



## **Micro:bit és a fizikai számítástechnika**

Segédanyag (nem csak) informatika tanárok  
számára






Az eszközök, amiket használtam:

Kezdő elektronikai csomag micro:bithez

[http://www.vigvari.hu/elektronikai-kezdő-keszlet-microbithez\\_299421](http://www.vigvari.hu/elektronikai-kezdő-keszlet-microbithez_299421)



db	megnevezés	fénykép
1	Hangszóró (erősítővel)	
1	Relé (szilárdtest)	
1	RGB LED nyákon	
1	Szenzor sziget (hő, hang és fényerősség mérésére)	
1	Krokodil csipeszes mérőzsinór 10 db 18,5 cm 10 db 45 cm	
1	Nyomógomb	
1	Nyomó kapcsoló (kétállású)	
1	10 kOhm-os potméter	

1	Elemtartó elemmel	
4	Fénydiódák ( 4 féle színben)	
3	Izzó foglalat	
1	1,5 V izzó	
1	motor+lapát	



Mi a fizikai számítástechnika?

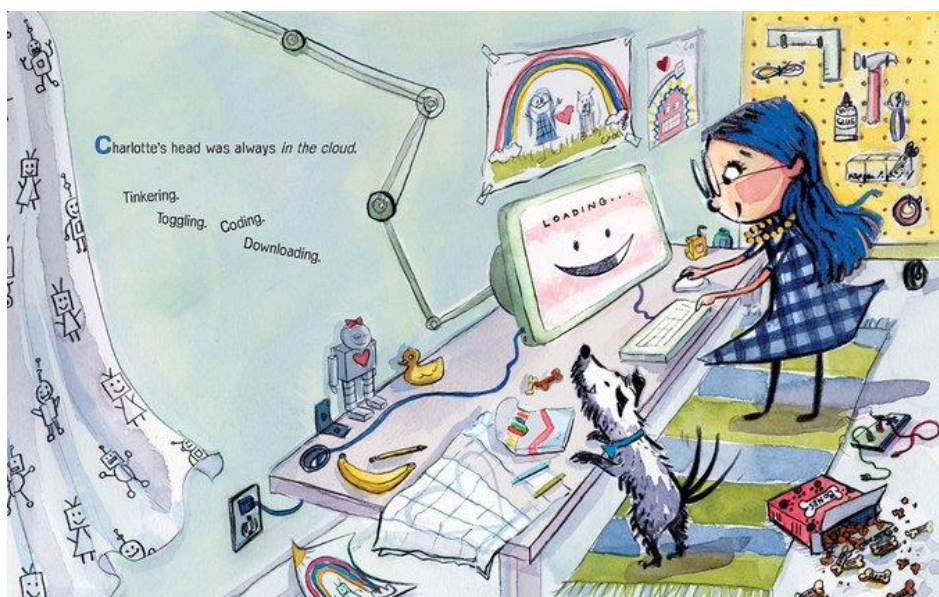
## Physical computing (Wikipedia)

A fizikai számítástechnika olyan **interaktív** fizikai rendszereket hoz létre, amelyek olyan szoftvereket és hardvert használnak, amelyek érzékelik és válaszolnak az analóg világra.

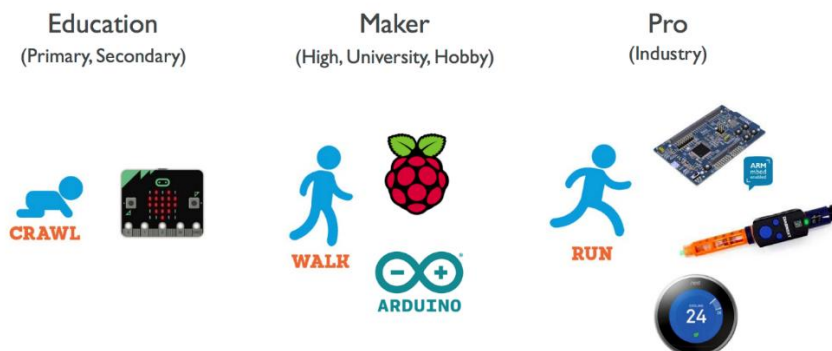
Tágabb értelemben a fizikai számítástechnika kreatív keretet jelent az emberi kapcsolatok megértéséhez a digitális világhoz.

Gyakorlati használatban a kifejezés leginkább kézműves hobbi projekteket ír le. Szenzorokat (érzékelő, kapcsoló stb.) és mikrokontrollereket (micro:bit) használ, hogy analóg bemeneteket lehessen értelmezni, vagy vezérelhessünk elektromechanikus eszközöket. Például motorokat, szervókat, világítást vagy egyéb hardvert.

**"A jövőben minden gyermek feltaláló lesz"**



## Physical Computing is a Journey



Gondolhatunk úgy a fizikai számítástechnikára, mint egy utazásra. Általános iskolában kezdjük a micro:bittel. Középiskolában és az egyetemen jöhetnek, olyan platformok, mint az Arduino és a Raspberry Pi. Végül, akiknek még mindig van, kitartása jöhet az ipar!

Sokak szerint (szerintem is) a programozás a 21. század egyik legfontosabb képessége.

A **micro:bit** a programozás oktatásán túl teljesen alkalmas az eszköz a fizikai számítástechnika tanítására.

A gyermekek hamar megunnak egy felületet, ha az nem kínál fel különböző tevékenységeket, illetve nem elégíti ki más és más igényeiket. A gyermekek figyelme hamar ellankad akkor is, ha csak hasonló tevékenységeket lehet végezni, és viszonylag hamar ki lehet ismerni a lehetőségek határait.

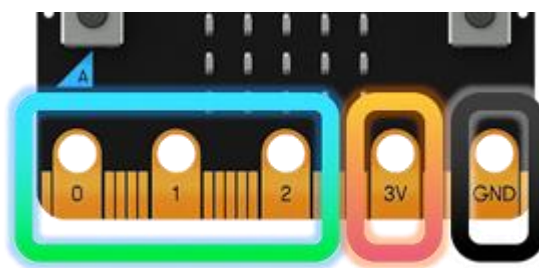
A fizikai számítástechnika tanítása során a megvalósítható projektek száma korlátlan! Itt csak bemutató jelleggel ismertetek néhány kapcsolást, de tervezem, hogy folyamatosan bővítem a <http://wiki.vigvari.hu/doku.php> oldalt JÓ gyakorlatokkal.

---

## Alapok

**PIN** -ek

Mi az?



élcsatlakozó

A BBC micro: bitnek 25 külső csatlakozása van a készülék perem csatlakozóján, amit "PIN" -eknek nevezünk, amelyekhez általában programokkal használható elektronikus alkatrészek csatlakoztathatók

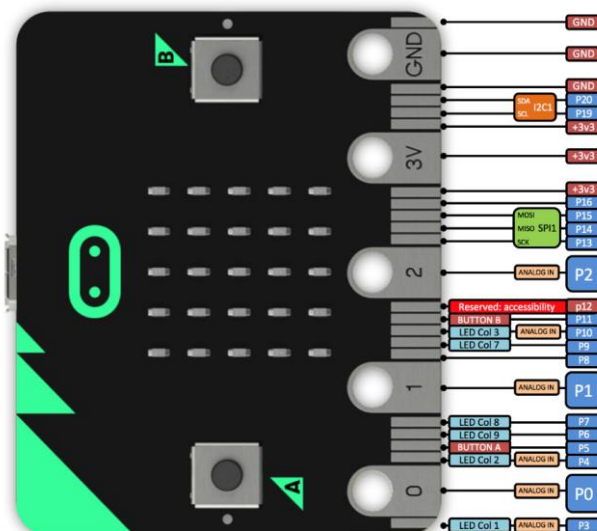
A 25 csatlakozási pontot a kiépítés szerint kétféle csoportba osztjuk:

- **Öt nagy csatlakozási pont** van, amelyek a 0, 1, 2, 3V és GND lemezek lyukaira vannak csatlakoztatva. Krokodilcsipeszeket vagy a 4 mm-es banándugaszt könnyen csatlakoztathatunk ezekhez a csatlakozási pontokhoz.  
A 0, 1, 2 csatlakozási pontokra jellemző, hogy GPIO (általános célú digitális bemenet és kimenet) analóg-digitális átalakítóval (ADC)  
A GPIO a General Purpose Input Output kifejezés azt jelenti, hogy általános célú bemeneti és kimenet célokra használhatja. Ez a három érintkező analóg feszültség analóg-digitális átalakító (ADC) néven is használható (erről később bővebben)  
3 V egy kimenet, amit ha mérünk 3,3 V feszültség (3V3) az áramforrás pozitív pólusa a GND föld (az áramforrás negatív pólusa)

**Vigyázz!** A 3V és GND jelű csatlakozási pontok a tápegység tápfeszültségéhez kapcsolódnak, és ezeknek SOHA ne legyenek összekapcsolva.

*Mi az a rövidzár! Ha az áramforrás két kivezetését közvetlenül összekötjük, egy rövidzárat hozunk létre. Ilyenkor melegedés tapasztalható. Kipróbálhatjuk ezt egy 1,5 voltos ceruzaelemmel. (Használhatunk hozzá elemotok is, de vigyázzunk, mert hamar felforrósodik!) Ugyanez történik, ha véletlenül összeérnek alkatrészek az áramkörben vagy épp rosszul kötjük be őket, ezért kísérlet közben figyeljünk oda, mert **tönkremehetnek** az alkatrészek*

- **20 kis csatlakozási pont** (ezek eléréséhez szükségünk van nyák csatlakozóra), sajnos nem minden PIN használható minden esetben pl. a P3 a led mátrixon megjelenő szöveg (görgetésében) is részt vesz, az alábbi ábra mutatja a használhatóságot.



Néhány hasznos tanács:

A krokodilcsipeszek, illetve banándugók segítségével a micro:bitet egymással, illetve külső eszközökkel is összekapcsolhatjuk. Ezen csipeszek felhasználásával igazán érdekes alkalmazásokat készíthetünk. Remélem, érdekesek lesznek az alábbi összeállítások!

Összefoglalva, amit leggyakrabban használunk:

Analóg és digitális komponenseket csatlakoztathatunk a 0, 1 és 2 PIN-re, ha használunk élcsatlakozót akár a 8, 12 és 16 PIN-t is használhatjuk. *(persze a többit is, de erről majd később!)*

## Az áramkör

Minden olyan elrendezést, amely lehetővé teszi, hogy a fogyasztón (pl. LED vagy izzón) keresztül tartósan elektromos áram folyjék, **elektromos áramkörnek** nevezzük.

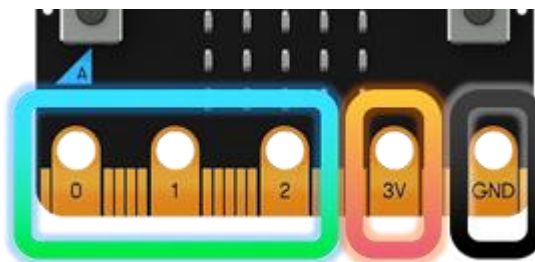
Egyszerű áramkör részei:

- áramforrás
- fogyasztó
- kapcsoló
- összekötő vezeték



Összeállítunk egy áramkört a micro:bit segítségével, de először nézzük részletesebben az alkotóelemeket.

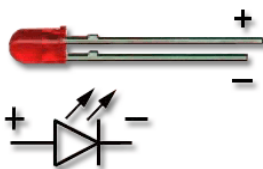
- áramforrás



- fogyasztó

sokféle fogyasztó létezik pl. motor, hangszóró, de először mi a LED-et használunk

*Kb. 50 évvel ezelőtt találták fel a **világítódiódát**. Ennél az alkatrésznel kell ügyelni legjobban a helyes bekötésre. A LED hosszabbik lába a pozitív, a rövidebbik a negatív. Ezt általában a LED műanyag tokján is meg szokták jelölni, egy kis bevágással. A LED-et is – mint a legtöbb alkatrészt – ellenállással kell megvédeni a túlfeszültségtől, azaz attól, hogy az üzemeltetéséhez szükségesnél nagyobb érkezen hozzá, így biztosíthatjuk a megfelelő működését. Előtét (áramkorlátozó) ellenállással (teljesen mindegy milyen irányba kötjük be), aminek az értékét ki kellene számolni, ha 220 R (ohm) használunk bőven meg lesz a védelem.*



Ez a rész „picit” bonyolultnak tűnhet ezért a LED-et egy búrába helyeztük (természetesen előtét ellenállással), úgy néz ki, mint egy hagyományos izzó, de fontos a polaritás a GND-t (föld) külön megjelöltem. *(ha fordítva kötöd be, akkor sincs probléma, csak nem világít!)*



- kapcsoló

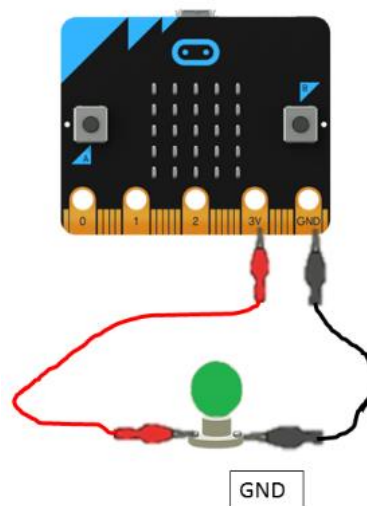
- kezdetben, megteszi a krokodil csipesz is (érintés- nem érintés), de tartalmaz a készlet kapcsolókat is (nyomó gomb, ill. két állású)



- összekötő vezeték (rövidebb, hosszabb ebből mindig kevés van)



Építsük meg az első áramkörünket!



Ha az LED nem világít, picit tapogasd meg, ez majd később is jó módszer lehet. Ami nincs összeforrasztva az mindig elmozdulhat, kérdéses az érintkezés.

Bővíthetjük az áramkört egy kapcsolóval, vagy kicserélhetjük az LED-et pl. a készletben található hagyományos izzóra, amelyre az van írva, hogy 1,5 V.



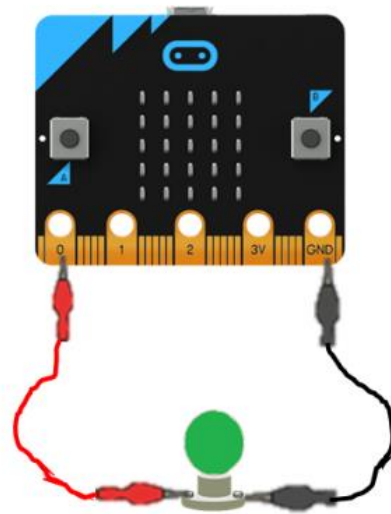
Különös, de nem világít az izzó, pedig itt 3,3 V-ot kap.

Magyarázat: nem csak a feszültség (V) számít, hanem az áramerősség (A) is, sőt annak a nagysága határozza meg a fogyasztható elektronok mértékét. Viszont most nagyon megnyugodtunk, hogy nem fogja a gyermeket „megrázni” a micro:bit és persze bennünket sem. Az is világos, ha a micro:bit melegszik akkor fogyasztó nélkül rövidre zártuk és jó esély van a tönkremenetelére.

### Villogjon a LED (mert az menő!)

Lehet, az egyik módszer az érintem, nem érintem, de nem igazán elegáns.

Állítsuk össze az alábbi kapcsolást:

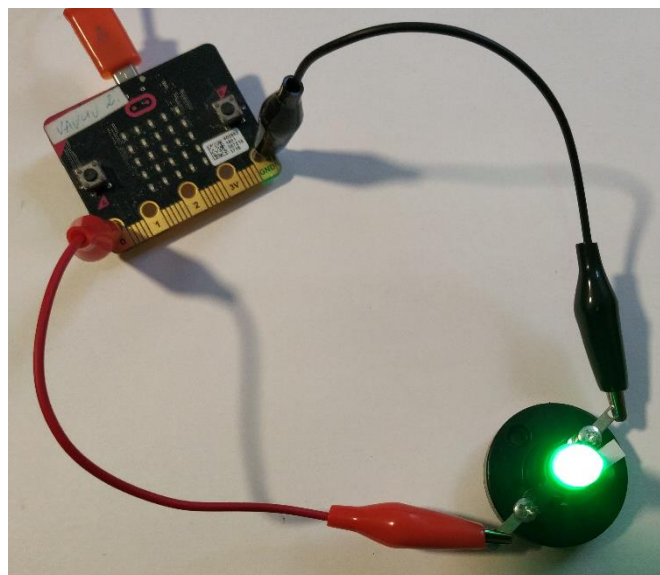
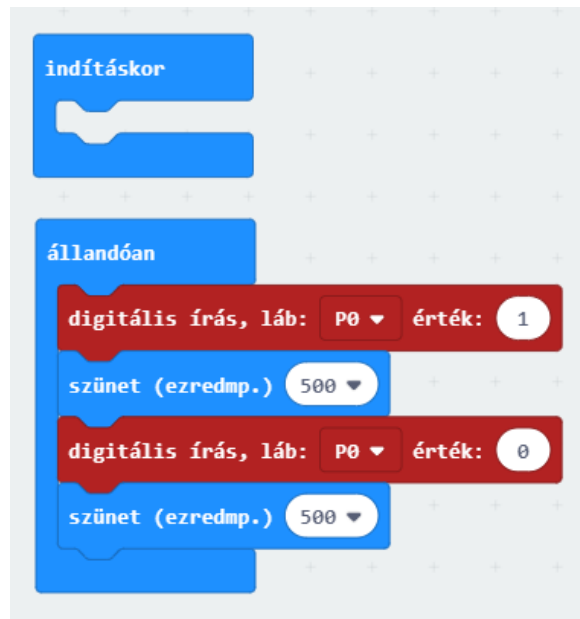


Nem a 3V-ra csatlakoztam, hanem az 0-s PIN-re!

Új eszköztárat fogunk használni, válasszuk a digitális írás utasítást:

The screenshot shows the MakeCode IDE interface. On the left, the 'Haladó' (Advanced) category is selected in the toolbox. On the right, the 'digitális írás' (Digital Write) block is highlighted in the code area. The block is configured with 'P0' as the pin and '0' as the value. Other blocks in the code area include 'digitális olvasás', 'analog olvasás', 'analog írás', 'analog PWM periódus', 'leképzése ennek', 'eredeti alacsony', 'eredeti magas', 'új alacsony', 'új magas', 'szervó írás', and 'szervó impulzus'.

Hozzuk létre az alábbi programot, láthatjuk az emulátoron is a pulzálást, majd töltsük le a micro:bitre, ha helyesen állítottuk össze a kapcsolást, akkor a LED villog.

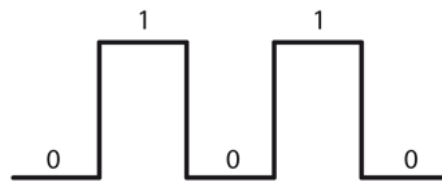


Természetesen, ha változtatom a „szünet” értékét változik a villogás sebessége is, a kapcsoló szerepét automatikusan végrehajtja a program utasításai szerint. Nagyon kényelmes a programozható mikrokontroller használata az ilyen típusú feladatok estén (pl. időzítés). De mi volt korábban, ill. ha nem rendelkezem ilyen eszközzel? Megoldható és meg is oldották a feladatot, amihez elég sok számítást kellett végezni, az áramkörök alapelemei: ellenállás, kondenzátor, tranzisztor stb. ezek megfelelő méretezésével és helyes összeállításával.

Most már érted miért nem foglalkoztál korábban áramkör építéssel? (komoly elszántság és elkötelezettség kellett hozzá). A micro:bit nagyon egyszerűvé tesz sok elektronikai projektet. Bátorít, hogy újabb és újabb problémákat dolgozz fel. Kevés programozói tudással is komoly „játékokat” tudsz építeni.

## Digitális kimenet

Ahhoz, hogy elektronikus alkatrészeket tudjunk megszólaltatni pl. egy LED világítson, digitális vagy analóg jelekre van szükségünk. Egy digitális jel, azt jelenti, hogy a komponens bemenete vagy kimenete 3,3 V vagy 0 V. A digitális információ bináris - ez két értéket vehet fel, nullát vagy egyet. A digitális jel micro:bit esetében ez azt jelenti, hogy ha bemenetére 3,3 V feszültség érkezik, az érték 1 lesz, ha nem érkezik semmi, akkor 0. Kimenatként használva ugyanez igaz, ha 1 értékkel 3,3 V feszültséget küldünk.

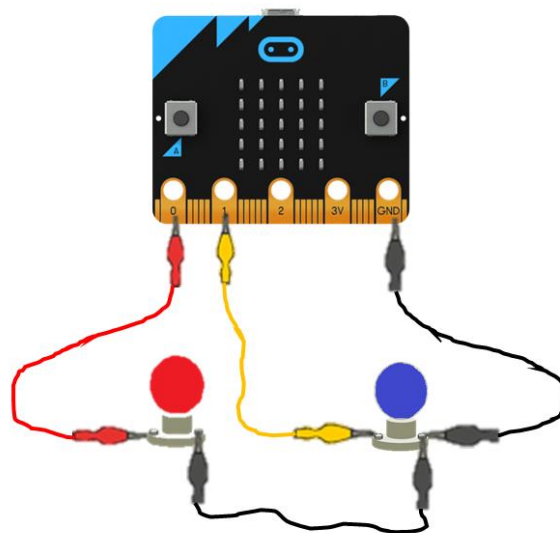


Ha nagyon szigorúak akarunk lenni, akkor nem a digitális kimenet jeleivel (közvetlenül) vezéreljük az elektronikus alkatrészeket, hanem (közvetve) különböző vezérlőkön keresztül, majd látni fogjuk pl. relé, tranzisztor. Nem szabad elfelejteni a micro:bit egy oktatásra szánt mikrovezérlő amely elsősorban a megértésre és nem az ipari alkalmazásokra lett kitalálva.

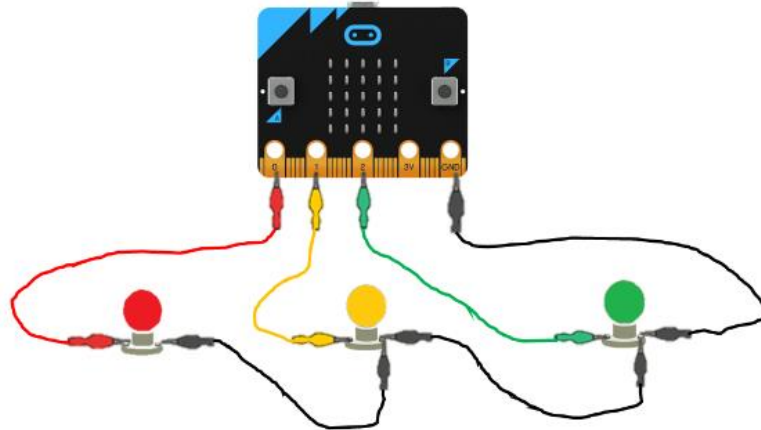
Az iparban a PLC-eket használják (gépek, berendezések, gyártósorok vezérlésére), amely egy olyan készülék mikroprocesszorral (esetleg mikrovezérlővel) ki és bemenetekkel, kommunikációs porttal amely megfelel a különböző ipari szabványoknak. Természetesen, aki otthon van a mikrovezérlők világában az gyorsan eligazodik a PLC-k világában is.

Építsünk újabb áramköröket:

Rendőrlámpa (sziréna működése):



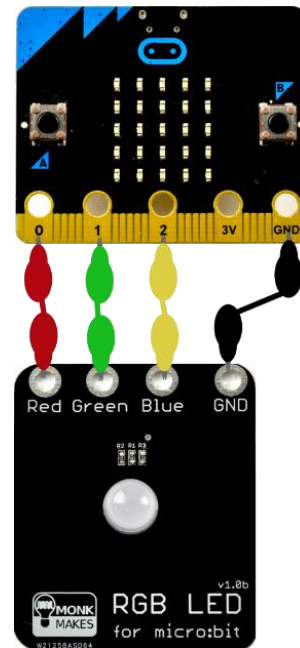
## Közlekedési lámpa



Ha egy papírdobozt beáldozunk akár be is építhetjük, ugye kell a hosszabb vezeték is.

### RGB LED micro:bithez

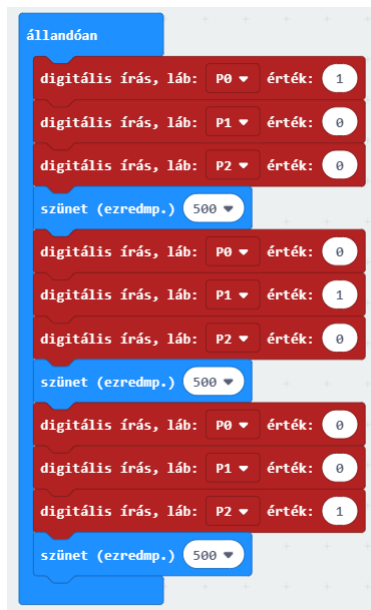
A MonkMakes RGB LED a micro:bithez hasznos kiegészítő. Csatlakoztassuk a krokodil csipeszeket, majd használjuk a micro:bit három kimenetét a piros, zöld és kék színek vezérléséhez, vagy akár össze is keverhetjük a színeket.



### Csatlakozás a micro: bithez

Csatlakoztassuk az RGB LED-et a mikro: bithez az alábbiak szerint. Amikor a krokodil csipeszeket a micro:bithez rögzítjük, győződjünk meg róla, hogy a klipek merőlegesek a lapra úgy, hogy ne érjenek a szomszédos csatlakozókhoz a mikro: bit élcsatlakozón.

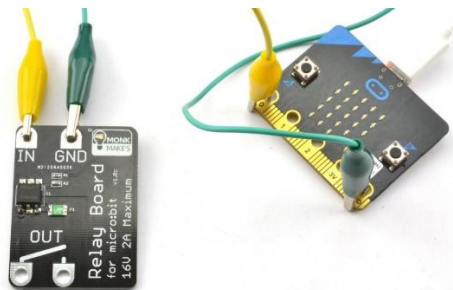
Később nagyon hasznos lesz, amikor egy HA fv. eredményét vizuálisan is megtudjuk jeleníteni: pl. ha a hőmérséklet  $>23\text{ }^{\circ}\text{C}$  akkor piros, ha kisebb, akkor zöld.



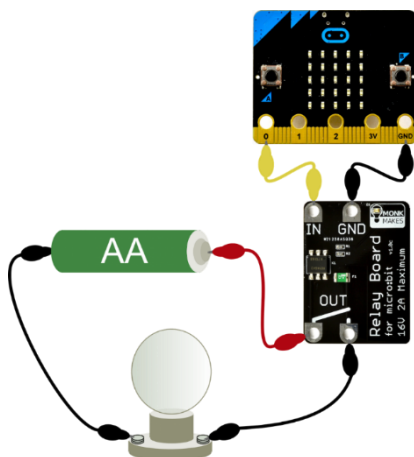
## Relé a micro:bit számára

A MonkMakes Relay for micro:bit egy szilárdtest (nem tartalmaz mozgó részt) relé, amely lehetővé teszi a mikro:bit kimenetére küldött érték alapján a be- és kikapcsolását.

Ez a relé alacsony feszültségű eszközök (pl. Izzók, motor, kis fűtőelem vagy akár 12V LED-es lámpa) ki-be kapcsolására használható. A feszültséget 16 V alatt kell tartani, de a relé automatikusan megvédi magát a túl sok áram ellen.



## A mikro: bit csatlakoztatása



A relé csak két csatlakozást igényel a mikro:bithez. Az egyik a GND (föld) a másik tetszőleges PIN-hez használható a relé kapcsolási műveletének vezérlésére.

Ha a krokodil csipeszeket a mikro:bithez rögzítjük, győződjünk meg arról, hogy a csipeszek merőlegesen a lapra úgy, hogy ne érjenek a szomszédos csatlakozókhoz a mikro:bit élcsatlakozóján.

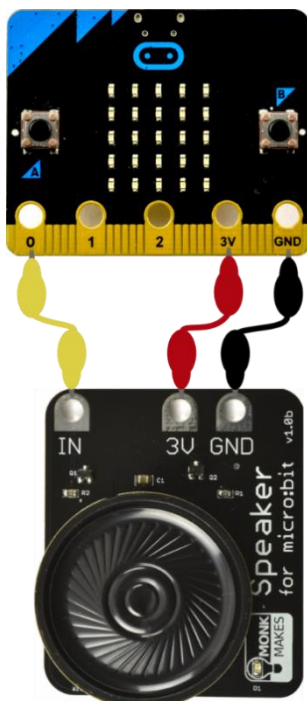
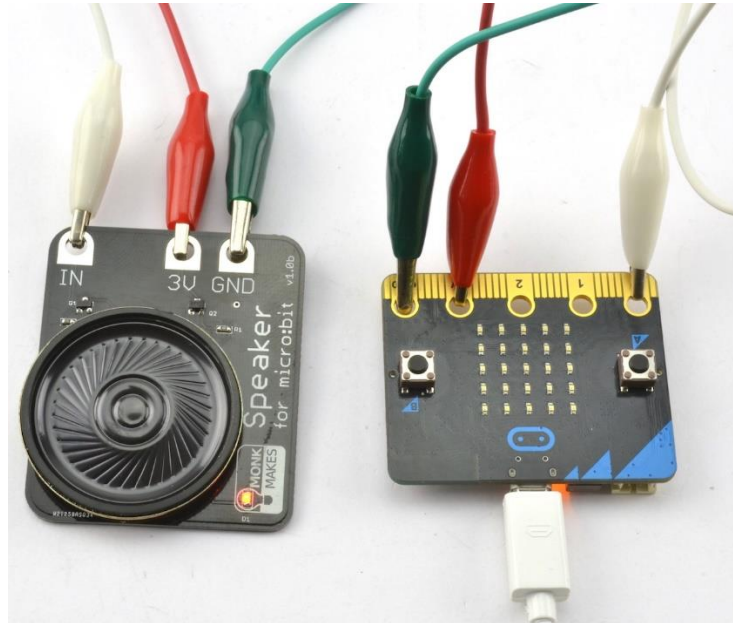
Íme, egy példa arra, hogy miként lehet egy MonkMakes relét mikro: bitre felcsatlakoztatni egy régi vágású izzó be- és kikapcsolására. *(érdekes, hogy egy 1.5V elemmel már világít az izzó!)*

Tegyük az izzó helyére a (*solar- kis fogyasztású, akár napelemmel is működtethető*) motort, szépen követhető, hogy egy külső áramkört vezérelünk, amely önálló áramforrással rendelkezik mi „csak” külsőleg vezérelhetjük. Természetesen létezik olyan relé amelyikkel akár 230V-os áramköröket is vezérelhetünk, és nagyobb fogyasztókat kapcsolgathatunk.

**Ez a relé max. 16V-os áramkör kapcsolgatására alkalmas!**

## Hangszóró a micro:bit-hez

A MonkMakes Speaker for micro:bit egy kisméretű, erősítővel rendelkező hangszóró, amely a mikro:bithez krokodil csipesszel kapcsolódik. Kis mérete ellenére ez a hangszóró elég hangos.



### Csatlakozás a mikro: bithez

Csatlakoztassa a hangszórót a mikro: bithez az alábbiak szerint. Amikor a krokodil csipeszt mikro: bithez rögzíti, győződjön meg róla, hogy a csipeszek merőlegesek a lapra úgy, hogy ne érjenek a szomszédos csatlakozókhoz a mikro: bit élcsatlakozóján.

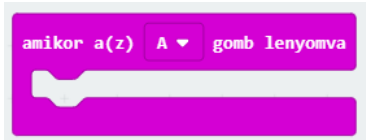
Remek lehetőség, hogy különböző eredményekhez hanghatásokat rendeljünk. Nem bajlódok, minta példával szerintem kitaláljátok a programozását. Klasszikus példa, ha megmozdítják a mikro:bitet (ha táskában van a táskát) azonnal megszólal a riasztó (hangszóró), tehát kiváló lopás jelzőt lehet vele készíteni.

---

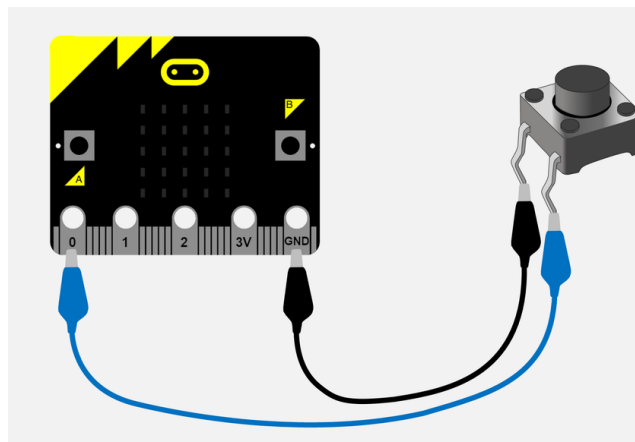
## Digitális bemenet

A (nyomó) gombok vagy a kapcsolók jó példák a digitális bemenetekre.

A micro:bit tartalmaz két nyomógombot (A és B) amelynek az állapotát (nyomva – nem nyomva) le tudjuk kérdezni.



Van további lehetőség a 0, 1, 2 PIN-en való használatra, nézzük az alábbi kapcsolást:



A következő programmal le tudjuk kérdezni, hogy a P0-ás láb össze van-e kötve a GND-vel.

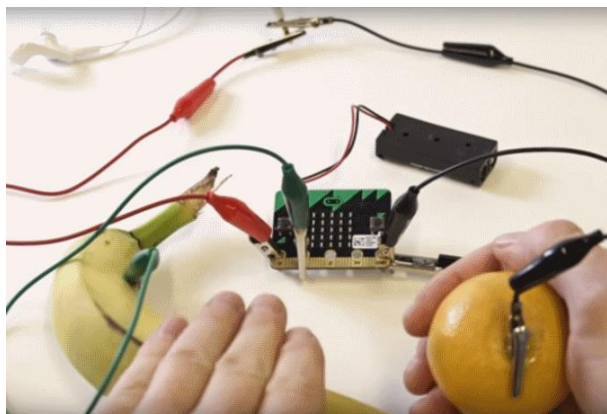


Ha ez működik, akkor újabb 3 digitális bemenetet tudunk használni. Azt, *amikor magas jelet, azaz 3V-ot küldök a PIN-re majd később tárgyaljuk!*

Két kapcsoló is van a készletben (nyomógomb, kétállású kapcsoló), készítsünk áramkört, amelyben csak akkor világít a LED ha a kapcsoló zárt állásban van. Használhatunk több kapcsolót is pl. lépcsőház világítási modell stb.

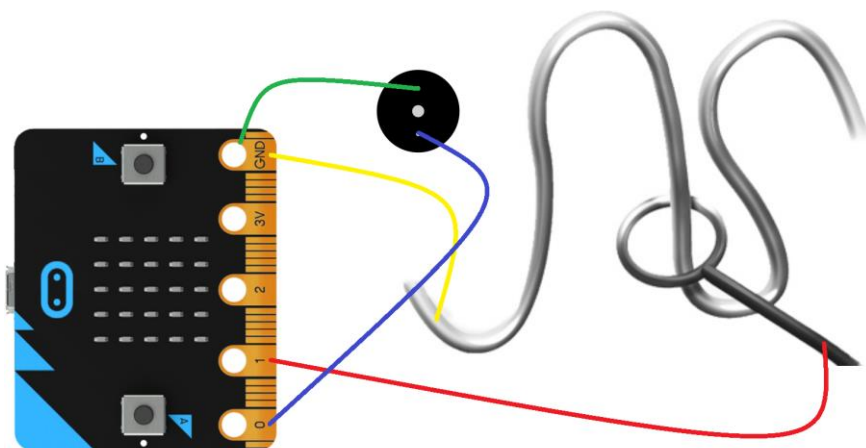
Vizsgálhatunk különböző anyagokat, hogy mennyire jó elektromos vezetők pl. az emberi test nagyon, akár a kezünk is lehet kapcsoló és testünk a vezeték.

Készíthetünk gyümölcs billentyűzetet, de a grafit (vastagon) rajzolt vonalak is sok lehetőséget biztosítanak.

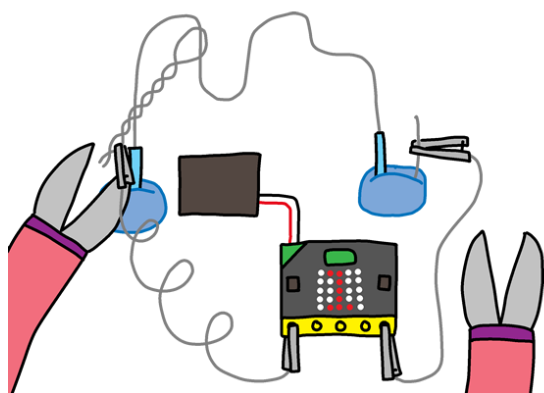


gyümölcs billentyűzet

**Érintős játék** ( a készlet tartalmaz alumínium vezetékkel, ezzel megvalósítható a játék), szoktam használni LED-et pl. ha hozzá ér piros, de jó szolgálatot teljesít a hangszóró is.



fritzing





---

## Analóg kimenet

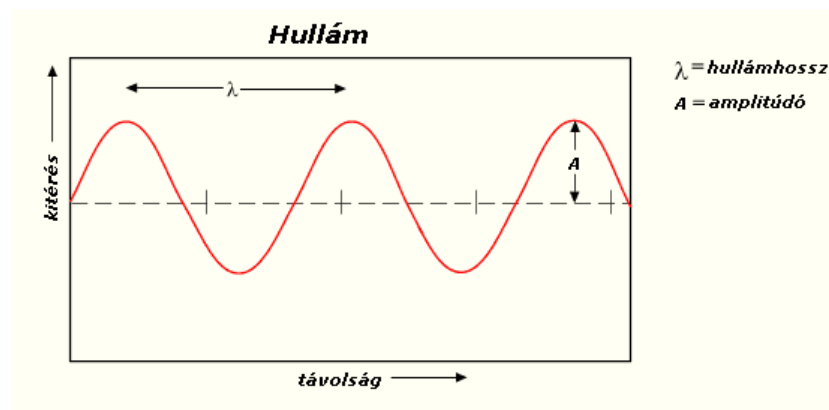
### Analóg és digitális

Egy digitális jel azt jelenti, hogy a komponens bemenete vagy kimenete 3V3 vagy 0V (micro:bit esetén). A gombok vagy a kapcsolók jó példák a digitális bemenetekre. A gomb megnyomása (1) nem nyomása (0). Nincs más e két állapot között. (*harmadik állapot kizárásának elve!*)

Az **analóg** komponensek fogadják a bemenetet vagy a kimenetet 0V-tól 3V3-ig terjedő feszültségtartományból. A mikrokontroller tartalmaz egy ADC-t (analóg-digitális átalakító), hogy ezeket az analóg jeleket a mikrokontroller által használható értékké alakíthassa. A mikro: bitnek 10 bites ADC-ja van, így az analóg bemenet 0 - 1023 tartományba kerül.

### Mi a különbség az analóg és a digitális jel között?

Az analóg jel idő és amplitúdó szerint folyamatosan változó jel, számtalan értéket képes felvenni. Lehet szabályos időközönként, periódikusan változó vagy szabálytalan, azaz a két szélsőérték között bármekkora lehet a pillanatnyi értéke. Az amplitúdó a jel nagyságát határozza meg, a frekvencia pedig az ismétlődések időtartamát, ami a periódusidő vagy a hullámhossz.



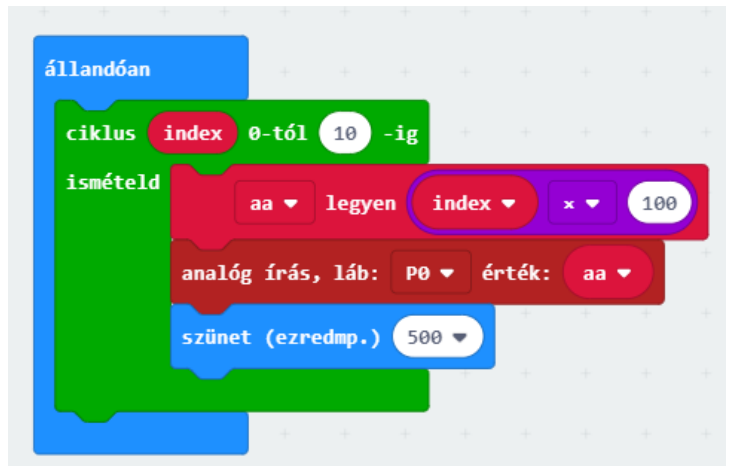
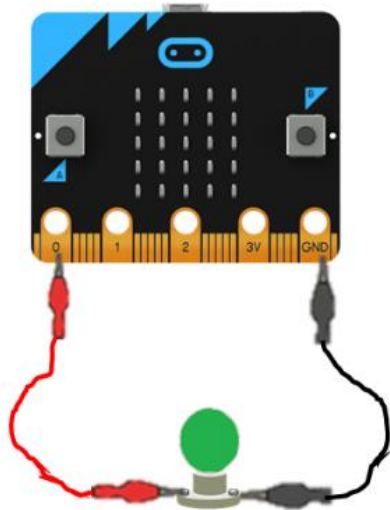
### Analóg kimeneti példa

#### LED fényerejének szabályozása PWM-mel



Ebben a feladatban azt vizsgáljuk meg, hogyan lehet a digitális jel manipulációjával szabályozni a feszültséget.

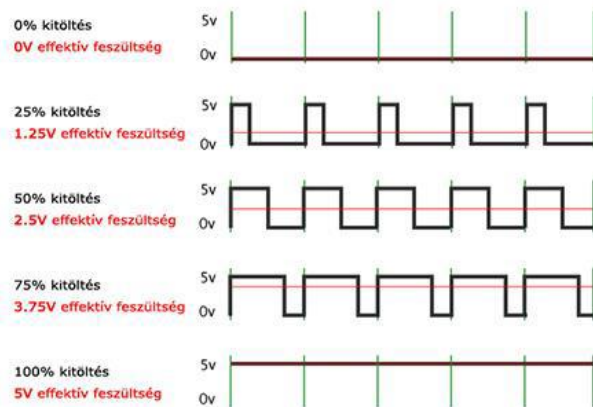
Változtatjuk programból a LED fényerejét:



A PWM (impulzus-szélesség moduláció) hihetetlenül gyorsan kapcsolja a pin állapotát ki-be, így idézi elő az analóg jelre emlékeztető elhalványuló effektust. 0–1023 közötti értéket küldhetünk a PWM pinekre, pl. az (513); 50%-ot jelent. Az ábrán a zöld vonalak az időt jelölik, 2 milliszekundumonként.

## Impulzus-szélesség moduláció

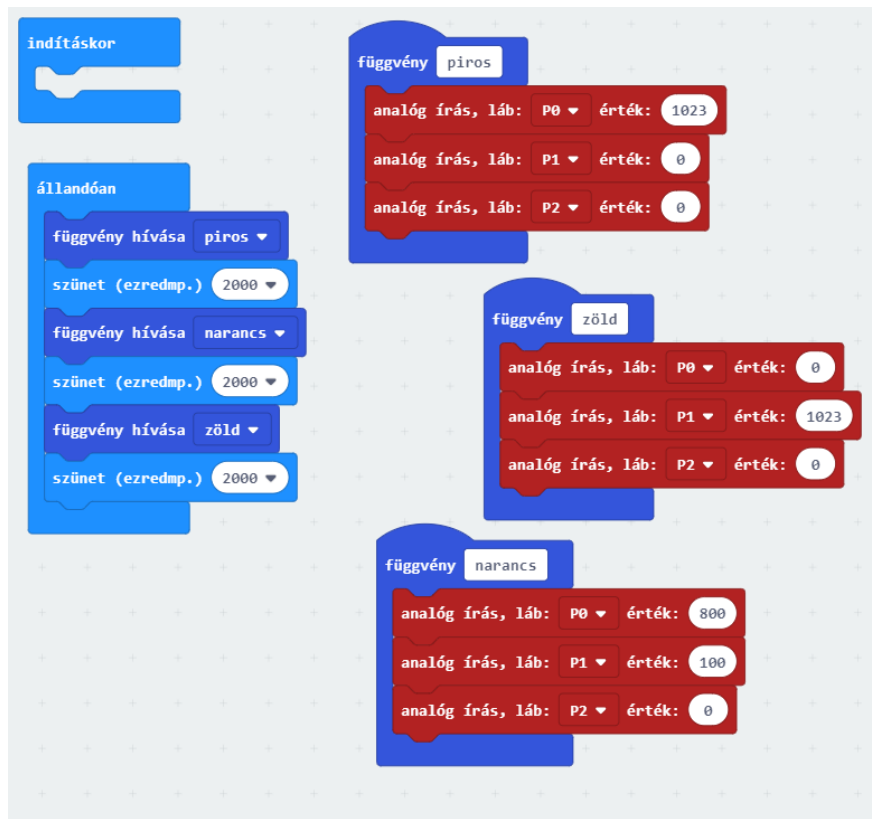
### PWM pinek működése



*PWM jel*

Természetesen, ha egy motor sebességét szeretném szabályozni ugyanezzel a módszerrel megoldható.

Másik példa az RGB led színeinek változtatása, hiszen nem csak a három alapszint tudja. Lehet keverni a színeket, ha analóg kimenetet használunk.



---

## Analóg bemenet kiolvasása

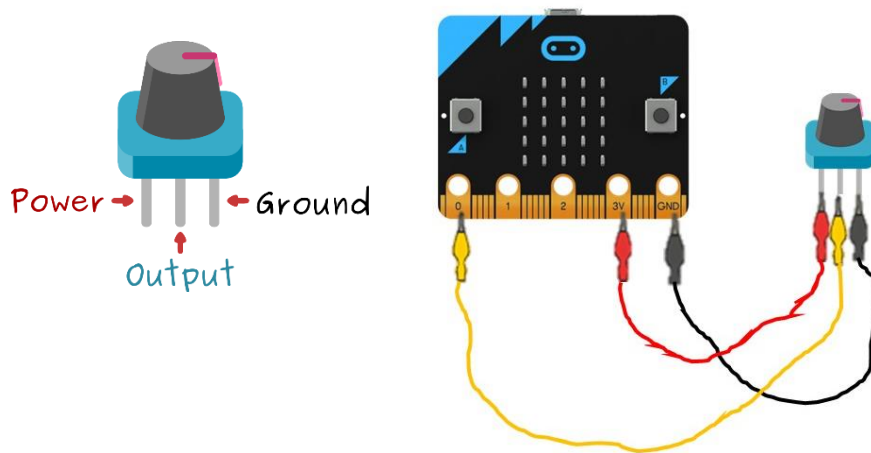
### Potméter használata, kiolvasás analóg PIN-ből

A potméter egy változtatható feszültségű ellenállás, egy 10 k $\Omega$  szükséges a példához. A belőle nyert változó adatokat fogjuk kiolvasni, de ugyanezen az elven bármilyen analóg szenzor beköthető.

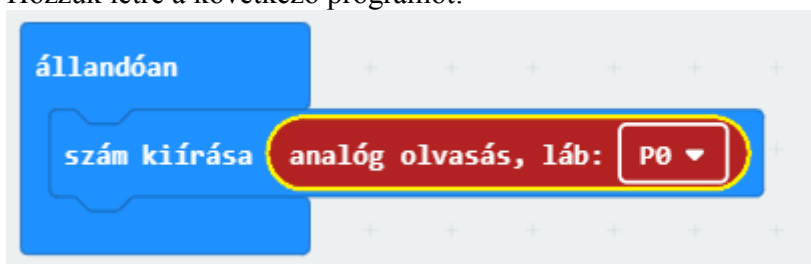
A potméter tengelyének elfordításával az ellenállás értékét változtathatjuk a középső és mindkét szélső kivezetése között, ilyenkor a középső kivezetés feszültség értéke változik.

Az analóg bemenet kiolvasáshoz az analóg olvasás utasítást fogjuk használni, ami egy számértéket ad vissza 0 és 1023 között (a használt feszültséghez arányosítva, pl. 3,3V = 1023; 0V = 0).

analóg olvasás, láb: P0 ▾



Hozzuk létre a következő programot:



A mátrix kijelzőn olvashatók a mért értékek látható, hogy a forgatás hatására változnak az értékek.

Az értékek beolvasása után akár befolyásolhatjuk az értékeket felhasználva egy LED villogási sebességét, vagy a fényerejét. Akár a motor sebességét is tudjuk szabályozni ezen értékek felhasználásával

Azt gondolom, hogy átvettük a **digitális** ki és bemenet, az **analóg** ki és bemenet témákat.

Ezen ismeretek birtokában nagyon komoly kísérleteket végezhetünk, és komoly alkalmazásokat építhetünk.

A jegyzet végére maradt egy nagyon érdekes eszköz, amely három szenzort is tartalmaz, talán a leggyakrabban használt eszközöket.

### Sensor for micro:bit



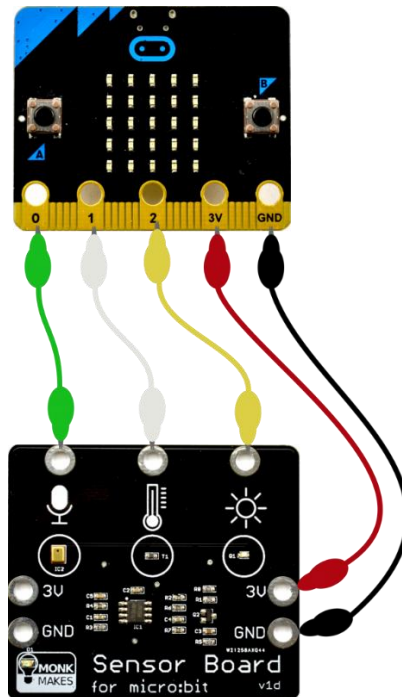
## Jellemzők

- 3V-os és GND-csatlakozást (mindegy, hogy melyik oldalon, viszont a másik oldal újabb eszköz táplálását teszi lehetővé pl. hangszóró)
- LED világít, ha csatlakoztattuk
- Fordított polaritásvédelem (a LED nem világít, viszont az eszköz sem megy tönkre)
- Mindhárom érzékelő analóg, és a P0, P1 és P2 aljzatokhoz csatlakoztatható krokodil csipesz segítségével.

## Használata:

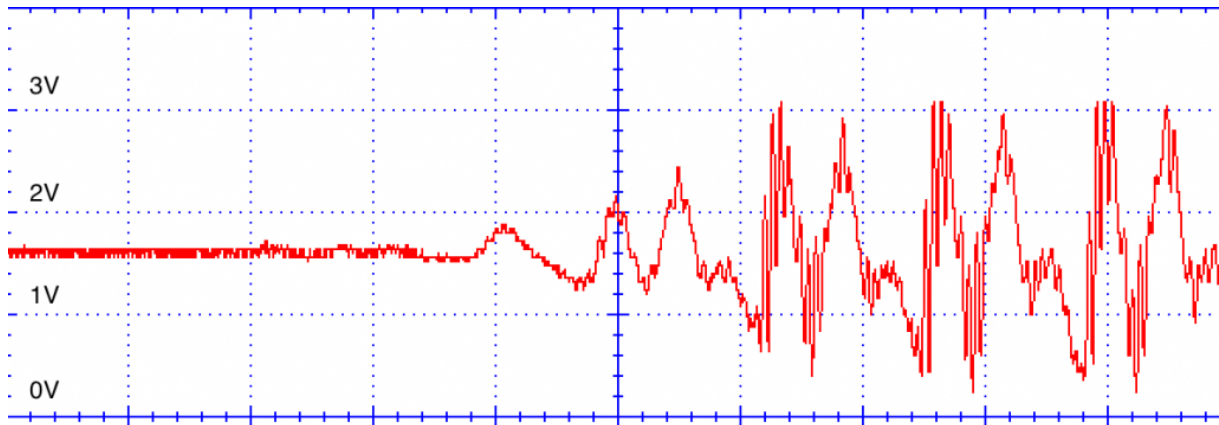
Csatlakozás a mikro:bithez

Csak azokat a szenzorokat kell csatlakoztatnod, amelyeket ténylegesen használsz, de akár az összes érzékelőt is csatlakoztathatod, az alábbiak szerint. Az alábbi kódok feltételezik, hogy a 0-as pólust használják a hangerő, az 1. pólus a hőmérséklet és a 2. pólus a fényerősség mérésére. Bármelyik érzékelőhöz bármilyen tűskét használhatunk, de ne felejtsük el módosítani a kódot, hogy megfeleljen a használt PIN-ek.



## Hang

A Sensor for micro: bit egy mikrofont és egy előerősítőt használ a hangerősség méréséhez. A hangérzékelő kimenete analóg bemenethez van csatlakoztatva, ahol mintavételezésre kerül. A hangjel a 1,5V-os szinttől függ. Ha van hang, akkor az analóg mérések az 1,5V-os szint fölött és alatt oszthatják meg,



Nagyon kis elmozdulások (intervallum) érzékelhetőek ezért az 511-et kivonjuk az alábbi példákban szereplő értékekből.

Egy példa arra, hogy az érzékelőtábla segítségével megjelenítsen egy sávszöveget a hangszint jelzésére. Ha a mikrofonba zajt hoznak, akkor a LED-ek táncolnak.

```

állandóan
  plot bar graph of (analóg olvasás, láb: P0)
  up to (512)
  (511)

```

## Hőmérséklet

Az érzékelőtábla egy termisztort (IC) használ a hőmérséklet mérésére. A tábla hőmérséklete egy olyan feszültség, amely a hőmérsékletet jelzi. Ezt a mikro: bit analóg bemenetével mérjük (pl. PIN1).

A feszültségértékek **tényleges** hőmérsékletre történő átalakítására szolgáló számítások meglehetősen bonyolultak, ezért a kód példái itt csak a hőmérséklettel kapcsolatos durva elképzelést adják. A képlet kiolvasható a példa programból.

```

állandóan
  beolvas legyen (analóg olvasás, láb: P1)
  hőmérséklet legyen ((beolvas * 75) / 1000)
  (14)
  szám kiírása (hőmérséklet)
  szünet (ezredmp.) (500)

```

Ha ujjunkkal érintjük, viszonylag gyorsan reagál a hőmérséklet változásra.

## Fény

A fényérzékelő fototranzisztort használ a fényszint méréséhez, és kimeneti feszültséget ad, ami a fényerő növelésével nő.

Íme egy útmutató az olyan típusú fényszintre, amelyet az érzékelőtől eltérő körülmények között (0-1023) kaphat.

Sötét 0-3

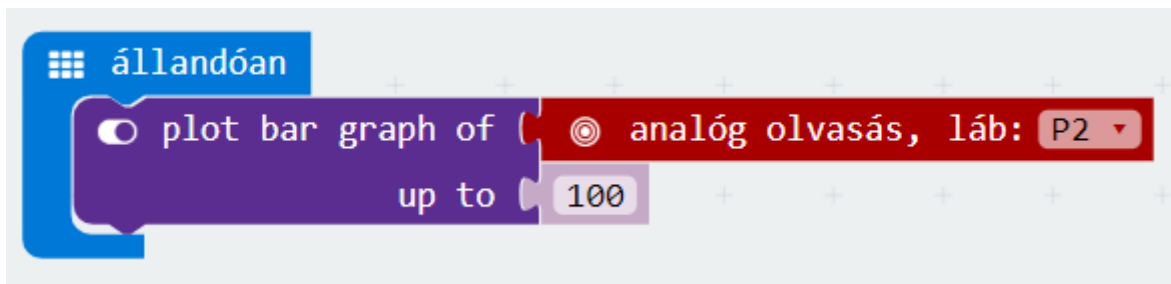
Gyengén megvilágított szoba 6-10

Belülről közvetlenül egy 10-50 fokos fény alatt

A szabadban (unalmas nap) 100-200

A szabadban (napsütéses nap) 800 - 900

Annak ellenére, hogy a maximális analóg olvasási érték 1023, az érzékelő maximális olvasása 900 körül van.



Ezzel a határszámmal (100) egészen látványos eredmény érhető el.

Nagyon sok alkalmazást lehetne itt még közölni, nem teszem, de ígérem a <http://wiki.vigvari.hu/doku.php> oldalon folytatom, sőt ha úgy gondolod, hogy az általad kitalált alkalmazás arra érdemes, nagyon szívesen megosztom az oldalon.



Sok sikert kívánok az élmény gazdag projektek létrehozásához!

Vígvári György

vigvari.gyorgy@vigvari.hu