

NTC termisztor,
fotóellenállás

Termisztor

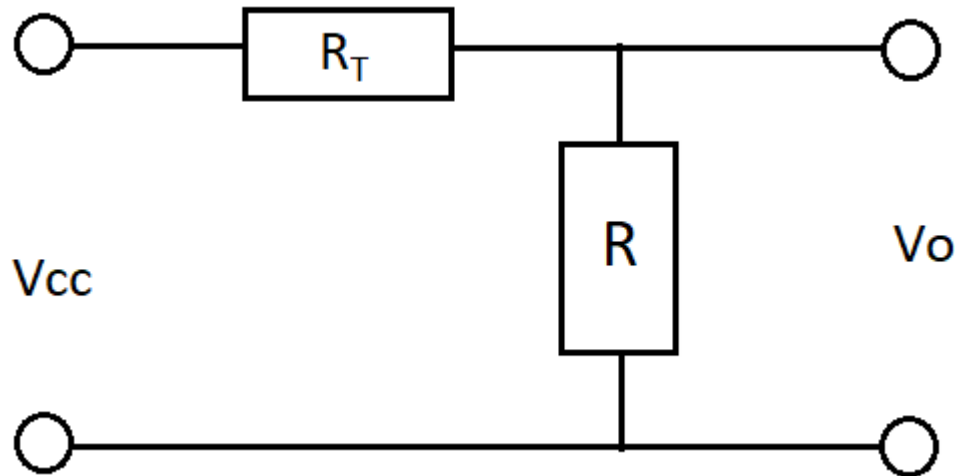
- A termisztor egy olyan félvezető, melynek ellenállás hő hatására számottevően megváltozik.
- Két csoportba oszthatók:
 - Negatív együtthatójú ellenállások (NTK/NTC)
 - Ellenállásuk a hőmérséklet emelkedésével exponenciálisan csökken
 - Pozitív együtthatójú ellenállások (PTK/NTK)
 - Ellenállásuk a hőmérséklet emelkedésével exponenciálisan nő
- A termisztor tulajdonságából adódóan, a hőmérséklet mérés mikrokontroller esetén ellenállás mérésre vezethető vissza.

Ellenállás mérése

- A mikrokontrollerek nem képesek ellenállást mérni, nincsenek ellátva olyan perifériával mely lehetővé tenné. (természetesen vannak kivételek)
- Az ellenállás mérést feszültség mérésre vezetjük vissza, a mért feszültséget pedig az ADC perifériával mintavételezzük.
- A kapott értéket a termisztor gyártója által megadott adatlapban található formula segítségével konvertáljuk át hőmérsékleti értéké.

Ellenállás mérése

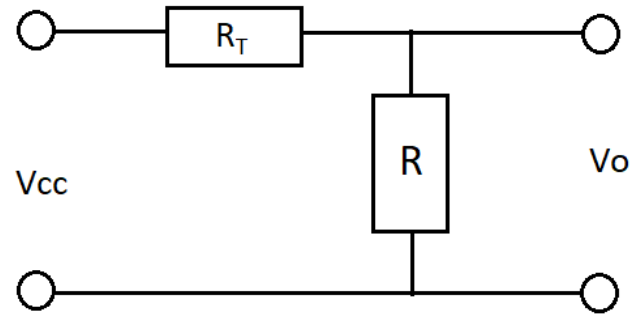
- Az ellenállás/feszültség változás mérését egy feszültség osztó felhasználásával lehet kivitelezni (Isd. elektronika tárgy)



Feszültségosztó

- Legyen:

- R_T = termisztor
- R = referencia ellenállás
- V_{cc} = bemeneti feszültség (fix 3.3V vagy 5V)
- V_o = kimeneti feszültség (ADC-vel mintavételezzük), mely az R_T függvényében változik, ekkor:



$$V_o = V_{cc} \times \frac{R_T}{R_T + R} \quad (1)$$

ADC

- Az Arduinók több AD bemenettel is rendelkeznek (A0, A2, ..., An).
- Tartalmazza az *adc* változó az A0 lábon található feszültség mintavételezett értékét.
- A kapott digitalizált értéket a következő formula segítségével lehet visszaalakítani feszültség értéké:

$$V_o = adc \times \frac{V_{cc}}{1023} \quad (2)$$

ADC

- **CÉL: Az R_T értékének meghatározása!!!!**
- Az (1) és a (2) formulát felhasználva, a következő egyenletet kapjuk:

$$V_{CC} \times \frac{R_T}{R_T + R} = adc \times \frac{V_{CC}}{1023} \quad (3)$$

- Rendezve:

$$\frac{R_T}{R_T + R} = \frac{adc}{1023} \quad (4)$$

Azaz, a termisztor ellenállása független a V_{CC} -től!

ADC

- A (4)-es egyenletből R_T -t kifejezve, a következő formulához jutunk:

$$R_T = adc \times \frac{R}{(1023 - adc)} \quad (5)$$

Ahol:

- **R_T a termisztor ellenállása,**
 - adc az analóg bemeneten mintavételezett érték,
 - R pedig a fixen megválasztott referencia ellenállás
- Miután mérni tudjuk a termisztor ellenállását, már csak a hőmérsékletté való konvertálás maradt hátra. Ezt a gyártó által megadott, úgynevezett „Steinhart and Hart” formula segítségével végezhetjük el!

Mért ellenállás hőmérsékletté való konvertálása

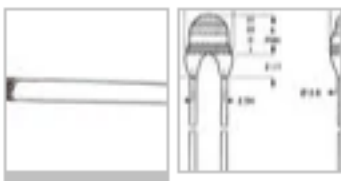
- Egy termisztornak két fontos paramétere van:
 - Ellenállás (10K),
 - Anyagállandó (B) – hőmérsékletérzékenységi mutató Kelvin fokban kifejezve (3977K)
 - Ezeket az információkat a gyártó/eladó által kiadott adatlap tartalmazza

Hestore 640-10K termisztor

640-10 K

NTC TERMISZTOR

Típus : NTC
Névleges teljesítmény : 0,5W
Érték tűrés : 5%
Raszter : 2,5 mm



RoHS	nem
Gyártó	VISHAY
Tokozás	NT640
Teljesítmény	500mW
Ellenállás	10k Ω
Szerelés	THT
Üzemi hőmérséklet	-40...125°C
Az érzékelő típusa	NTC termisztor
Anyagállandó B	3977K

Mért ellenállás hőmérsékletté való konvertálása

- Egy termisztornak két fontos paramétere van:
 - Ellenállás (10K),
 - Anyagállandó (B) – hőmérsékletérzékenységi mutató Kelvin fokban kifejezve (3977K)
 - Ezeket az információkat a gyártó/eladó által kiadott adatlap tartalmazza
- Az adatlapban megtalálható a „Steinhart and Hart” formula, amivel a mért ellenállás érték átkonvertálható hőmérséklet értéké. Erre azért van szükség, mert a termisztor karakterisztikája nem lineáris!

Steinhart and Hart formula (gyártó adatlapja)

$$R(T) = R_{\text{ref}} \times e^{A + B/T + C/T^2 + D/T^3} \quad (1)$$

R = Termisztor

$$T(R) = \left(A_1 + B_1 \ln \frac{R}{R_{\text{ref}}} + C_1 \ln^2 \frac{R}{R_{\text{ref}}} + D_1 \ln^3 \frac{R}{R_{\text{ref}}} \right)^{-1} \quad (2)$$

Rref = fix ellenállás

where:

A, B, C, D, A₁, B₁, C₁ and D₁ are constant values depending on the material concerned; see Table 3.

R_{ref} is the resistance value at a reference temperature (in this event 25 °C).

T is the temperature in K.

Adott anyagállandóval rendelkező termisztorokhoz tartozó konstans értékek (3977K)

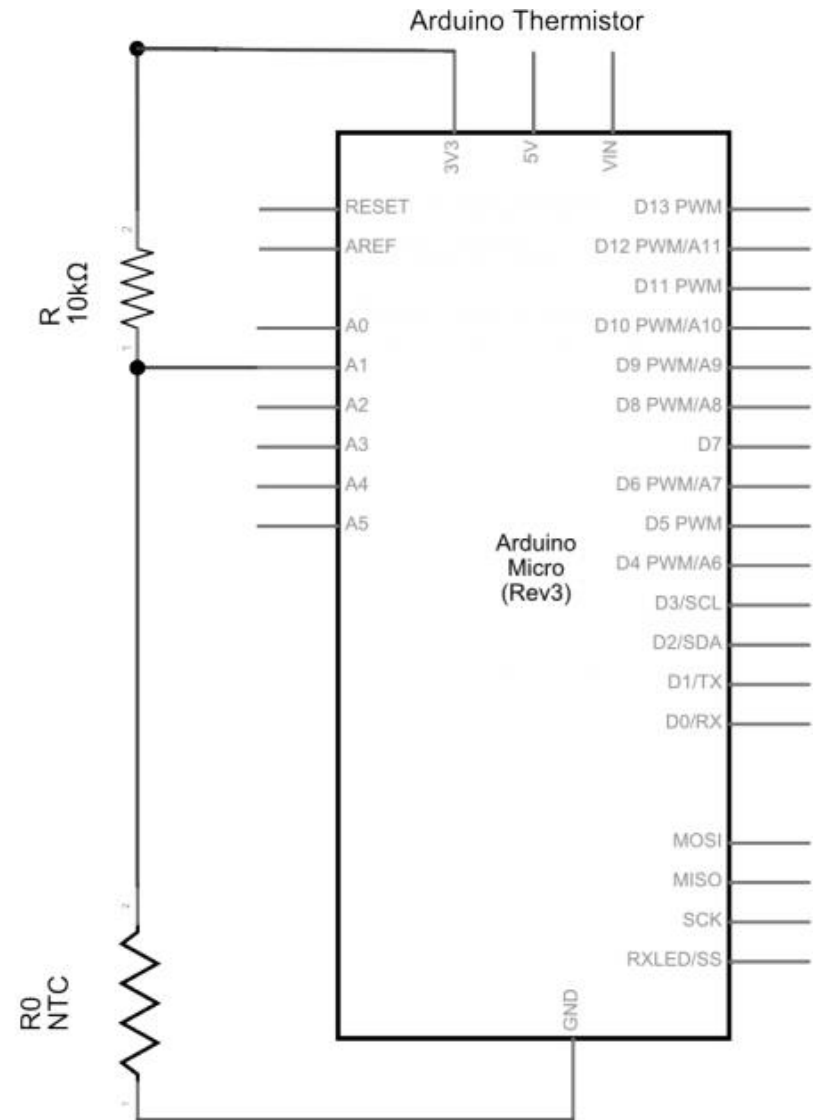
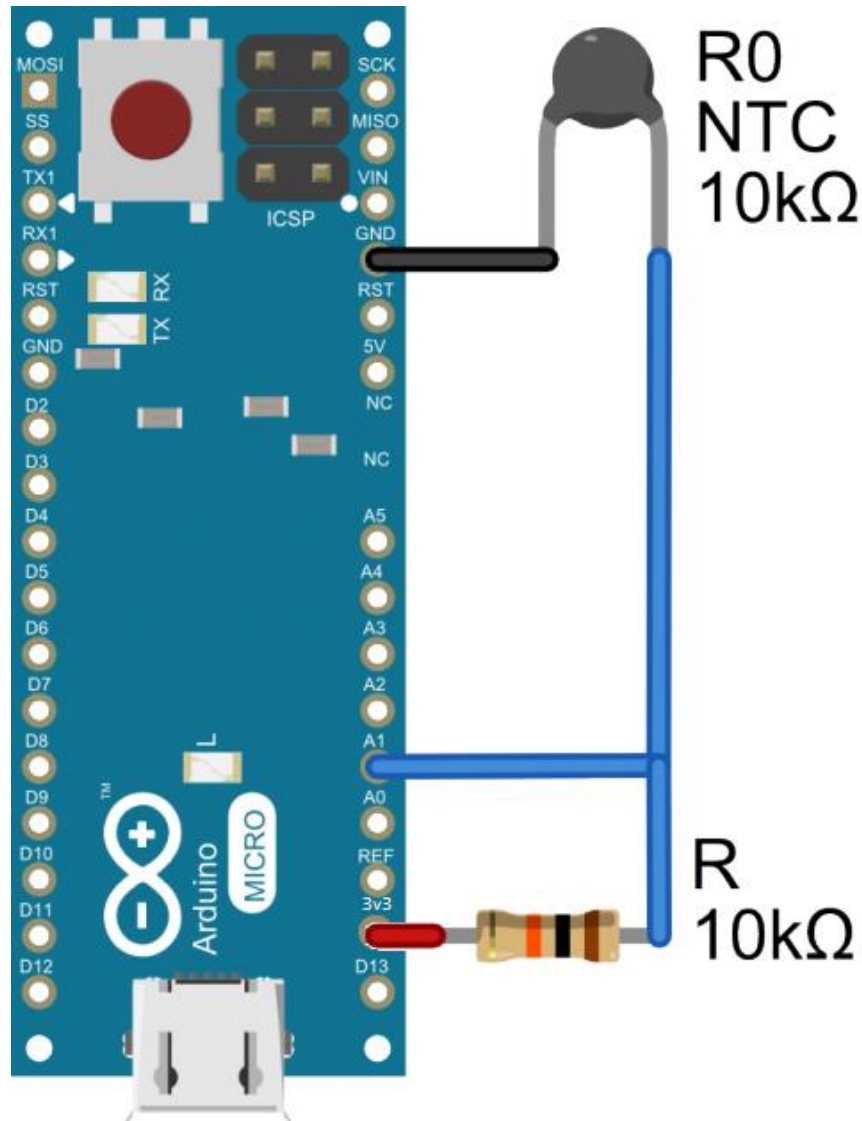
Table 3 Parameters for determining nominal resistance values

B _{25/85} -VALUE (K)	A	B (K)	C (10 ⁵ K ²)	D (10 ⁶ K ³)	A ₁ (10 ⁻³)	B ₁ (10 ⁻⁴ K ⁻¹)	C ₁ (10 ⁻⁶ K ⁻²)	D ₁ (10 ⁻⁷ K ⁻³)
2880	-9.094	2251.74	229098	-27.4482	3.354016	3.495020	2.095959	4.260615
2990	-10.2296	2887.62	132336	-25.0251	3.354016	3.415560	4.955455	4.364236
3041	-11.1334	3658.73	-102895	0.516652	3.354016	3.349290	3.683843	7.050455
3136	-12.4493	4702.74	-402687	31.96830	3.354016	3.243880	2.658012	-2.70156
3390	-12.6814	4391.97	-232807	15.09643	3.354016	2.993410	2.135133	-8.05672
3528 ⁽¹⁾	-12.0596	3687.667	-7617.13	-5914730	3.354016	2.909670	1.632136	0.719220
3528 ⁽²⁾	-21.0704	11903.95	-2504699	247033800	3.354016	2.933908	3.494314	-7.71269
3560	-13.0723	4190.574	-47158.4	-11992560.91	3.354016	2.884193	4.118032	1.786790
3740	-13.8973	4557.725	-98275	-7522357	3.354016	2.744032	3.666944	1.375492
3977	-14.6337	4791.842	-115334	-3730535	3.354016	2.569355	2.626311	0.675278
4090	-15.5322	5229.973	-160451	-5414091	3.354016	2.519107	3.510939	1.105179
4190	-16.0349	5459.339	-191141	-3328322	3.354016	2.460382	3.405377	1.034240
4370	-16.8717	5759.15	-194267	-6869149	3.354016	2.367720	3.585140	1.255349
4570	-17.6439	6022.726	-203157	-7183526	3.354016	2.264097	3.278184	1.097628

Feladat – hőmérséklet mérés

- Miután rendelkezésre állnak a szükséges formulák, és az adatlapból kikerestük a szükséges paramétereket, készítsünk egy olyan programot, amivel képesek vagyunk a környezeti hőmérsékletet monitorozni.

NodeMCU – hőmérséklet mérés



Hőmérséklet mérés

```
1 const double R = 10000; // 10k ohm ref. res.
2 const double adc_resolution = 1023; // 10-bit adc
3
4 // thermistor equation parameters
5 const double A = 3.354016e-3; //A1
6 const double B = 2.569355e-4; //B1
7 const double C = 2.626311e-6; //C1
8 const double D = 0.675278e-7; //D1
9
10 void setup() {
11     Serial.begin(9600);
12 }
```

Hőmérséklet mérés

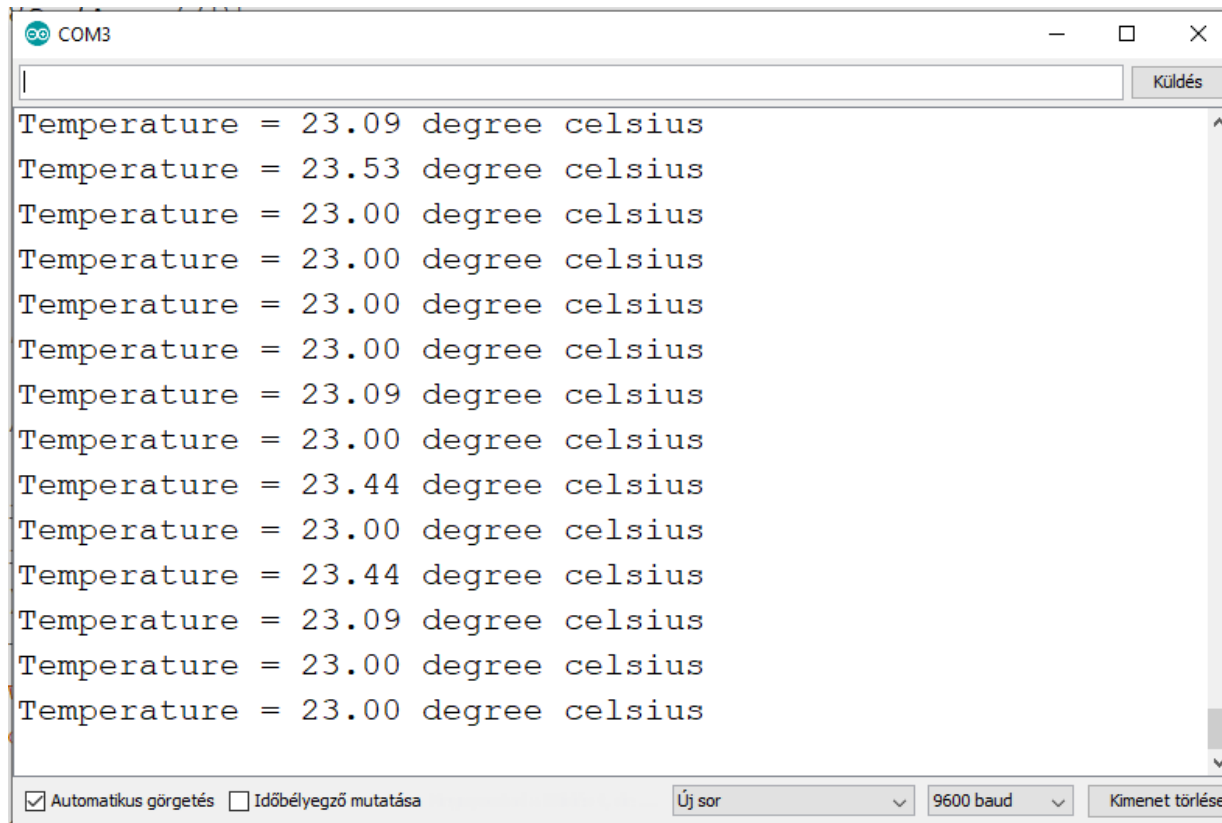
```
14 void loop() {
15     double Rt, temperature, adc_value;
16     adc_value = analogRead(A0);
17     Rt = ((adc_value * R) / (adc_resolution-adc_value));
18
19     //Steinhart-Hart Thermistor Equation
20     // Temperature in kelvin
21     double logRt= log(Rt/R);
22     temperature = (1 / (A + (B * logRt)
23                     + (C * pow(logRt,2))
24                     + (D * pow(logRt,3))));
```

Hőmérséklet mérés

```
26 // Temperature in degree celsius
27 temperature = temperature - 273.15;
28 Serial.print("Temperature = ");
29 Serial.print(temperature);
30 Serial.println(" degree celsius");
31 delay(1000);
32 }
```

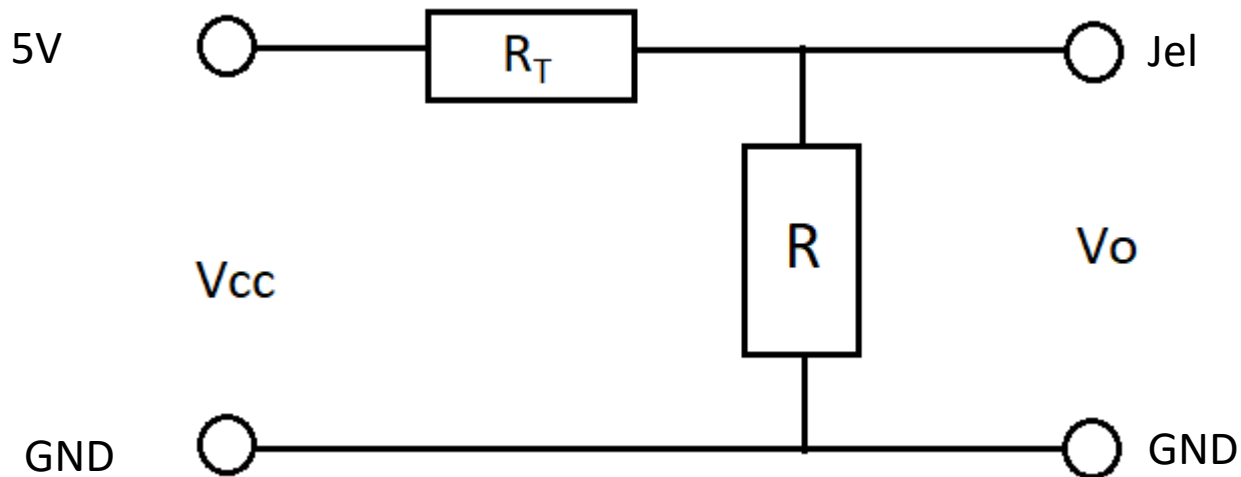
Tesztelés

- Ellenőrizzük le a kódot, töltsük fel és nézzük meg a sorosmonitorra kiírt értékeket.



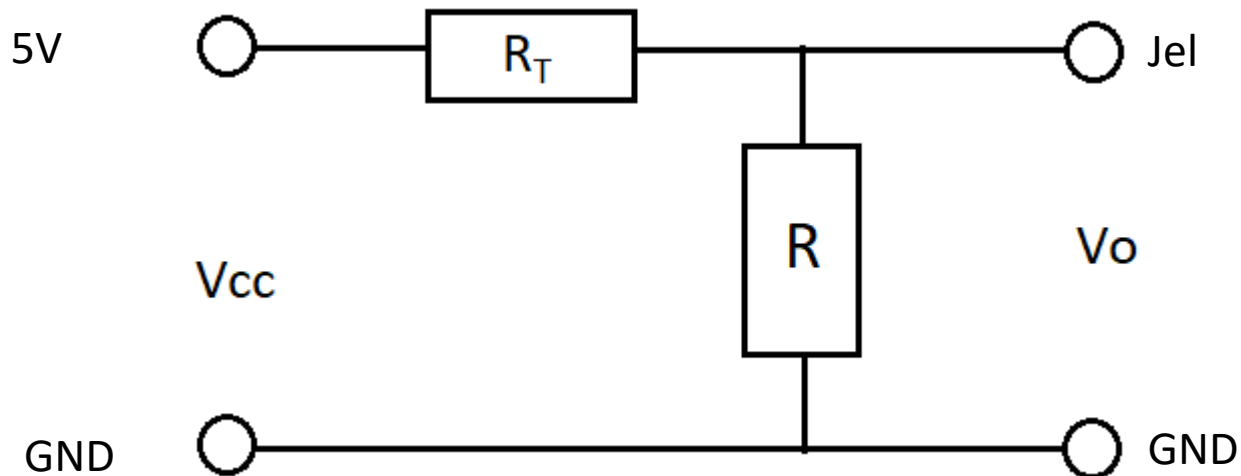
Fotoellenállás

- A fotoellenállás olyan speciális anyagból készült ellenálláscsíkot tartalmaz, mely a fény intenzitásától függően változtatja az ellenállását.
- Az ellenállás változás méréséhez feszültségosztót kell alkalmazni!

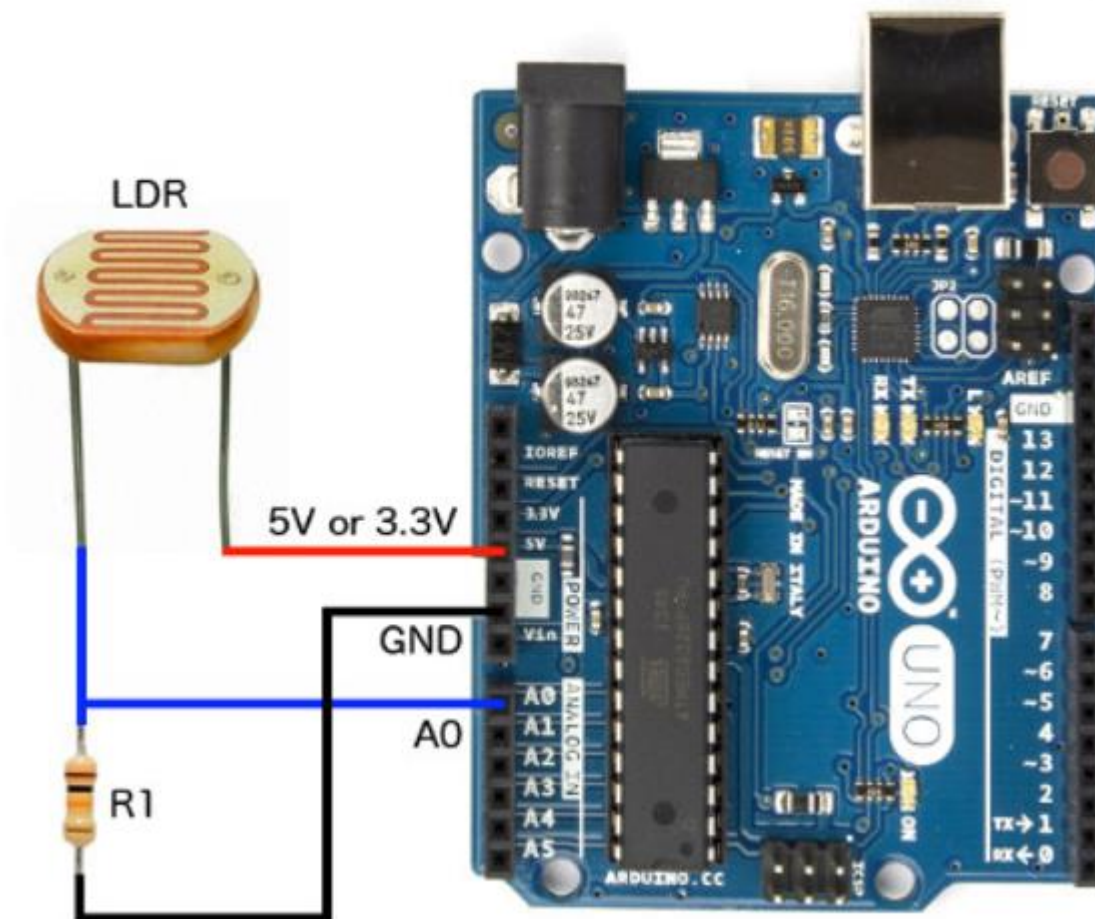


Fotoellenállás

- Ha R_t értéke kicsi (fényerősség nagy) akkor a J_{el} közel a bemeneti feszültséggel egyezik meg.
- Ha R_t értéke nagy (fényerősség kicsi, sötét van) akkor a J_{el} közelít a 0V-hoz
- R értéke attól függ, hogy milyen fényviszonyok esetén szeretnénk használni: $R = \sqrt{R_{sötét} * R_{világos}}$ ahol $R_{sötét}$ és $R_{világos}$ a fotoellenállás sötét és világosban mért ellenállása.



Kapcsolás



Szoftver

```
1 int LDR_Pin = A0;
2
3 void setup() {
4     Serial.begin(9600);
5 }
6
7 void loop() {
8     Serial.println(analogRead(LDR_Pin));
9     delay(3000);
10 }
```