik korlátozásnak érvényben kell lennie, különben mi alapján állítaná a kapocsfeszültséget a vezérlés?

A fentieknek köszönhető, hogy a terheléstől is függ, hogy éppen az áramkorlát, vagy a feszültségkorlát van-e érvényben, hiszen más terhelés, más áramot vesz fel egy adott feszültségen.

Most már azt is tisztázhatjuk, hogy miért a leírt módon a legpraktikusabb az áramkorlát állítása. Ha terhelés nélkül rövidere zárod a labortápot, akkor a kimenetek között az éppen aktuális áramkorlátnak megfelelő áram fog folyni, amit a kijelzőről le is tudsz olvasni, így tudod pontos értékűre szabályozni. Természetesen az áramérték beállítása közben szükséges, hogy feszültségkorlát ne lépjen érvénybe, ami

(mivel nagyon kicsi a kábelek ellenállása) csak jó közelítéssel zérus beállított feszültség korlát esetén érvényesülne.

Ha megszünteted a kimeneti rövidzárat, nem folyik áram a kapcsok között, ezért a feszültségkorlát fog érvényesülni, és a beállított kapocsfeszültség jelenik meg.

### HA MÁSIK TÍPUST HASZNÁLSZ...

Ha esetleg másmilyen labortápot használsz, akkor lehetnek eltérések az általunk választott típustól. Különbözhet a külső kivitelezés, vagy a kijelzés módja, a legfontosabb eltérés azonban az áramkorlát beállításához kapcsolódhat.

Célszerű alaposan elolvasni a használati utasításokat! Vannak olyan drágább tápegységek, amik folyamatosan kiírják az aktuális beállított áramkorlát értékét, amikor szabályozod azt, tehát nem kell rövidre zárni a kivezetéseket a beállításhoz. Az ilyen készülék úgy ismerhető fel könnyen, hogy változik a kijelzőn megjelenített érték, akkor is, ha terhelésmentes állapotban tekergeted az áramerősség szabályozó potmétereket.

## ÖSSZEGZÉS

---

Ebben a részben megismerkedtél az áramkörök összeépítésének egy módjával, a breadboardon történő összeszereléssel. Megtanulhattad, hogy hogyan számozzák az integrált áramkörök lábait, és azt, hogy miként használd őket a breadboardon. Beszéltünk továbbá az áramkörök tápellátásának módjairól. Megismerkedtünk a dugasztáppal, kipróbáltuk a laboratóriumi tápegységet. Mostanra láthatod, hogy miben különböznek ezek egymástól, és miben tudnak többet például egy zsebletepnél.