

NTC termisztor,  
fotóellenállás

# Termisztor

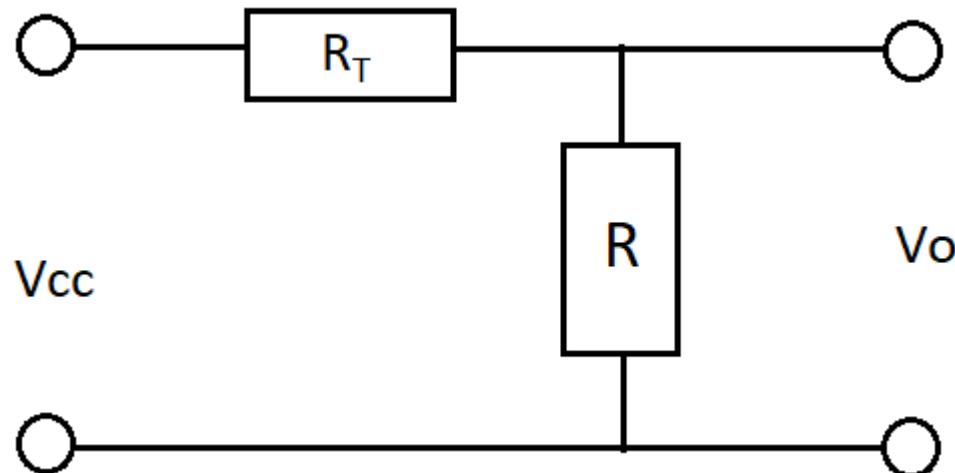
- A termisztor egy olyan félvezető, melynek ellenállás hő hatására számottevően megváltozik.
- Két csoportba oszthatók:
  - Negatív együtthatójú ellenállások (NTK/NTC)
    - Ellenállásuk a hőmérséklet emelkedésével exponenciálisan csökken
  - Pozitív együtthatójú ellenállások (PTK/NTK)
    - Ellenállásuk 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 értékké.

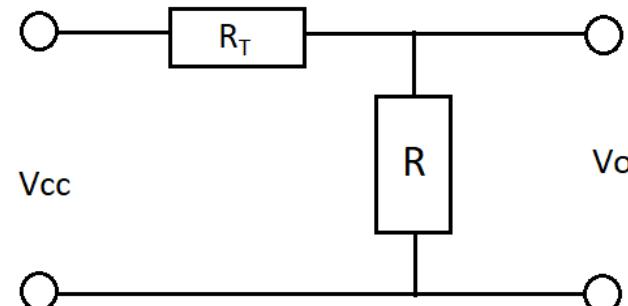
# Ellenállás mérése

- 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 feszültés ( 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 rendelkezik (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 értékké:

$$Vo = adc \times \frac{Vcc}{1023} \quad (2)$$

# 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 Vcc-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

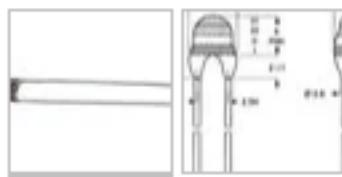
NTC TERMISZTOR

Típus : NTC

Névleges teljesítmény : 0,5W

Érték tűrés : 5%

Raszter : 2,5 mm



RoHS	nem
Gyártó	VISHAY
Tokozás	NT640
Teljesítmény	500mW
Ellenállás	10kΩ
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 értékké. Erre azért van szükség, mert a termisztor karakterisztikája nem lineáris!

# Steinhart and Hart formula (gyártó adatlapja)

**R = Termisztor**

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

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

where:

**R<sub>ref</sub> = fix ellenállás**

A, B, C, D, A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, C<sub>1</sub> and D<sub>1</sub> are constant values depending on the material concerned; see Table 3.

R<sub>ref</sub> 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)

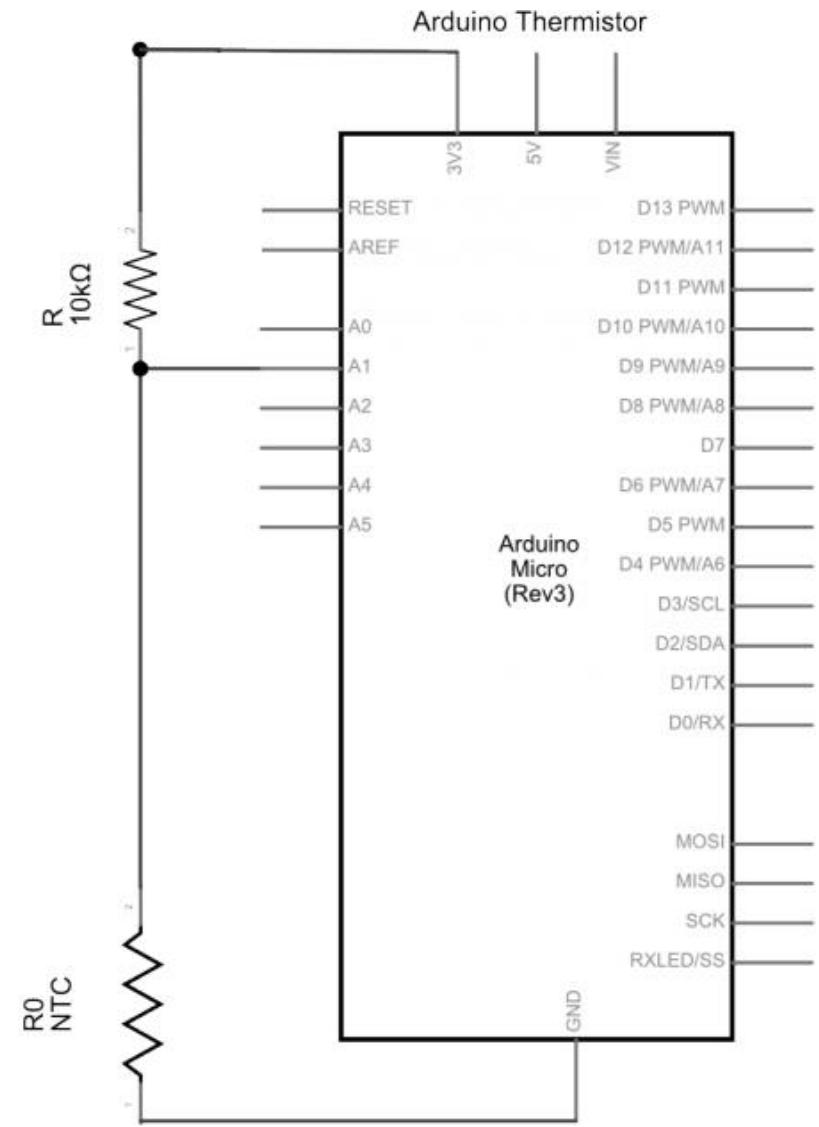
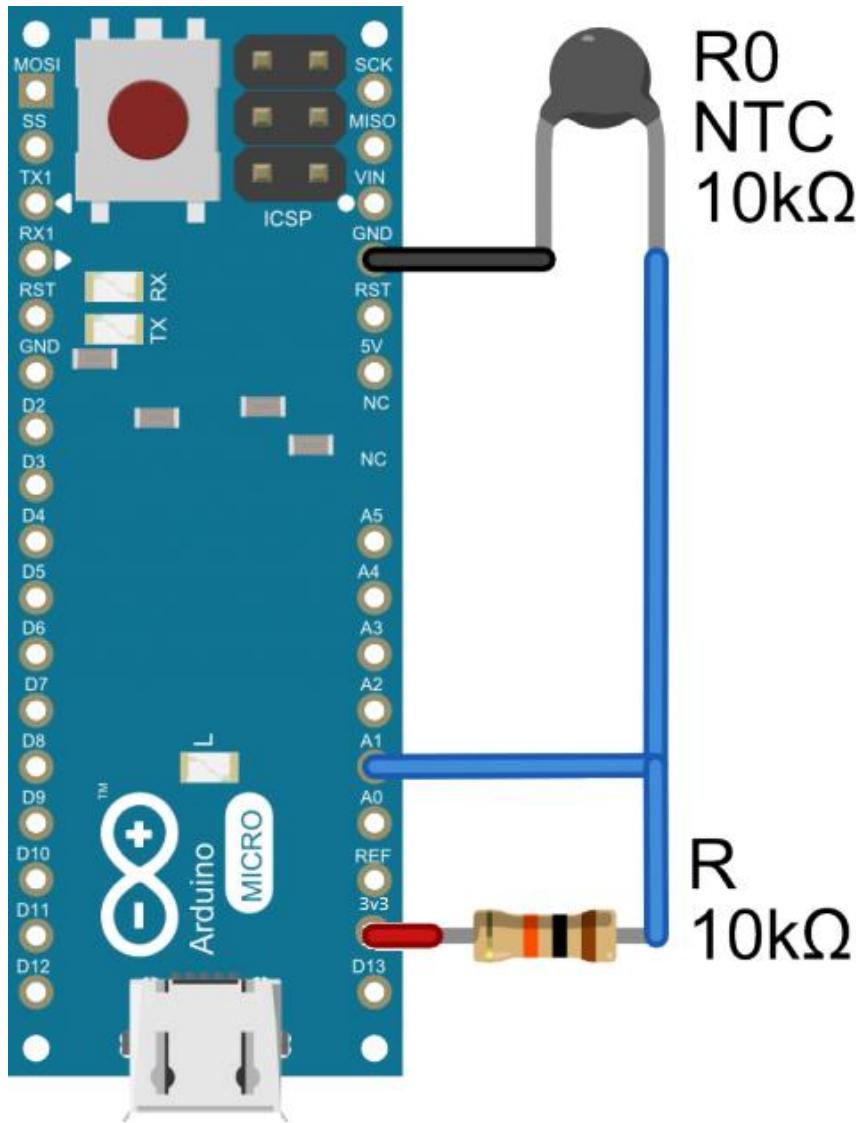
**Table 3** Parameters for determining nominal resistance values

B <sub>25/85</sub> -VALUE (K)	A	B (K)	C (10 <sup>5</sup> K <sup>2</sup> )	D (10 <sup>6</sup> K <sup>3</sup> )	A <sub>1</sub> (10 <sup>-3</sup> )	B <sub>1</sub> (10 <sup>-4</sup> K <sup>-1</sup> )	C <sub>1</sub> (10 <sup>-6</sup> K <sup>-2</sup> )	D <sub>1</sub> (10 <sup>-7</sup> K <sup>-3</sup> )
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 <sup>(1)</sup>	-12.0596	3687.667	-7617.13	-5914730	3.354016	2.909670	1.632136	0.719220
3528 <sup>(2)</sup>	-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



# Hőméréklet 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 }
```

# Hőméréklet mérés

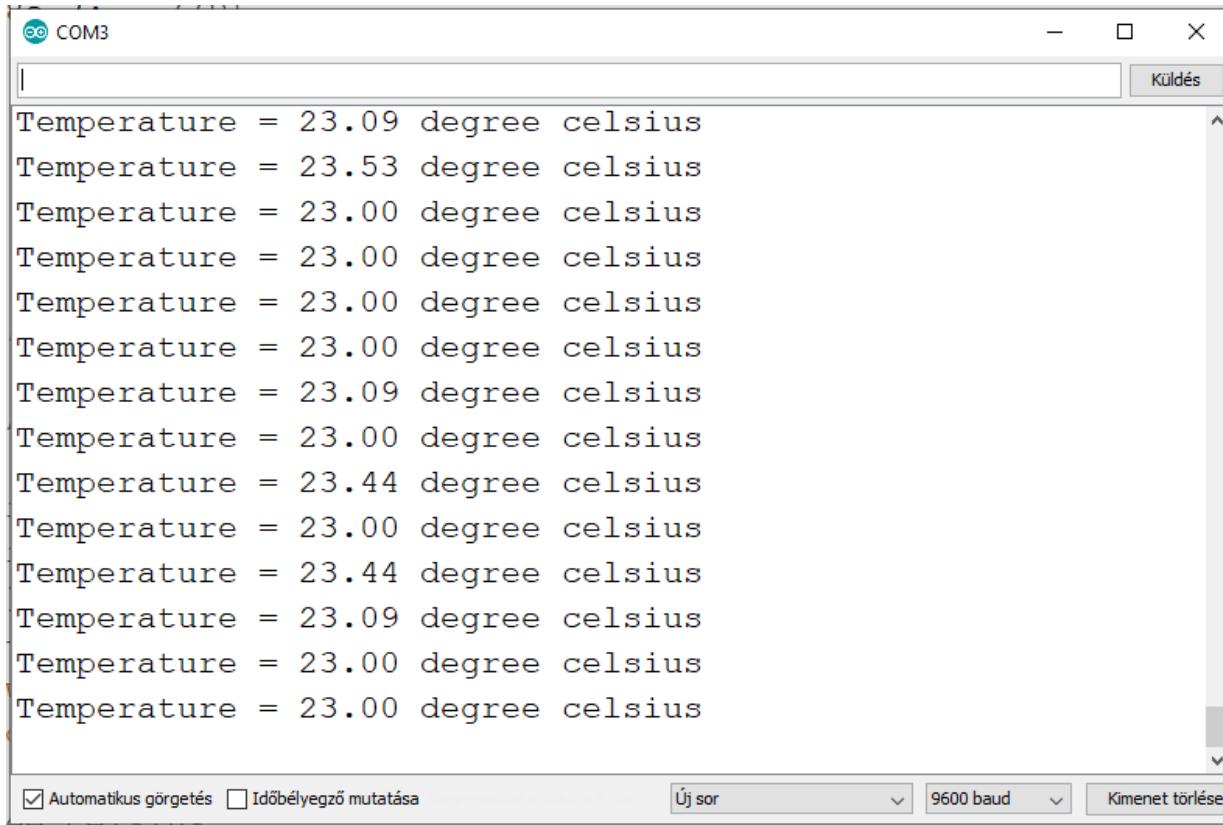
```
14 void loop() {  
15     double Rt, temperature, adc_value;  
16     adc_value = analogRead(A0);  
17     Rt = ((adc_value * R) / (adc_resolution-adc_value));  
18  
19     //Steinhart-Hart Thermistor Equation  
20     // Temperature in kelvin  
21     double logRt= log(Rt/R);  
22     temperature = (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, töltük fel és nézzük meg a sorosmonitorra kiírt értékeket.



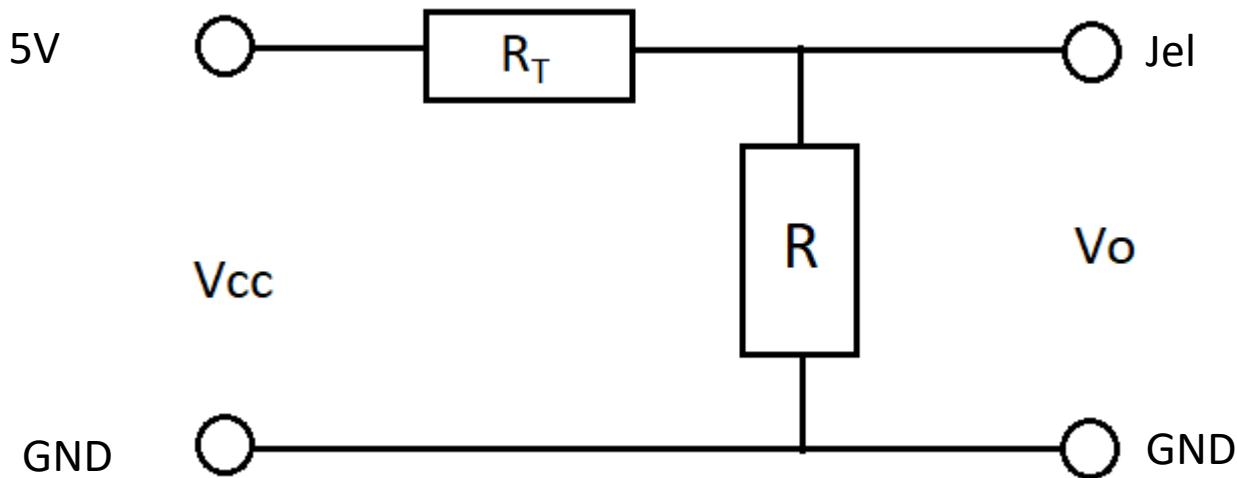
The screenshot shows a terminal window titled "COM3". The window contains a list of temperature measurements in degrees Celsius, repeated multiple times. The text in the window is as follows:

```
Temperature = 23.09 degree celsius
Temperature = 23.53 degree celsius
Temperature = 23.00 degree celsius
Temperature = 23.09 degree celsius
Temperature = 23.00 degree celsius
Temperature = 23.44 degree celsius
Temperature = 23.00 degree celsius
Temperature = 23.44 degree celsius
Temperature = 23.09 degree celsius
Temperature = 23.00 degree celsius
Temperature = 23.00 degree celsius
Temperature = 23.00 degree celsius
```

At the bottom of the window, there are several status indicators and settings: "Automatikus görgetés" (checked), "Időbeli egzegő mutatása" (unchecked), "Új sor" (dropdown menu), "9600 baud" (dropdown menu), and "Kimenet törlése".

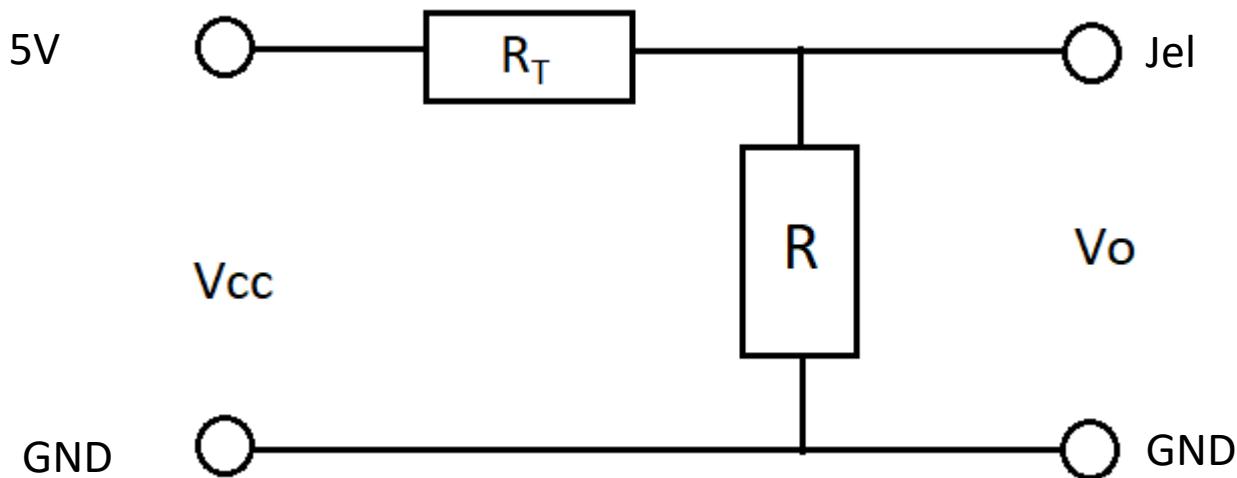
# Fotoellenállás

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

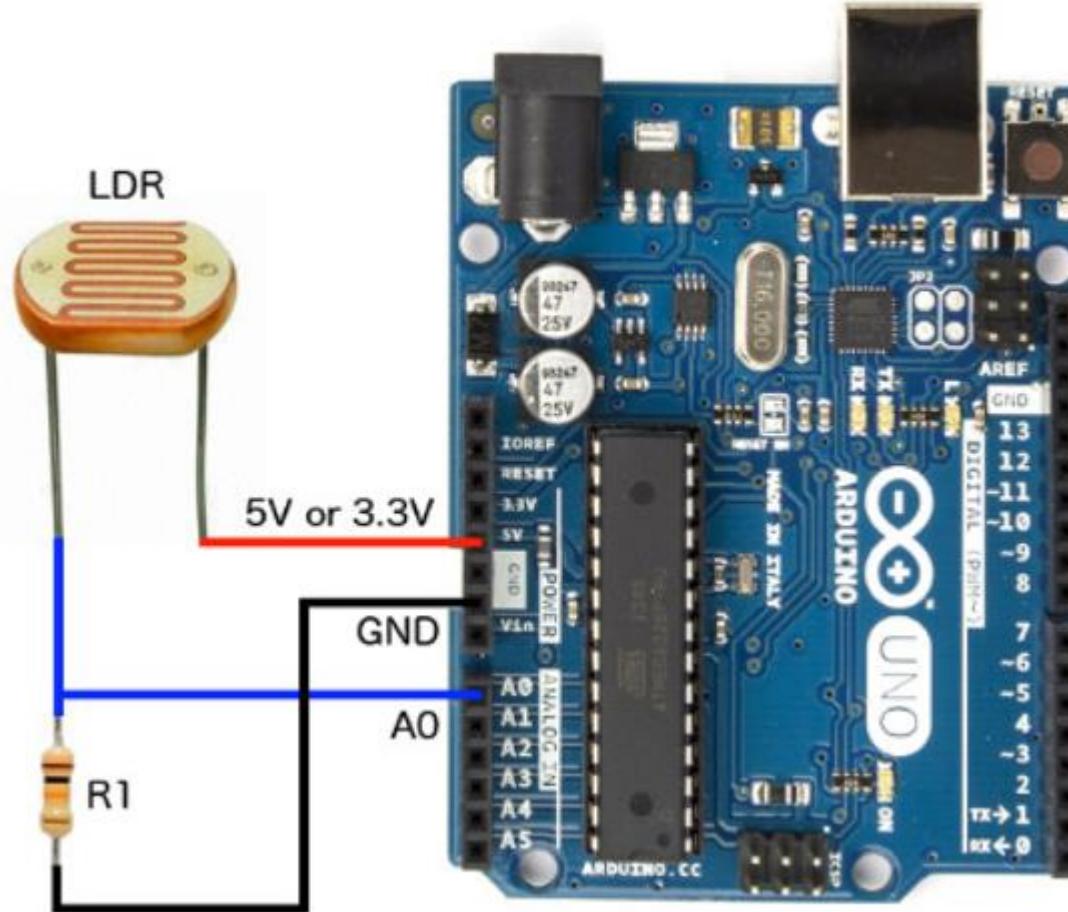


# Fotoellenállás

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