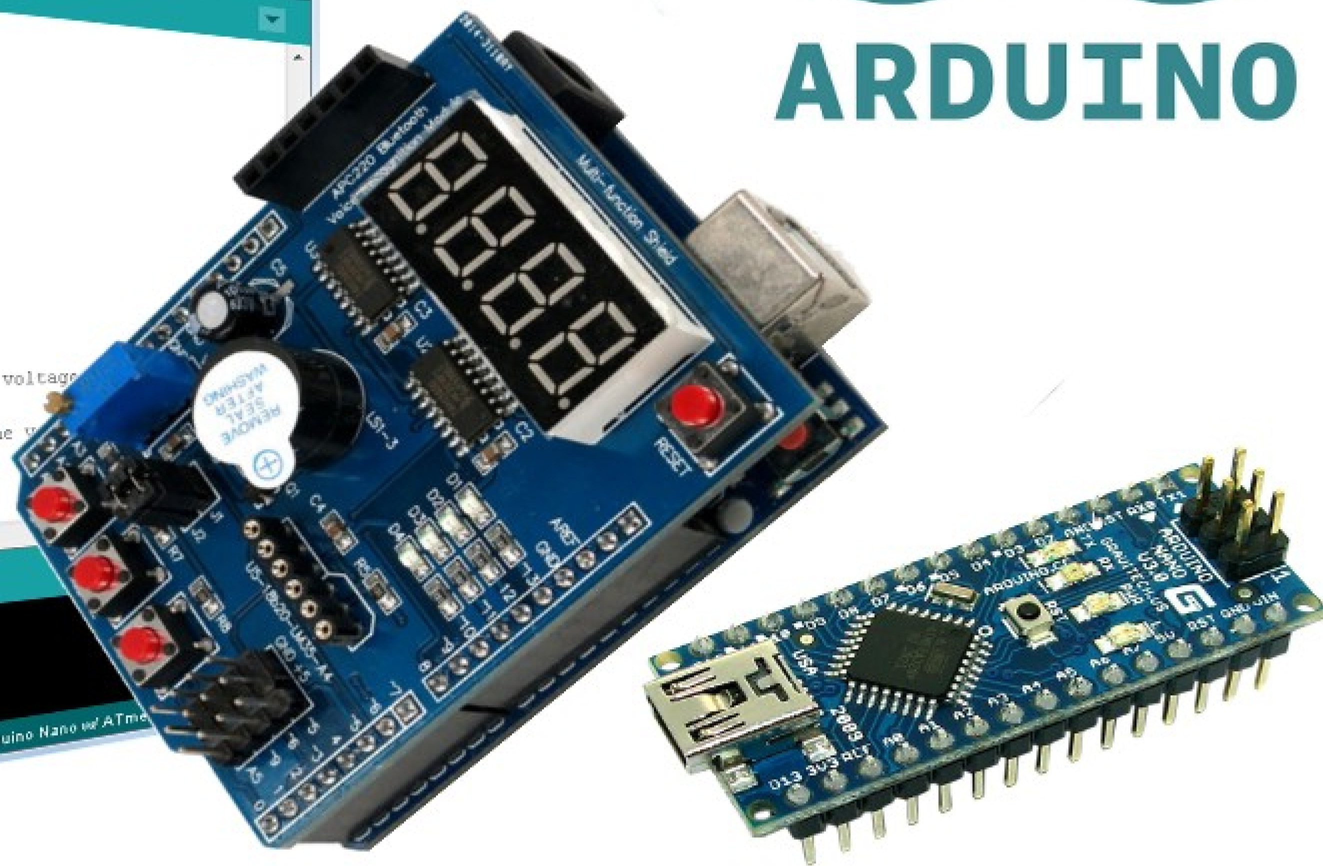
Arduino tanfolyam kezdőknek és haladóknak



2. Változók típusai, feltételvizsgálat, programelágazás

Változók

- Programfutás alatt a mért vagy számított adatokat ideiglenesen el kell valahova helyezni, erre a RAM memóriában kell helyet foglalni
- A lefoglalt helyeket névvel látjuk el, ezzel hivatkozhatunk rájuk, amikor újra elővesszük, vagy felülírjuk az adatot
- A RAM memória csak a kikapcsolásáig őrzi meg az adatokat
- A változókat felfoghatjuk úgy, mint egy sokfiókos doboz (a memória) egy-egy fiókját, amibe egyvalamit beletehetünk, vagy kivehetünk
- A változó neve kötelezően kis- vagy nagybetűvel kezdődjön de tartalmazhat számjegyet vagy aláhúzásjelet is

Változók típusai

- A legfontosabb változó típusok az alábbi táblázatban láthatók

Típus	Méret [bájt]	Min. érték	Max. érték	STDINT típus (ANSI C90)
boolean	1	false (0)	true (1)	
char	1	–128	127	int8_t
unsigned char *vagy* **byte**	1	0	255	uint8_t
int	2	–32 768	32 767	int16_t
unsigned int *vagy* **word**	2	0	65 535	uint16_t
long	4	–2,147,483,648	2,147,483,647	int32_t
unsigned long	4	0	4,294,967,295	uint32_t
float	4	–3.4028235E+38	3.4028235E+38	
double	erőforrás hiányában ugyanaz, mint a **float** típus			

Változó deklaráció és értékadás

- Változó deklarálásánál meg kell adni a típusát és a változó nevét például: `int a, b, c;` három előjeles egész változót hoz létre
- Deklaráláskor nem kötelező, de megadhatunk kezdőértéket is például: `int a = 2, b = -3, c = 120;`
- Az Arduino C/C++ környezete azt is megengedi, hogy a változó deklarációja ne a program elején, hanem az első használatbavétel helyén legyen, mint például az alábbi programrészletben

```
void setup() {
  pinMode(A1, INPUT_PULLUP);    // A1 digitális bemenet, belső felhúzással
}

void loop() {
  boolean sw = digitalRead(A1); // Nyomógomb állapotának beolvasása
  int adc = analogRead(A0);     // ADC csatorna beolvasása
  float temp = (adc*5000/1024-500)/10.0; //Adatok átszámítása
  ...
}
```

Konstans vagy #define?

- A **`const`** előtag konstans értéket jelent, az így deklarált változó csak olvasható lesz, értéke nem módosítható pl:
  `const int RED_LED = 13;`
- A **`const`** módosítóval deklarált változó megőrzi típusát és érvényességi körét
- A **`const`** „változó” tömb is lehet

```
const float pi = 3.14;
float x;
...
//it's fine to use consts in math
x = pi * 2;

//Illegal, you can't modify a constant
pi = 7;
```

- A **`#define`** direktíva egy szimbólumot definiál a fordító minden előfordulásnál behelyettesíti a forráskódba pl.: **`#define RED_LED 10`**
- A **`#define`** direktívával létrehozott szimbólum nem definiál típust és globális érvényességű

```
#define RED_LED   10
#define GREEN_LED 11
#define PUSH2     A1

// Hibás definíciók:
#define LED = 13 // Nem lehet ’=’

#define LED 13;  // Nem lehet ’;’
```

Változók érvényességi köre

- A változók egyik fontos jellemzője az érvényességi kör (scope)
- Arduino környezetben minden olyan változó ***globális***, amit a függvényeken kívül deklarálunk
- A függvényekben vagy a ***for*** ciklus inicializálás részében deklarált változók ***lokálisak***, azaz csak a függvény, vagy a for ciklus törzsében érhetők el

```
int PWMduty;  // ez a változó bármelyik függvényből elérhető

void setup() {
  // ...
}

void loop() {
  int i;     // az "i" változó csak a "loop" függvényben érhető el
  float f;   // az "f" változó csak a "loop" függvényben érhető el
  // ...
  for (int j = 0; j < 100; j++) {
    // a "j" változó csak a "for" cikluson belül érhető el
  }
}
```

Statikus és illékony változók

- A ***static*** módosító azt jelzi, hogy a lokális változó értékét meg kell őrizni a függvényhívások között

```
int randomWalk(int moveSize) {
  static int place; // variable to store value in random walk
   place = place + (random(-moveSize, moveSize + 1));
  return place;
}
```

- A ***volatile*** módosító azt jelzi, hogy a változó értékét minden hivatkozáskor a tárhelyről kell elővenni (ideiglenesen tárolt értéke nem használható). Akkor van erre szükség, ha más programszál vagy megszakítást kiszolgáló rutin módosíthatja az értékét

```
volatile byte state = LOW;
void setup() {
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(2), blink, CHANGE);
}
void loop() { digitalWrite(pin, state); }

void blink() { state = !state; } // change state at each interrupt
```

Túlcsordulás, számábrázolási pontosság

- **Túlcsordulás** akkor következik be, ha a változóban maximálisan ábrázolható számot meghaladja a művelet eredménye

```
byte a = 255;
a = a + 1;    //nem 256, hanem 0 lesz!
```

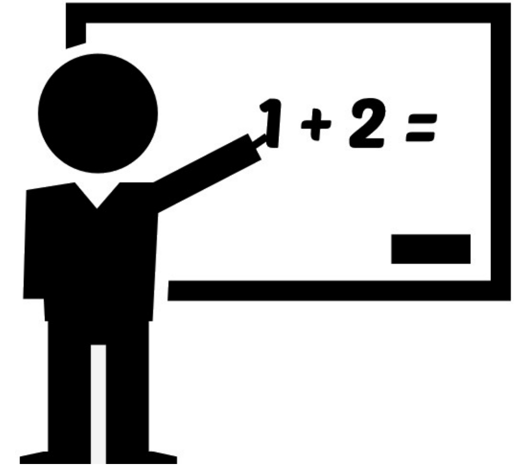
```
   1 1 1 1 1 1 1 1     = 255₁₀
 + 0 0 0 0 0 0 0 1     = 1
 1 0 0 0 0 0 0 0 0     = 0  (8 biten, mivel a 9. bit elveszett)
```

- Lebegőpontos (float) típusú változóknál a **számábrázolási pontosságot** két tényező korlátozza:
  - Az értékes jegyek száma kb. 6-7, így például `float a = 3.1234567E10;` esetén `a` és `a+1` nem lesz különböző
  - Bizonyos számok (például 0.1) kettes számrendszerben nem ábrázolható véges számú számjeggyel – ahogyan pl. **1/3** vagy **1/7** sem ábrázolhatók véges tizedestörttel

Aritmetikai műveletek

- Számtani (aritmetikai) műveletek

```
a = a + 5;    // összeadás
a = c - b;    // kivonás
a = a * 7;    // szorzás
a = b / 2;    // osztás
```



- Fontos, hogy milyen típusú változót használunk, mert egész típusoknál 10 / 4 eredménye nem 2.5, hanem 2 lesz!
- **Osztási maradék** előállítása a % művelettel történik
  Legyen pl. a = 15, akkor az `a/6` osztás eredménye 2 lesz,
  az `a%6` művelet eredménye pedig 3 lesz (mivel 15 = (2 * 6) + 3
- Összevonások (rövidebb jelölésmód)

```
x++    // ugyanaz, mint:  x = x + 1
x += y // ugyanaz, mint:  x = x + y
x *= y // ugyanaz, mint:  x = x * y
```

```
x--    // ugyanaz, mint:  x = x - 1
x -= y // ugyanaz, mint:  x = x - y
x /= y // ugyanaz, mint:  x = x / y
```

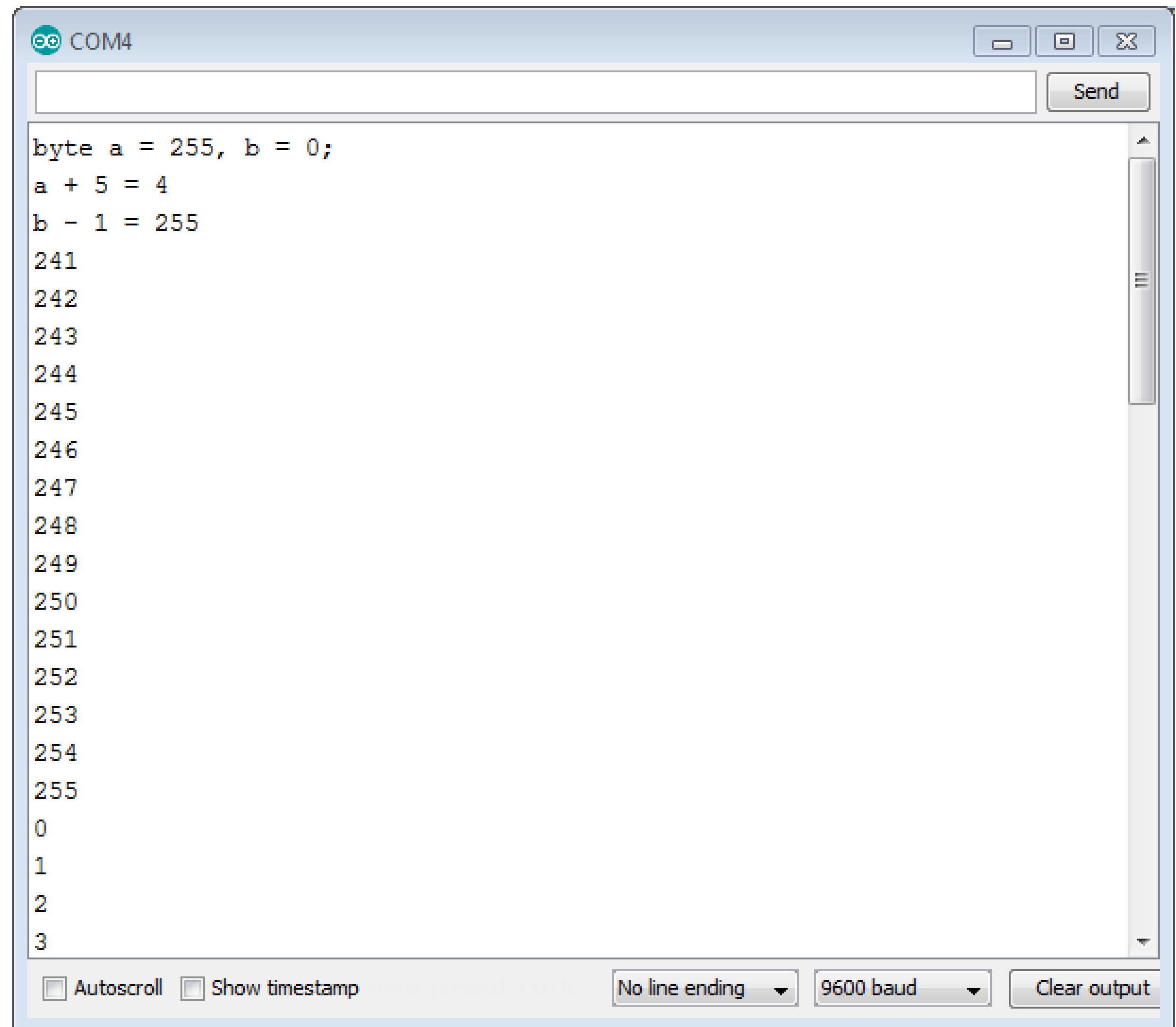
valtozok.ino

- Az alábbi programban egyszerű példákat mutatunk a változók használatára

```
byte szamlalo = 240;          // szamlalo változó deklarálása kezdőértéke 240
byte a = 255, b = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);         // A soros porton fogunk kiíratni
  Serial.println("byte a = 255, b = 0;");
  Serial.print("a + 5 = ");
  a = a + 5;                  // Túlcsordulás: 255 + 5 = 4 lesz (260 - 256)
  Serial.println(a);
  Serial.print("b - 1 = ");
  b = b - 1;                  // Alulcsordulás: 0 - 1 = 255 lesz (256 - 1)
  Serial.println(b);
}

void loop() {
  szamlalo++;                 // Egy hozzáadása minden ciklusban
  Serial.println(szamlalo); // Kiíratjuk szamlalo aktuális tartalmát
}
```

szamlalo.ino futási eredménye

- A program eredményének megtekintéséhez meg kell nyitnunk a terminál ablakot
- `a+5` túlcsorduláshoz vezetett
- `b-1` alulcsorduláshoz vezetett
- A `szamlalo` változó növelgetése 255 elérése után túlcsordulást okoz

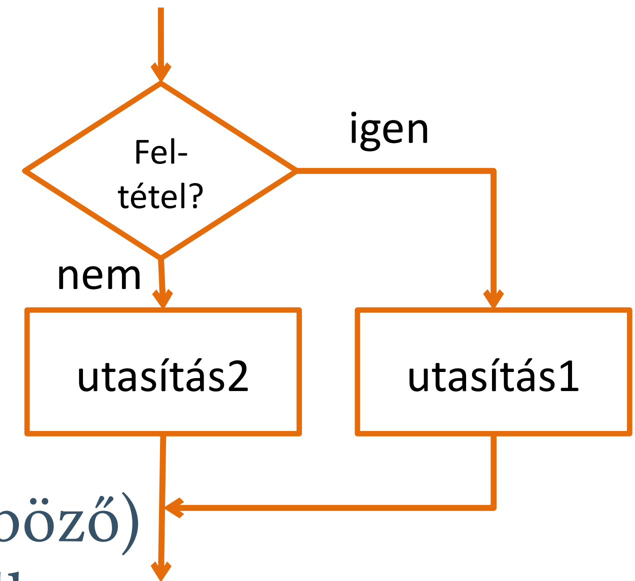


Feltételes elágazás: if – else utasítás

- Megvizsgál egy feltételt, s ezt követően a végrehajtás menete a feltételvizsgálat eredményétől függ

```
if(feltétel) utasítás1
else utasítás2
```

(az **else** ág elhagyható)



- A **feltétel** egy kifejezés, ami aritmetikai és relációs operátorokat is tartalmazhat. A kiértékelés eredménye
  igaz: ha a kifejezés értéke **true** (0-tól különböző)
  hamis: ha a kifejezés értéke **false**, vagy nulla.
- **Ha a feltétel teljesül**, akkor **utasítás1** kerül végrehajtásra, **egyébként** pedig **utasítás2** lesz végrehajtva. Például:

Ha PUSH2 nincs lenyomva

```
if(digitalRead(PUSH2)) { digitalWrite(RED_LED,LOW); }
else  { digitalWrite(RED_LED,HIGH); } //Ha a gomb le van nyomva, a LED világít
```

Ha PUSH2 le van nyomva

PUSH2 olvasása **1**, ha nincs lenyomva, **0**, ha le van nyomva

Relációs és logikai operátorok

- Logikai kifejezésekben, illetve feltételvizsgálatoknál az alábbi operátorok (műveletek) állnak rendelkezésre:

Relációs operátorok

Operátor	Jelentés	Példa
==	egyenlő	pl. x == y
!=	nem egyenlő	pl. x != y
<	kisebb mint	pl. x < y
>	nagyobb mint	pl. x > y
<=	kisebb, vagy egyenlő	
>=	nagyobb, vagy egyenlő	

Logikai operátorok

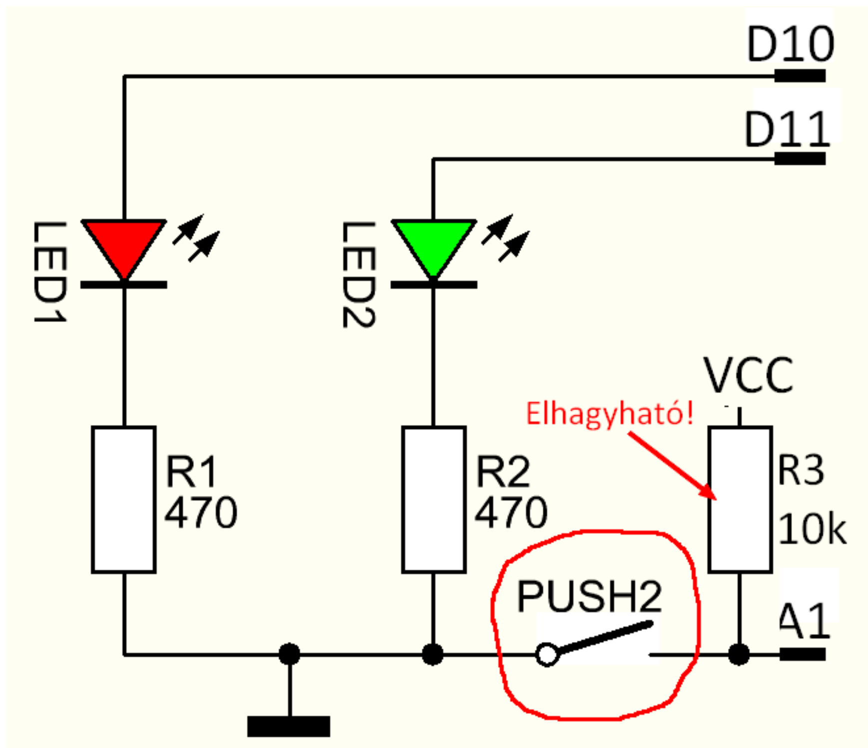
Logikai változókon vagy logikai kifejezéseken végezett műveletekhez használhatók

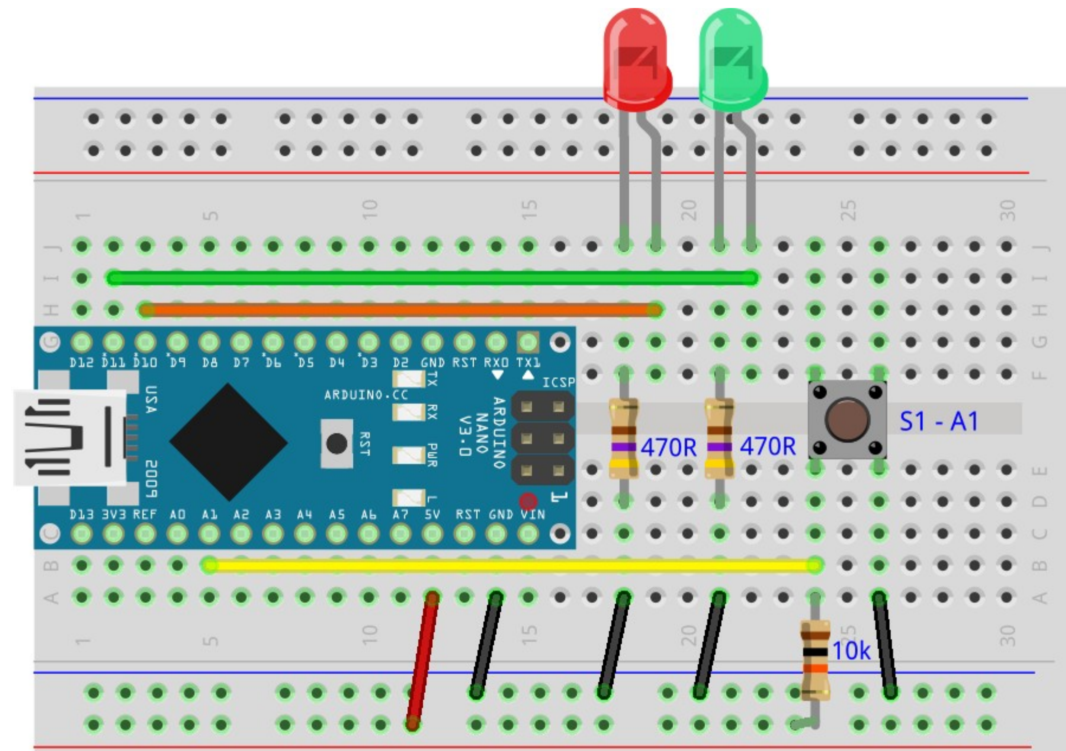
Operátor	Jelentés	Példa
!	Tagadás (negáció)	pl. !a
&&	ÉS művelet	pl. a && b
||	VAGY művelet	pl. a || b

- **Megjegyzések:**
  - A relációs, illetve a logikai műveletek eredménye egy logikai (boolean) mennyiség, ami csak 0 (ha hamis) vagy 1 (ha igaz) értéket vehet fel.
  - A C fordítók kiterjesztett értelmezéssel bármilyen 0-tól különböző számot is elfogadnak igaz értékként. Így például if(x != 0) helyett if(x) -et is írhatunk.
  - Ne keverjük össze a logikai operátorokat a bitenként logikai operátorokkal! Bitenkénti műveletek: ~, &, |, ^ Logikai műveletek: !, &&, ||

blink_control.ino

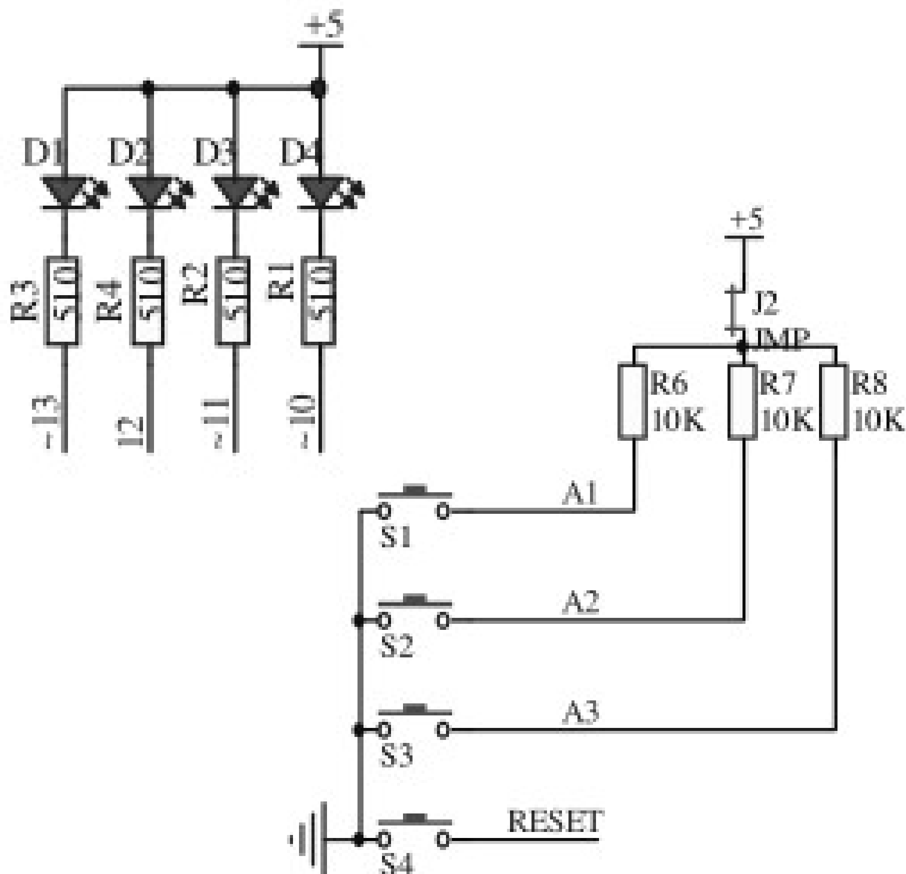
- Villogtassunk két LED-et felváltva, de a villogás frekvenciája (az átkapcsolások közötti időtartam) a nyomógomb állapotától függjön:
  - Ha a gombot elengedjük, 500 ms-onként váltunk (1 Hz villogás)
  - Ha a gombot lenyomjuk, 100 ms-onként váltunk (5 Hz villogás)
- A kapcsolás legyen ugyanaz, mint az előző foglalkozáson!

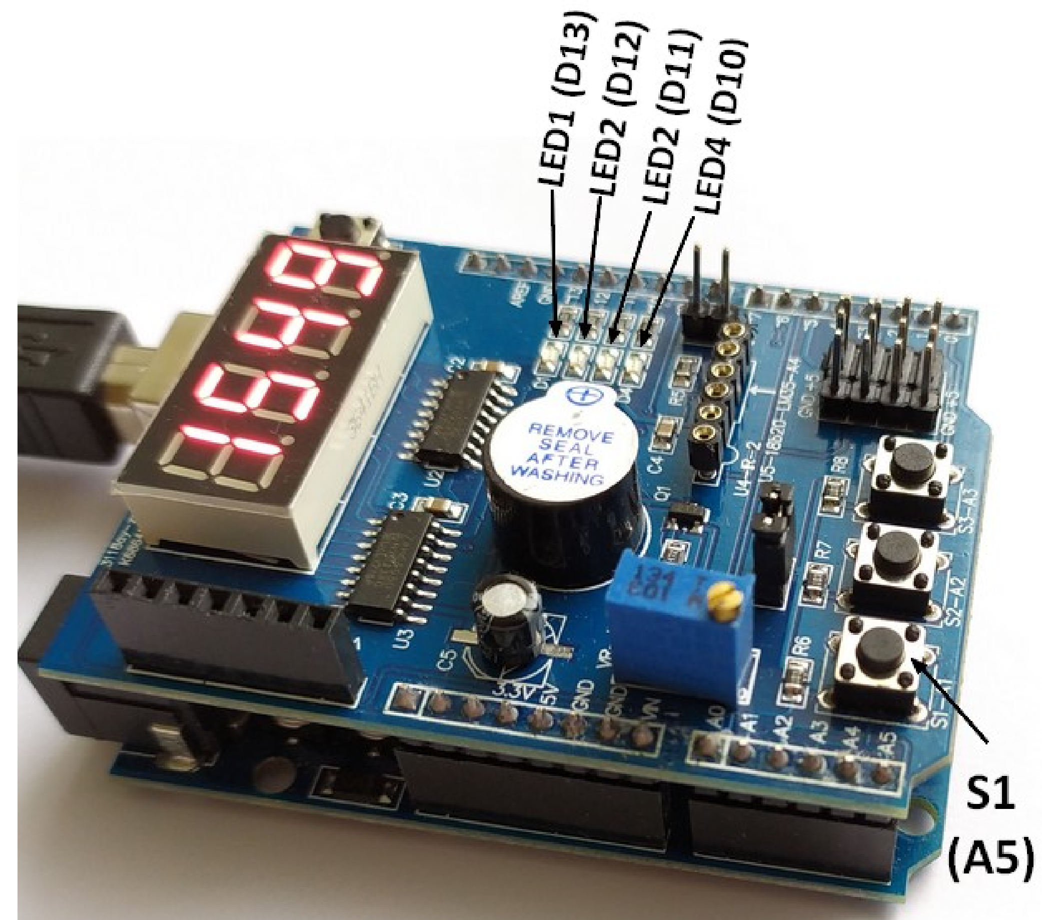




blink_control.ino

- A multifunkciós bővítőkártya esetén lehúzásra világít a LED és mindegyik LED piros
- Az **S1** nyomógomb az **A1** bemenetre van kötve és külső felhúzása is van (a **J2** átkötés megléte esetén)



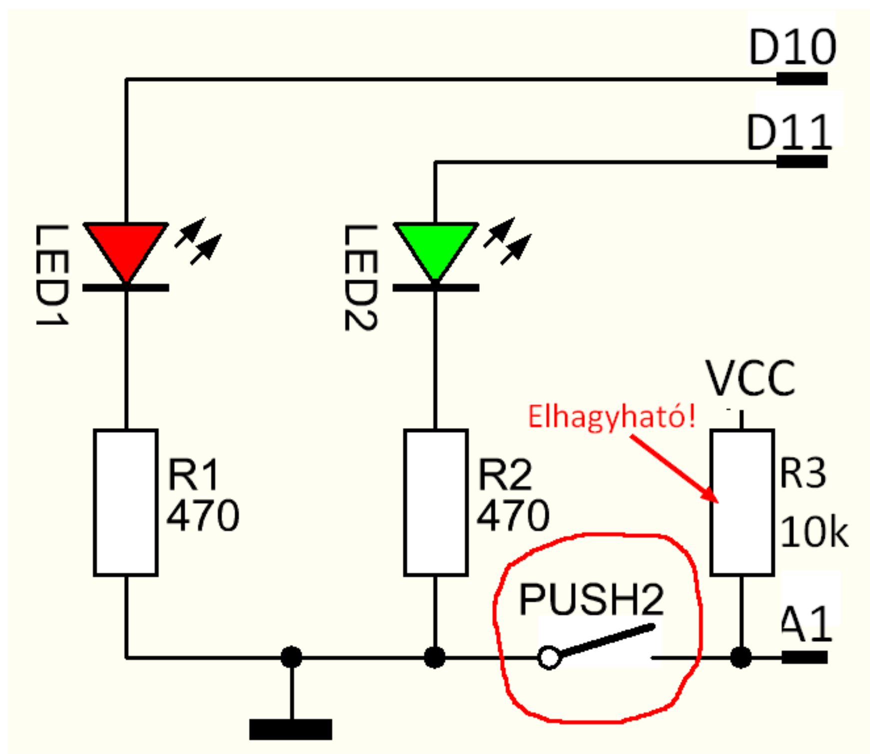


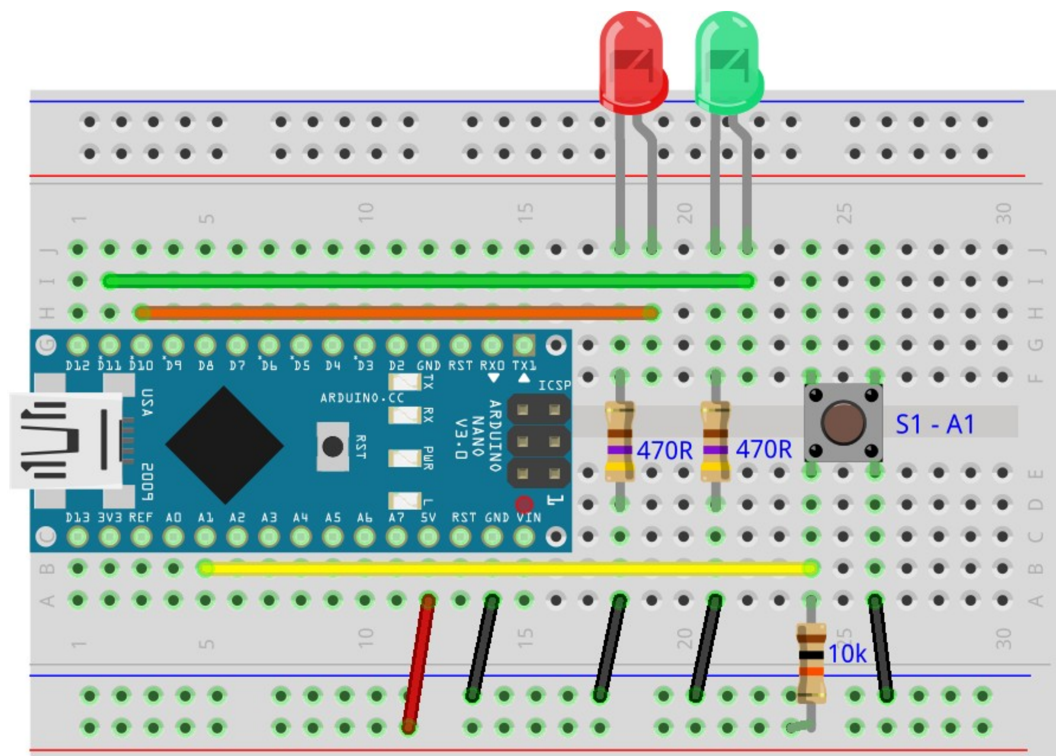
blink_control.ino

```
#define RED_LED   10
#define GREEN_LED 11
#define PUSH2     A1

void setup() {
  pinMode(RED_LED,OUTPUT);         // legyen kimenet
  pinMode(GREEN_LED,OUTPUT);       // legyen kimenet
  pinMode(PUSH2,INPUT_PULLUP);     // legyen bemenet, belső felhúzással
}

void loop() {
  boolean sw;                      // Ebben tároljuk a nyomógomb állapotát
  sw = digitalRead(PUSH2);         // Beolvassuk a nyomógomb állapotát
  digitalWrite(RED_LED,HIGH);      // A piros LED világít
  digitalWrite(GREEN_LED,LOW);     // A zöld LED nem világít
  if(sw == HIGH) delay(400);       // Felengedett gomb esetén HIGH állapot van
  delay(100);                      // A 100 ms késleltetés mindig kell
  digitalWrite(RED_LED,LOW);       // A piros LED nem világít
  digitalWrite(GREEN_LED,HIGH);    // A zöld LED világít
  if(sw == HIGH) delay(400);       // Felengedett gomb esetén több késleltetés
  delay(100);                      // 100 ms késleltetés mindig kell
}
```

Nyomógomb vizsgálata: button_blinker.ino

- Vizsgáljuk az **A1**-ra kötött nyomógomb állapotát **if()** utasítással!
- Villogtassuk a **D10**-re kötött LED-et, amikor a gomb le van nyomva! Az állapotváltások közötti idő legyen 100 ms!
- A kapcsolás lehet ugyanaz, mint a 11. oldalon, de a zöld LED-et most nem használjuk





Nyomógomb vizsgálata: button_blinker.ino

- Mi az **else** ág szerepe ebben a programban?
- Mi történik, ha elhagyjuk az **else** ágat?

```
#define PUSH2    A1                 // a nyomógomb bemenet sorszáma
#define RED_LED  10                 // a piros LED kimenet sorszáma
boolean ledState = LOW, buttonState;  // Állapotjelzők tárolói

void setup() {
  pinMode(RED_LED, OUTPUT);         // RED_LED legyen kimenet
  pinMode(PUSH2, INPUT_PULLUP);     // Bemenet, belső felhúzással
}

void loop() {
  buttonState = digitalRead(PUSH2); // Nyomógomb állapot beolvasása
  if (buttonState == LOW) {         // Ha a gomb le van nyomva
    ledState = !ledState;           // LED állapot átbillentése
  } else {                          // különben (ha a gomb nincs lenyomva)
      ledState = LOW;               // LED kikapcsolása
    }
  digitalWrite(RED_LED, ledState);  // LED állapot megjelenítése
  delay(100);
}
```

A kapcsolás ugyanaz, mint a 11. oldalon

if utasítások egymásba ágyazása

Egymásba ágyazott **if-else** szerkezeteknél, hiányzó **else** ágak esetén nem világos, hogy a meglévő **else** ág melyik **if** utasításhoz tartozik. Például az

```
if (n > 0)
    if (a > b) z = a;
    else z = b;
```

programrészletben az **else** a belső **if** utasításhoz tartozik.
Általános szabály: az **else** mindig a hozzá legközelebb eső, **else** ág nélküli **if** utasításhoz tartozik. Ha nem így szeretnénk, akkor használjunk kapcsos zárójeleket! Például:

```
if (n > 0) {
    if (a > b) z = a;
}
else z = b;
```

A nem egyértelmű helyzet különösen zavaró az olyan szerkezetekben, mint az alábbi:

```
if (n >= 0)
    for (i = 0; i < n; i++)
        if (s[i] > 0) {
            Serial.println("...");
        }
else      /* ez így hibás */
  Serial.println("n értéke negatív");
```

A tagolás ellenére a fordító itt az **else** ágat a belső **if** utasításhoz kapcsolja.

Az ilyen, nehezen felderíthető hibák megelőzésére használjunk kapcsos zárójeleket a második **if** utasítás körül!

Az else – if szerkezet

Az **else if** szerkezet adja a többszörös elágazások programozásának egyik legáltalánosabb lehetőségét.

A szerkezet úgy működik, hogy a program sorra kiértékeli a *kifejezéseket* és ha bármelyik ezek közül igaz, akkor végrehajtja a megfelelő *utasítást*, majd befejezi az egész vizsgáló láncot.

Itt is, mint bárhol hasonló esetben, az utasítás helyén kapcsos zárójelek között elhelyezett blokk is állhat.

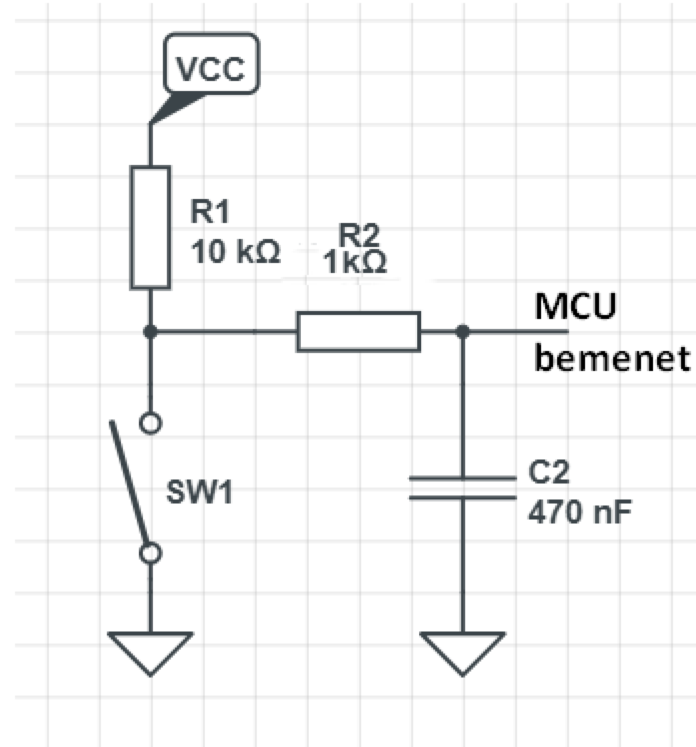
Az utolsó **else** ág alapértelmezés szerint a *„fentiek közül egyik sem”* esetet kezeli. Ha ilyenkor semmit sem kell csinálni, ez az ág elhagyható.

```
if (kifejezés)
    utasítás
else if (kifejezés)
    utasítás
else if (kifejezés)
    utasítás
else if (kifejezés)
    utasítás
.
.
.
else
    utasítás
```

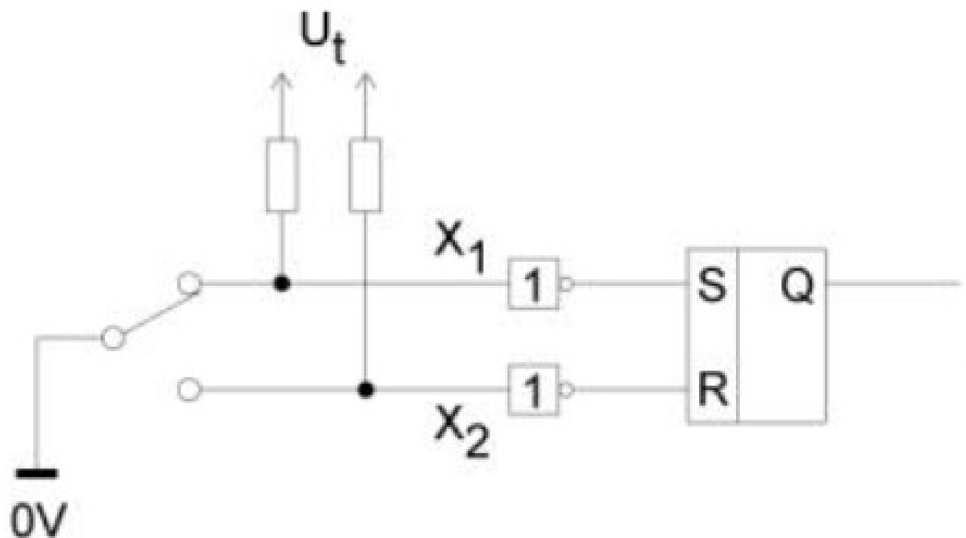
Egy kis elektronika…

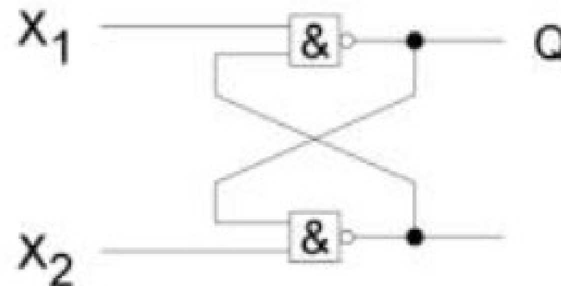
- **Nyomógomb, illetve kapcsoló hardveres pergésmentesítése**

❖ Analóg módszer:
a jel integrálásával



❖ Digitális módszer:
S – R tárolóval





Időzítés – késleltetés nélkül

- Egy LED villogtatása késleltető függvényhívásokkal könnyen megvalósítható, de a program menetének megakasztása nem mindig elfogadható
- Mit tegyünk, ha több, különböző időzítést kívánó feladatot kell a programnak elvégeznie?
- A **millis()** függvényt fogjuk használni, amely a legutóbbi (újra-) indítástól számított futó idő értékét adja meg ezredmásodpercekben

Egyszerű példa a **millis()** függvény használatára (forrás: Arduino Reference)

```
unsigned long time;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  Serial.print("Time: ");
  time = millis();
  Serial.println(time); // kiírja az indítás óta eltelt időt
  delay(1000);          // tartunk egy kis szünetet, hogy ne írjunk túl sokat
}
```

multitasking.ino

- Két LED-et villogtatunk, különböző frekvenciával
- A piros LED 1000 ms-onként vált állapotot,
  a zöld LED pedig 5000 ms-onként
- Mindig előre kiszámoljuk, és eltároljuk (redTime, greenTime változók) hogy mikor kerül sorra az adott esemény
- A ciklusban megnézzük, hogy mennyi az idő és összehasonlítjuk azt a feljegyzéseinkkel

```
#define RED_LED 10
#define GREEN_LED 11
unsigned long nowTime, redTime, greenTime;
boolean rState=LOW, gState=LOW;

void setup() {
  pinMode(RED_LED,OUTPUT);
  pinMode(GREEN_LED,OUTPUT);
  nowTime = millis();
  redTime = nowTime + 1000;
  greenTime = nowTime + 5000;
}
```

A kapcsolás ugyanaz, mint a 11. oldalon

```
void loop() {
  nowTime = millis();
  if(nowTime > redTime) {
    rState = !rState;
    digitalWrite(RED_LED,rState);
    redTime += 1000;
  }
  if(nowTime > greenTime) {
    gState = !gState;
    digitalWrite(GREEN_LED,gState);
    greenTime += 5000;
  }
}
```

Nyomógomb vezérelt LED villogtatás

- Bonyolítsuk az előző programot azzal, hogy a LED-ek villogási sebességét egy nyomógombbal lehessen szabályozni:
- Minden lenyomás felezze meg az átbillentési időket (az egyszerűség kedvéért egyformán mindkettőét)!
- Ha a piros LED átbillenési ideje már kisebb, mint 200 ms, akkor a következő gombnyomáskor állítsuk vissza a kiindulási átbillenési időket!
- Gondoljunk a nyomógomb pergésére! Egyszerű megoldásként csak 20 ms-onként vizsgáljuk meg a nyomógomb állapotát…

gombvezerelt_ledek.ino

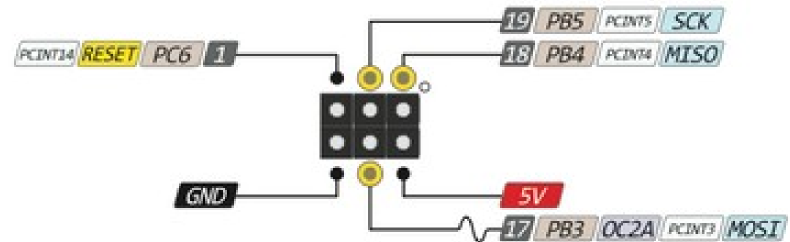
```
#define RED_LED 10
#define GREEN_LED 11
#define PUSH2 A1
unsigned long nowTime, redTime, greenTime, buttonTime;
unsigned long redInterval = 1000, greenInterval = 5000;
boolean rState = HIGH, gState = HIGH, bState = HIGH;

void changeSpeed() {
  if (redInterval < 200) {
    greenInterval = 5000;
    redInterval = 1000;
  }
  else {
    greenInterval /= 2;
    redInterval /= 2;
  }
}

void setup() {
  pinMode(RED_LED, OUTPUT);
  pinMode(GREEN_LED, OUTPUT);
  pinMode(PUSH2, INPUT_PULLUP);
  nowTime = millis();
  redTime = nowTime + redInterval;
  greenTime = nowTime + greenInterval;
  buttonTime = nowTime + 20;
}
```

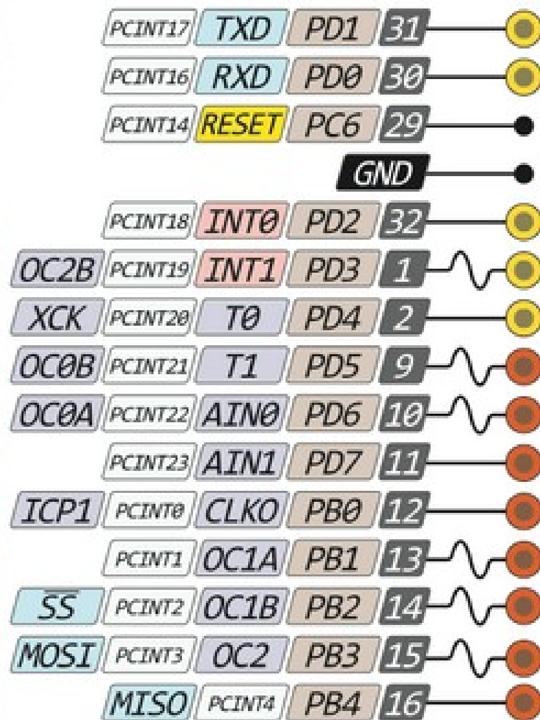
```
void loop() {
  nowTime = millis();
  if (nowTime > redTime) {
    rState = !rState;
    digitalWrite(RED_LED, rState);
    redTime = nowTime + redInterval;
  }
  if (nowTime > greenTime) {
    gState = !gState;
    digitalWrite(GREEN_LED, gState);
    greenTime = nowTime + greenInterval;
  }
  if (nowTime > buttonTime) {
    buttonTime = nowTime + 20;
    if (digitalRead(PUSH2) != bState) {
      bState = !bState;
      if (bState == LOW) changeSpeed();
    }
  }
}
```

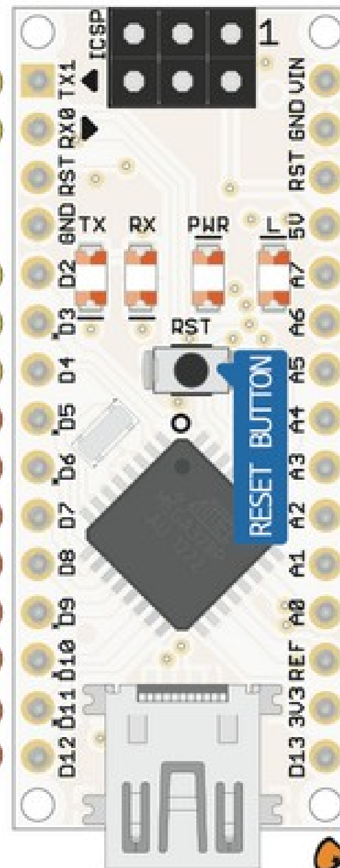
Az Arduino nano kártya kivezetései

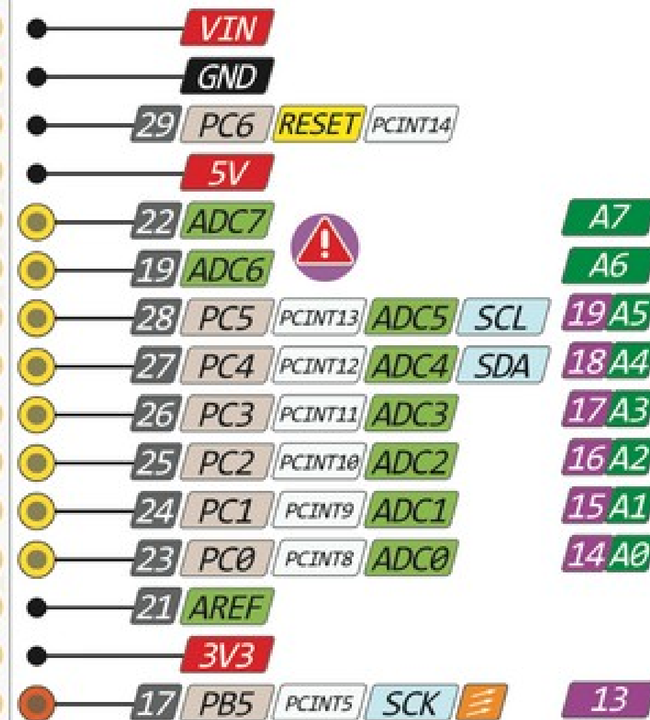
NANO PINOUT

The power sum for each pin's group should not exceed 100mA









Power
GND
Serial Pin
Analog Pin
Control
INT
Physical Pin
Port Pin
Pin function
Interrupt Pin
PWM Pin
Port Power

Absolute MAX per pin 40mA
recommended 20mA

Absolute MAX 200mA
for entire package

Analog exclusively Pins

Ellenállás színkódok