

# Mikro-elektromechanikai rendszerek

## Interfészek és analóg-digitális jelek



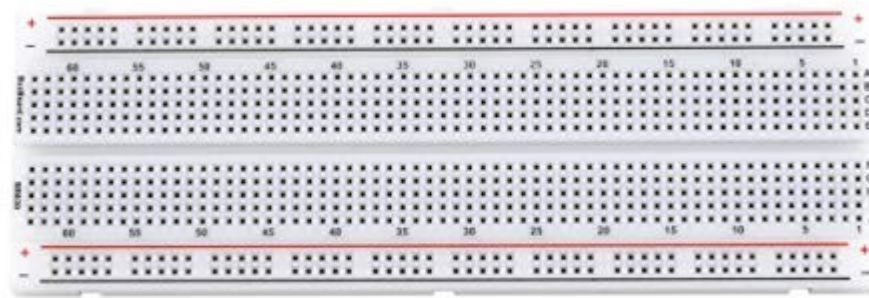
Oktató: Kajdocsi László  
Iroda: Informatika Tanszék, A602  
Email: [kajdocsi.laszlo@sze.hu](mailto:kajdocsi.laszlo@sze.hu)



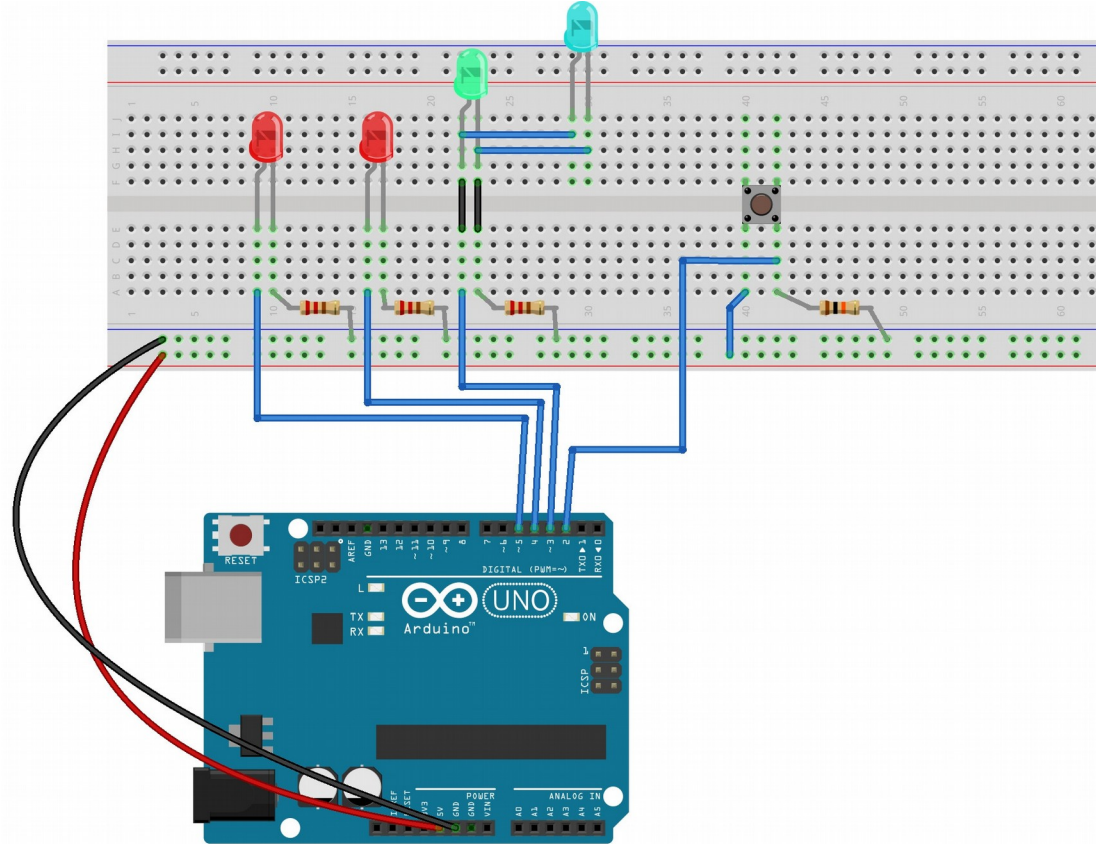
# Hogyan építsünk demo rendszert?

**Kell hozzá:**

- **Breadboard**
- **Aktív és/vagy passzív elemek**
- **Vezetékek**
- **Vezérlő**



# Hogyan építsünk demo rendszert?

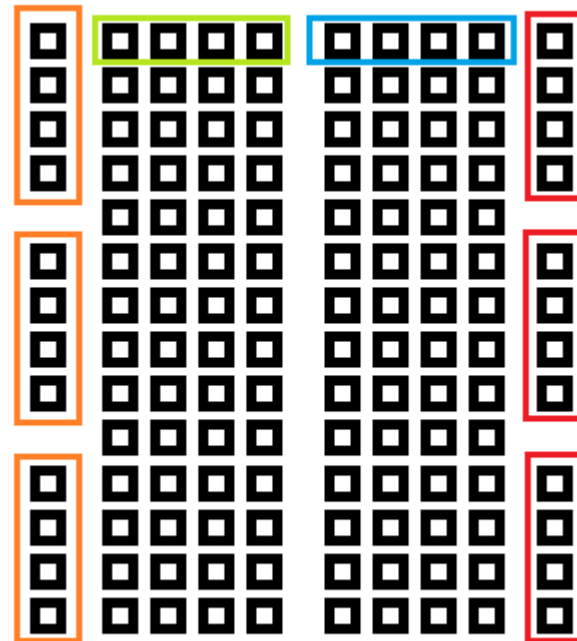
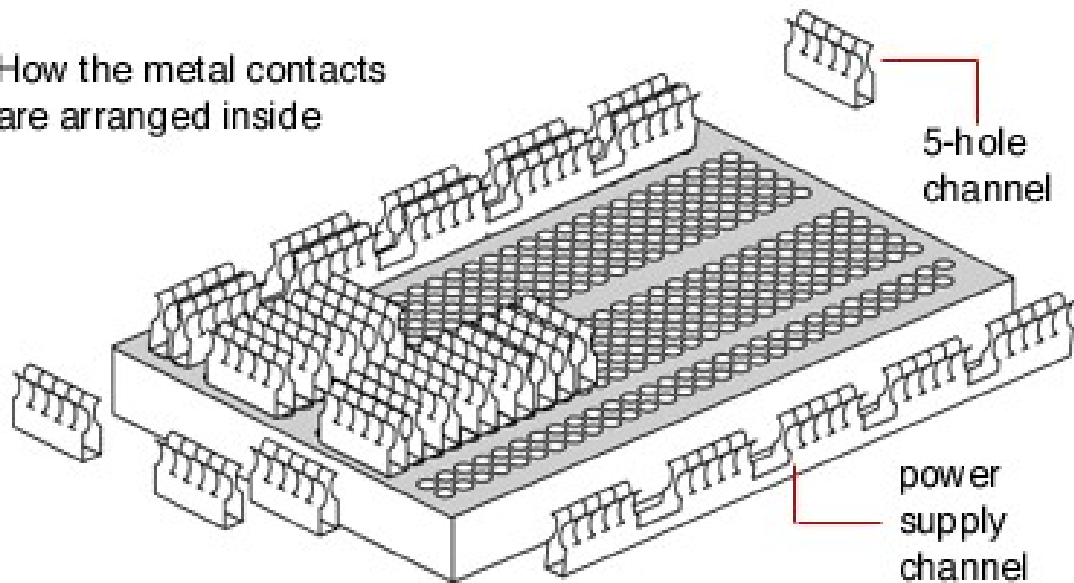


# Mi az a breadboard?

- A breadboard (más néven próbapanel) egy elektronikai prototípusokhoz használatos konstrukció.
- Előnye, hogy forrasztásmentes, tehát gyorsan és könnyedén összeállítható rajta bármilyen elektronika.
- Hátránya, hogy az így készített prototípusok nem tartósak.

# A breadboard kötése

How the metal contacts are arranged inside



# Mi az interfész?

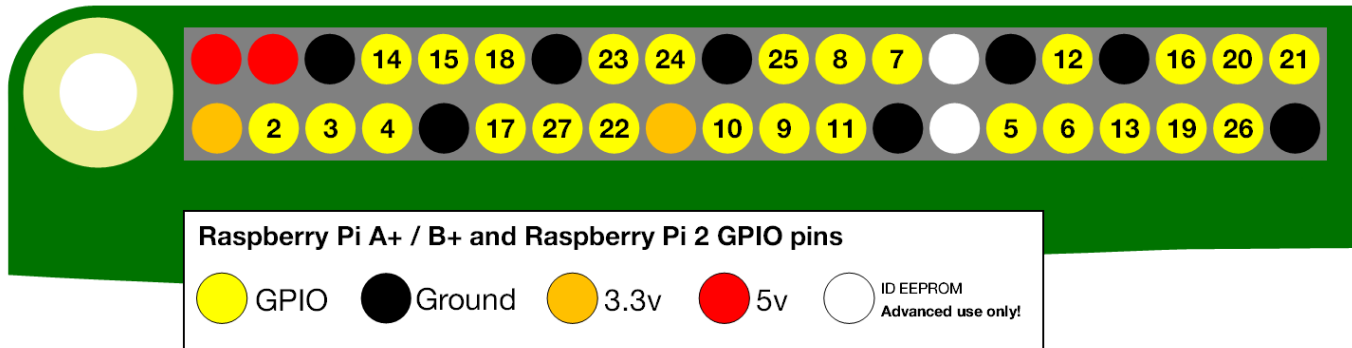
- **Az interfész (más néven kapcsolódási felület) általában két (vagy több) számítógépes eszköz érintkezési felülete.**
- **Lehet gép és ember közötti interakciós felület is.**
- **Általában vezetékes, de lehet vezeték nélküli megoldás**

# Beágyazott rendszerek interfészei

- **GPIO (General Purpose Input/Output)**
- **SPI (Serial Peripheral Interface)**
- **UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter)**
- **I<sup>2</sup>C (Inter-Integrated Circuit)**
- **USB (Universal Serial Bus)**

# GPIO

- A GPIO (General Purpose Input Output) egy általános felhasználású port.
- Különféle kimeneti és bemeneti jeleket tudunk manipulálni.

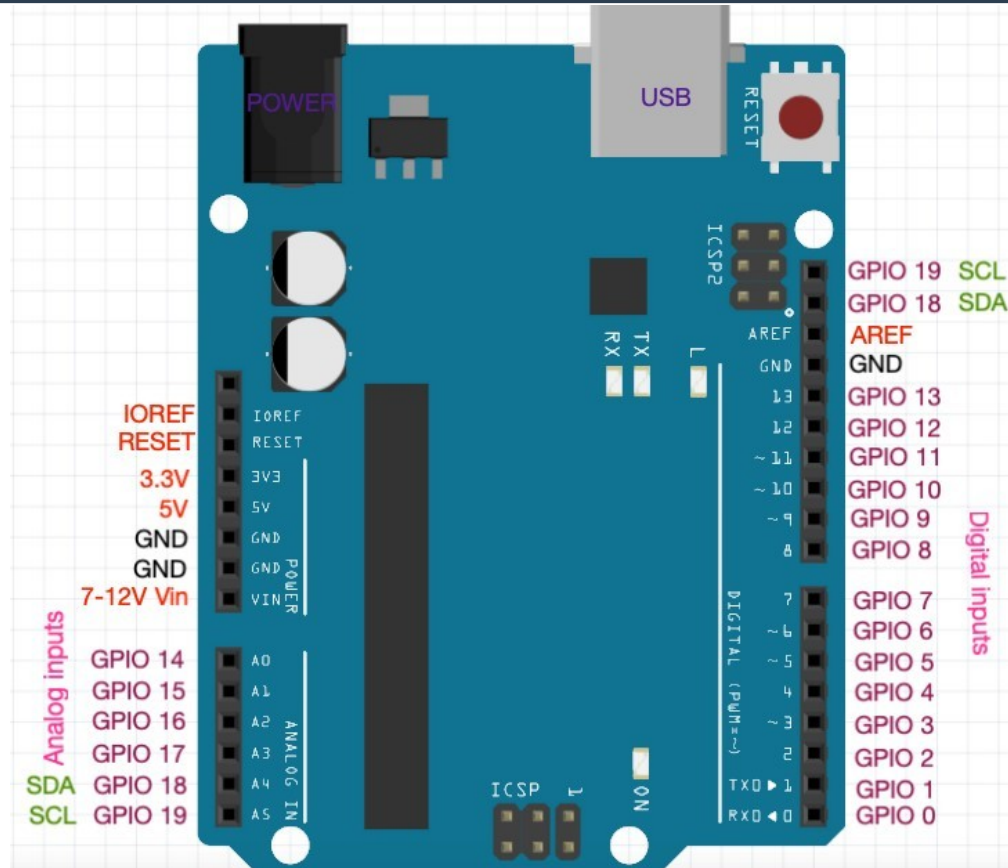




# Raspberry Pi GPIO

Available for GPIO if I2C is disabled using raspi-config	3.3V	□ □	5V	Available for GPIO if serial is disabled using raspi-config
	GPIO2	□ □	5V	
	GPIO3	□ □	GND	
	GPIO4	□ □	GPIO14	
	GND	□ □	GPIO15	
Used by DotStars GPIO unavailable	GPIO17	□ □	GPIO18	Pins above this line are present on all Raspberry Pi boards
	GPIO27	□ □	GND	
	GPIO22	□ □	GPIO23	
	3.3V	□ □	GPIO24	
	GPIO10	□ □	GND	
GPIO Availability:	GPIO9	□ □	GPIO25	
	GPIO11	□ □	GPIO8	
	GND	□ □	GPIO7	
	DNC	□ □	DNC	
	GPIO5	□ □	GND	
No	GPIO6	□ □	GPIO12	Pins below line on Models A+, B+ and Pi 2
	GPIO13	□ □	GND	
	GPIO19	□ □	GPIO16	
	GPIO26	□ □	GPIO20	
	GND	□ □	GPIO21	
Maybe				
Yes				

# Arduino GPIO



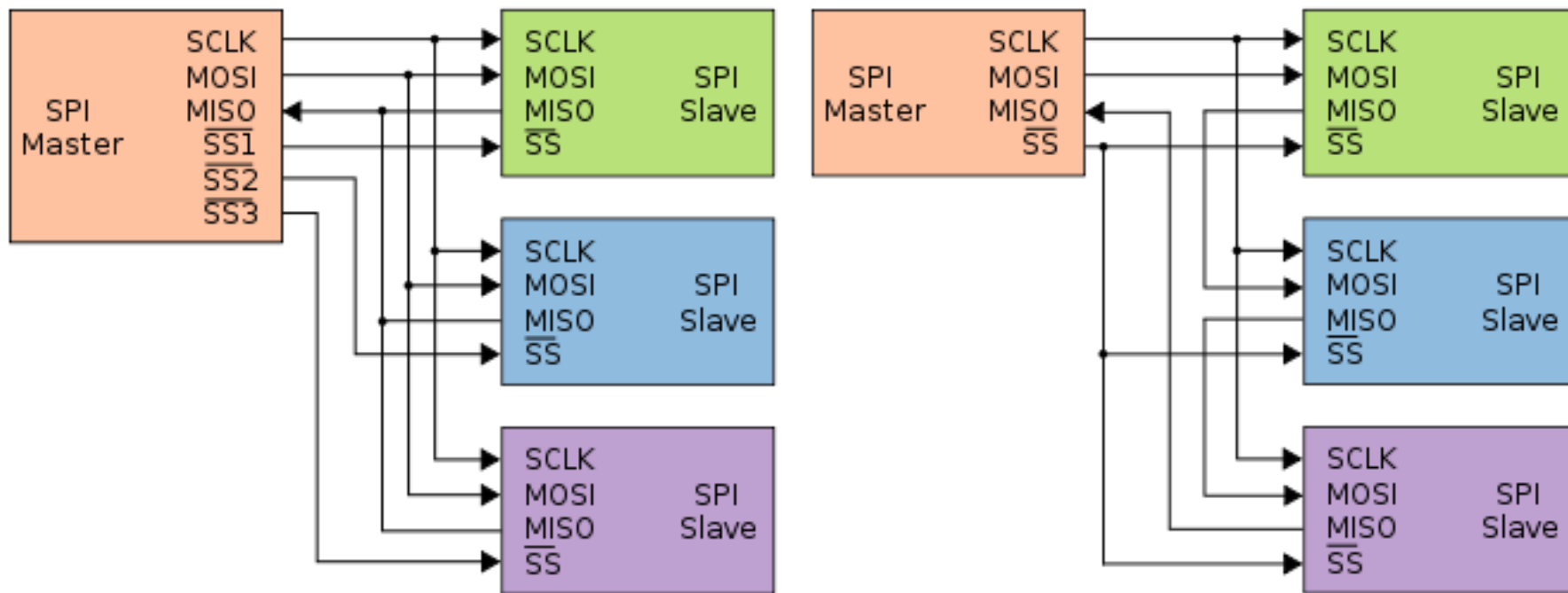
# SPI

- **Ez egy szinkron soros kommunikációs interfész**
- **Rövidtávú kommunikáció jellemzi**
- **A Motorola fejlesztette ki a szabványt**
- **Full-duplex módban működik**
- **Négy logikai jellel rendelkezik**

# Az SPI jelei

- **SCLK: Serial Clock (master kimenet)**
- **MOSI: Master Out Slave In (master adat kimenet)**
- **MISO: Master In Slave Out (slave adat kimenet)**
- **SS: Slave Select (master kimenet, aktív logikai alacsony szint)**

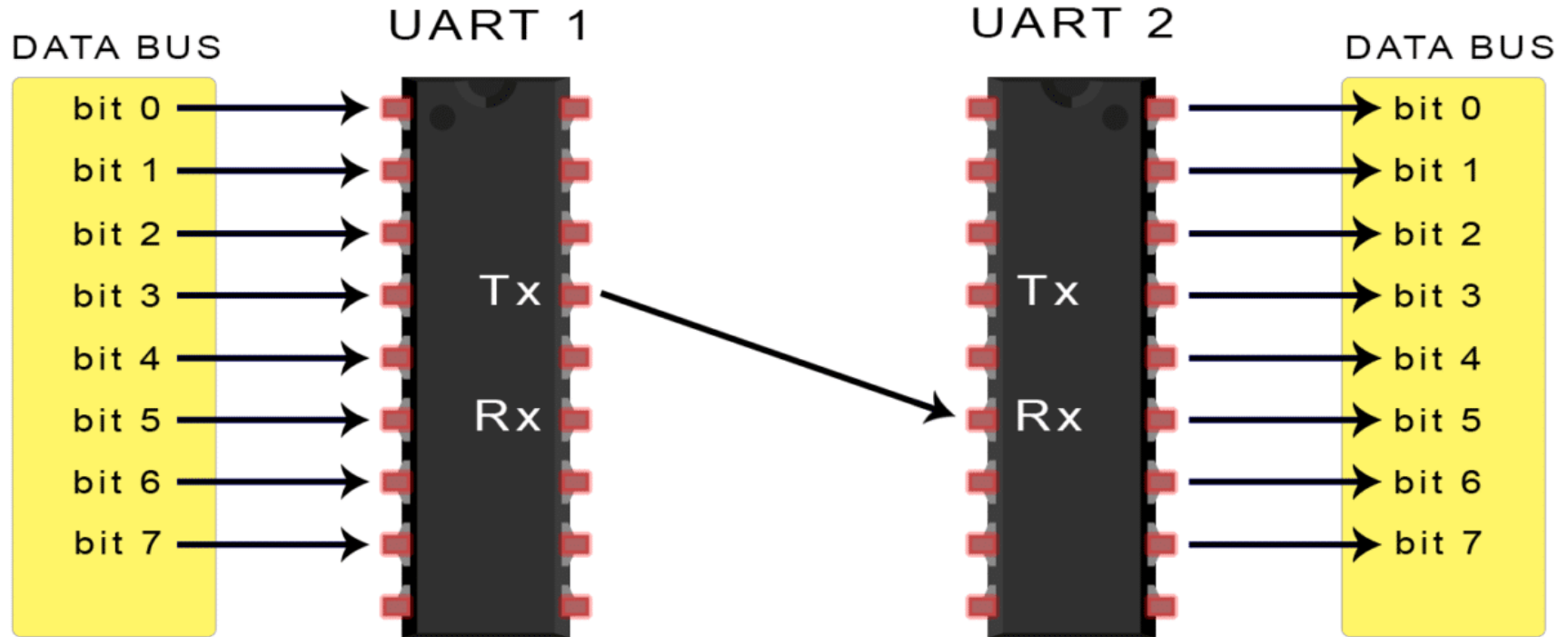
# Az SPI jelei



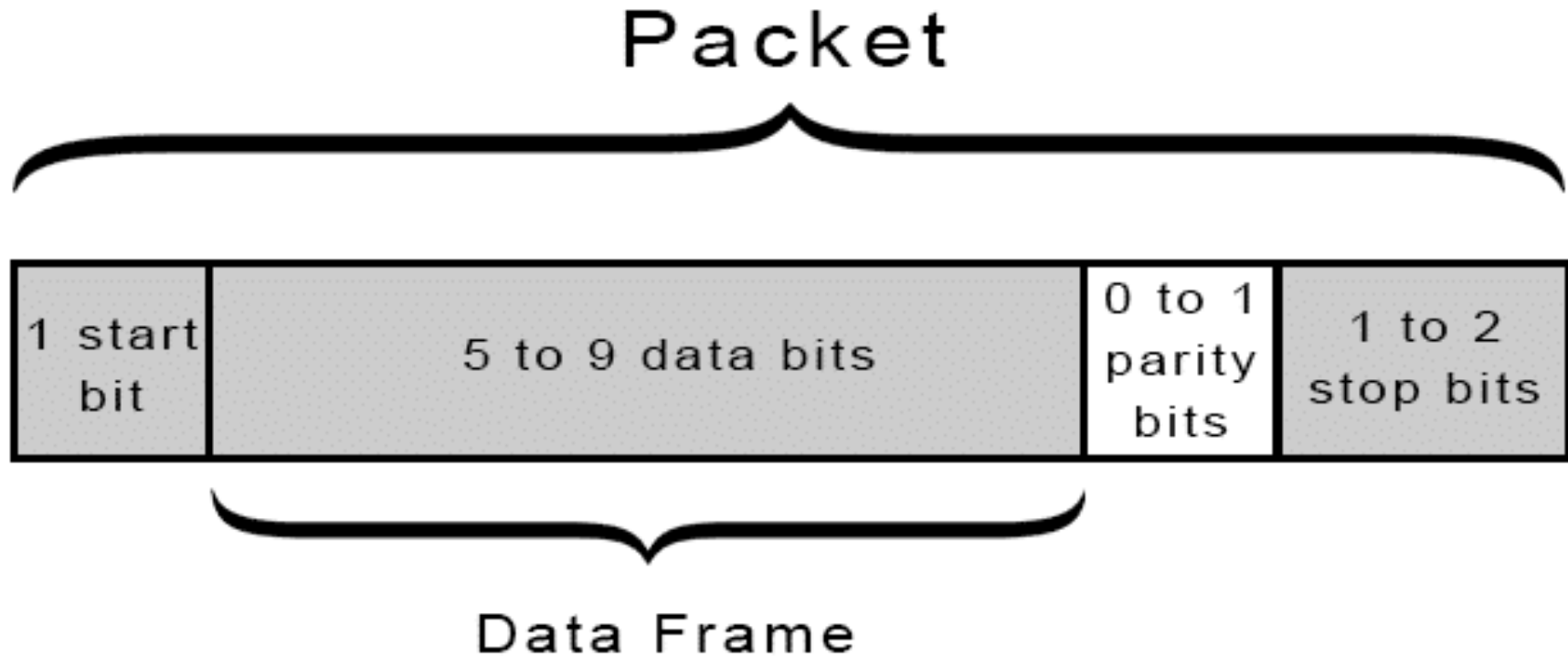
# UART

- **Aszinkron soros kommunikációs interfész**
- **Állítható adatformátum és átviteli sebesség**
- **Általában egy különálló integrált áramkör**
- **A kommunikáció egyaránt lehet szimplex és duplex**
- **A küldő és fogadó fél ugyanolyan beállításokkal kell, hogy rendelkezzen (bit sebesség, karakterhosszúság, paritásbit, stopbit)**

# UART kommunikáció



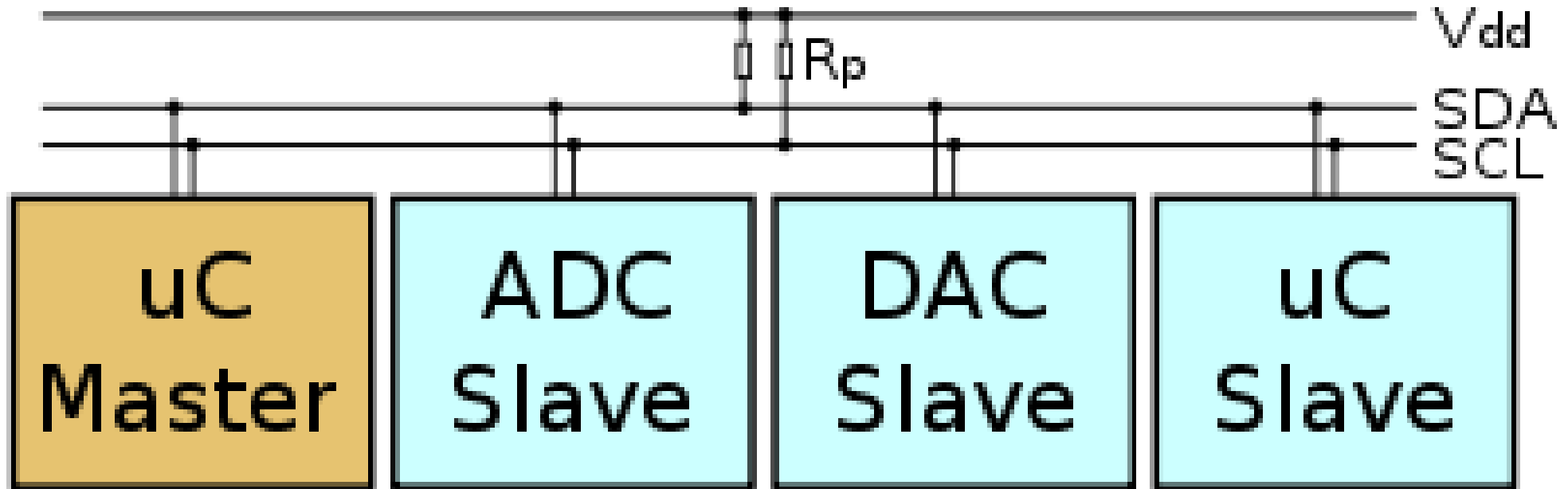
# UART keretek





- **Két vezetékes soros interfész**
- **Kis sebességű kommunikáció**
- **A Philips fejlesztette ki**
- **Egyszerű használat, akár több master eszköz**
- **A felső sebességet kell csak definiálni**
- **Két felhízó ellenállás segítségével szinte korlátlan számú eszközt lehet összekötni**

# I2C



# USB

- **Ipari szabványként alkották meg, hogy összeköthessék a periféria eszközöket a számítógépekkel**
- **A kommunikáción túl, tápfeszültséget is képes továbbítani az eszközök számára**
- **Erősen korlátozott a hosszúságban (5m)**
- **Soros és párhuzamos kommunikációra is képes**

# USB csatlakozók

Mini-USB



Micro-USB



USB Type-C

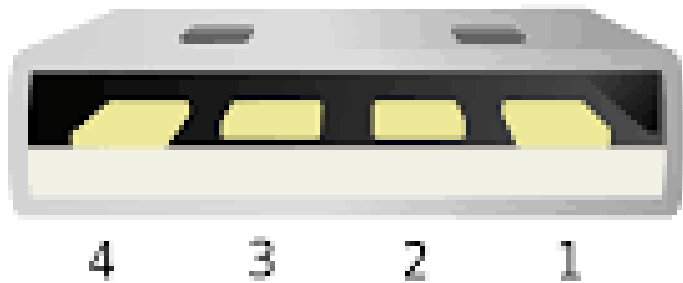


# USB vezetékei

## USB

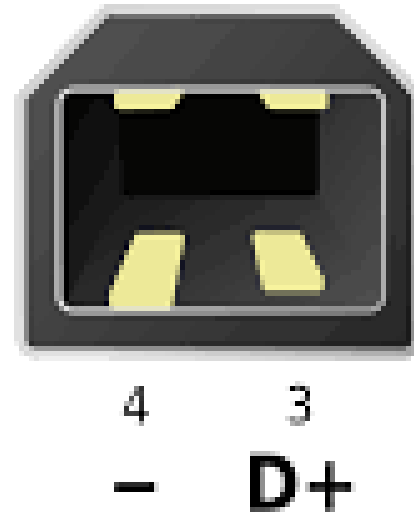
Standard A

- D+ D- +

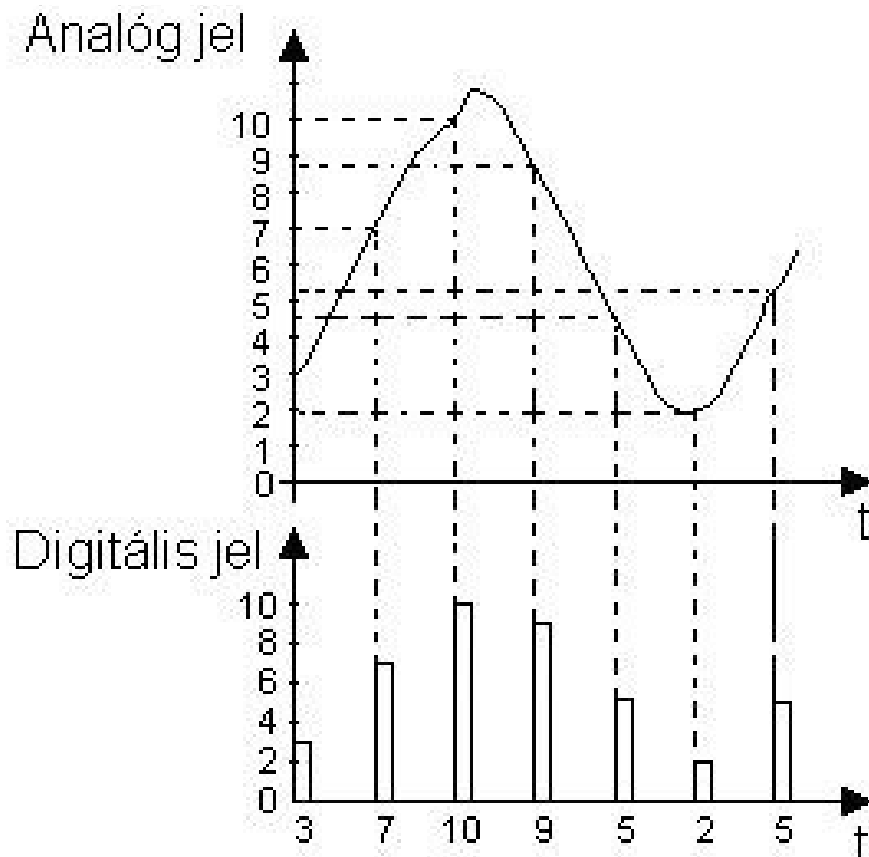


Standard B

+ D-  
1 2



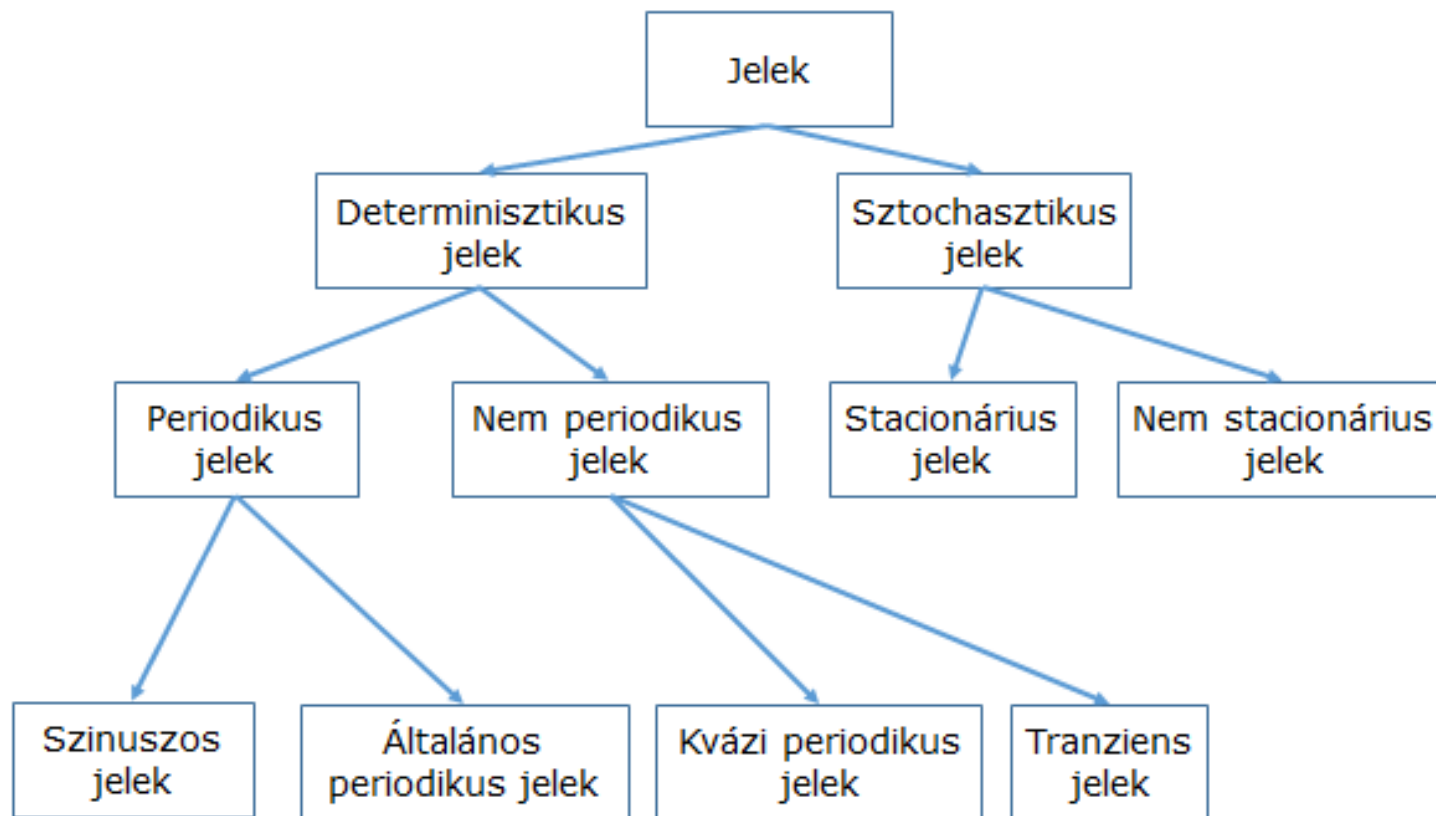
# Analóg és digitális jelek



# Analóg jelek tulajdonságai

- **Időben folytonos**
- **Kiszámítható, vagy sztochasztikus**
- **Pillanatnyi értékük az amplitúdó**
- **Diagramokon ábrázoljuk (x-idő, y-mennyiség)**
- **Analóg jelek pl.: nyomás, erő, hőmérséklet, áram, feszültség, stb.**

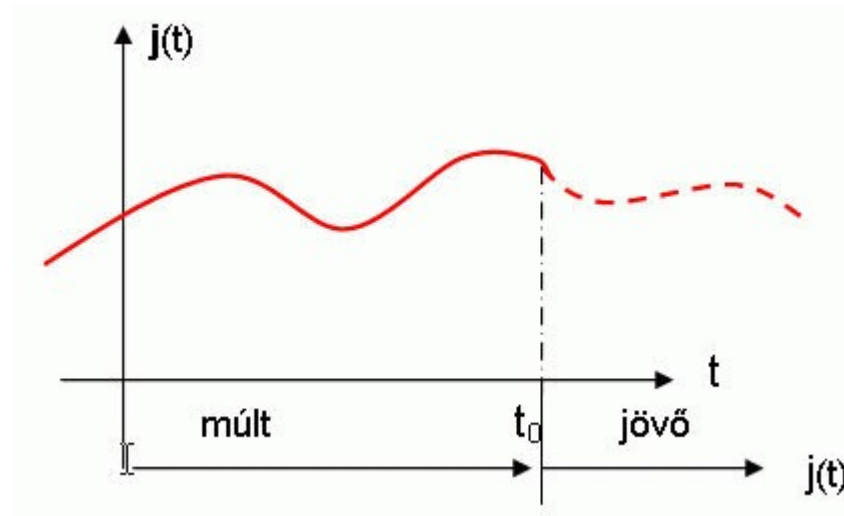
# Analóg jelek osztályozása





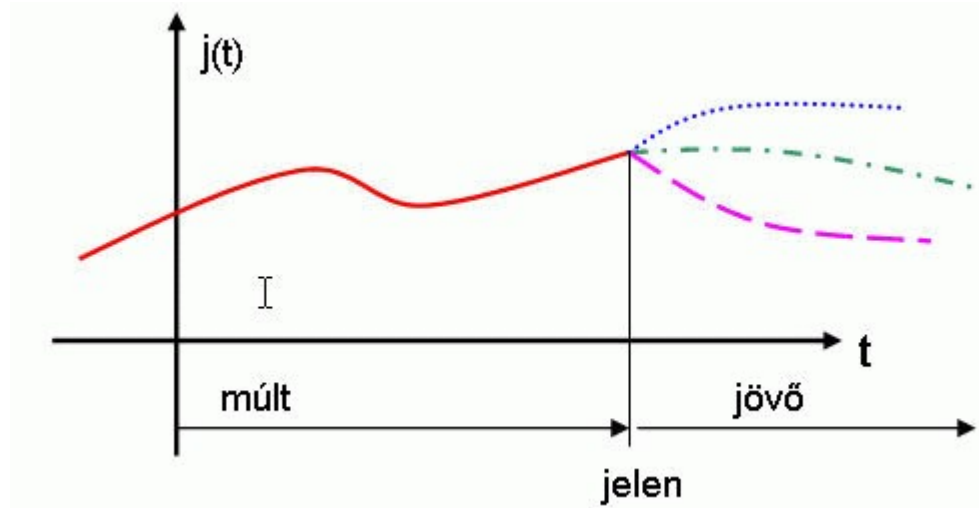
# Determinisztikus jelek

- Azokat a jeleket, ahol a jel múltbeli viselkedésből és a jelenkori értékéből matematikai módszerek segítségével meg tudjuk határozni, a jel jövőbeli viselkedését, determinisztikus jeleknek nevezzük.



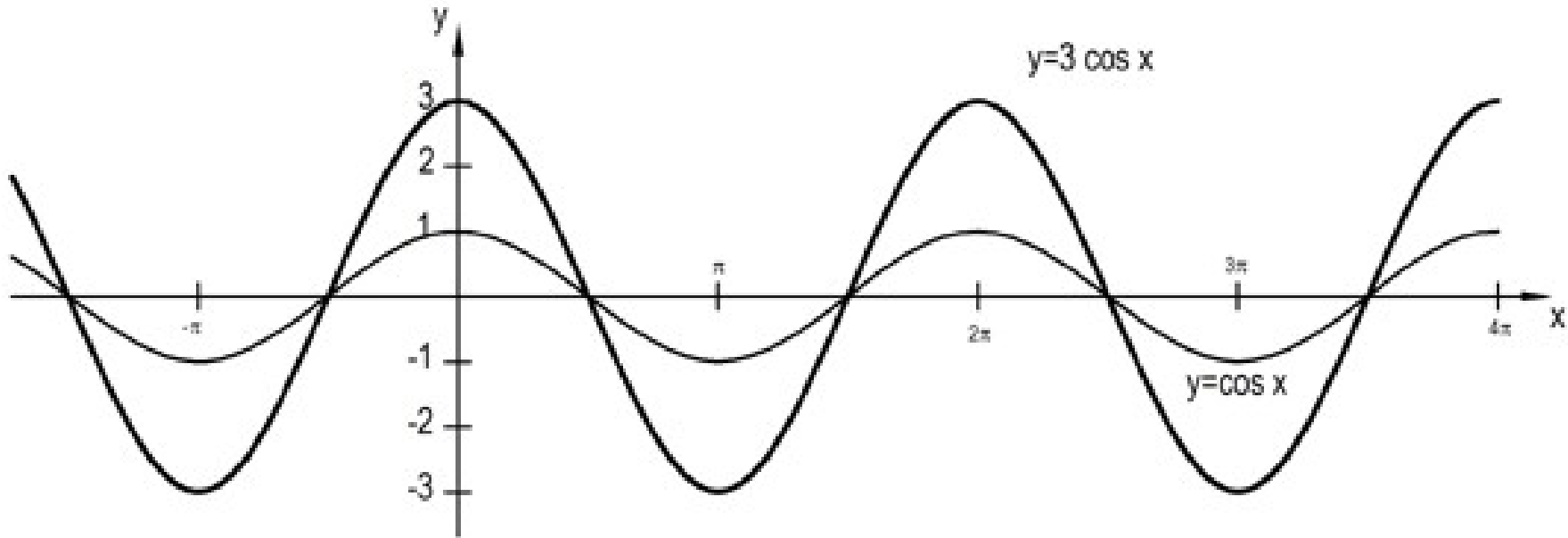
# Sztochasztikus jelek

- Azokat a jeleket, ahol a jel múltbeli viselkedésből és a jelenkori értékéből nem lehet következtetni a jel jövőbeli viselkedésre sztochasztikus jeleknek nevezzük.



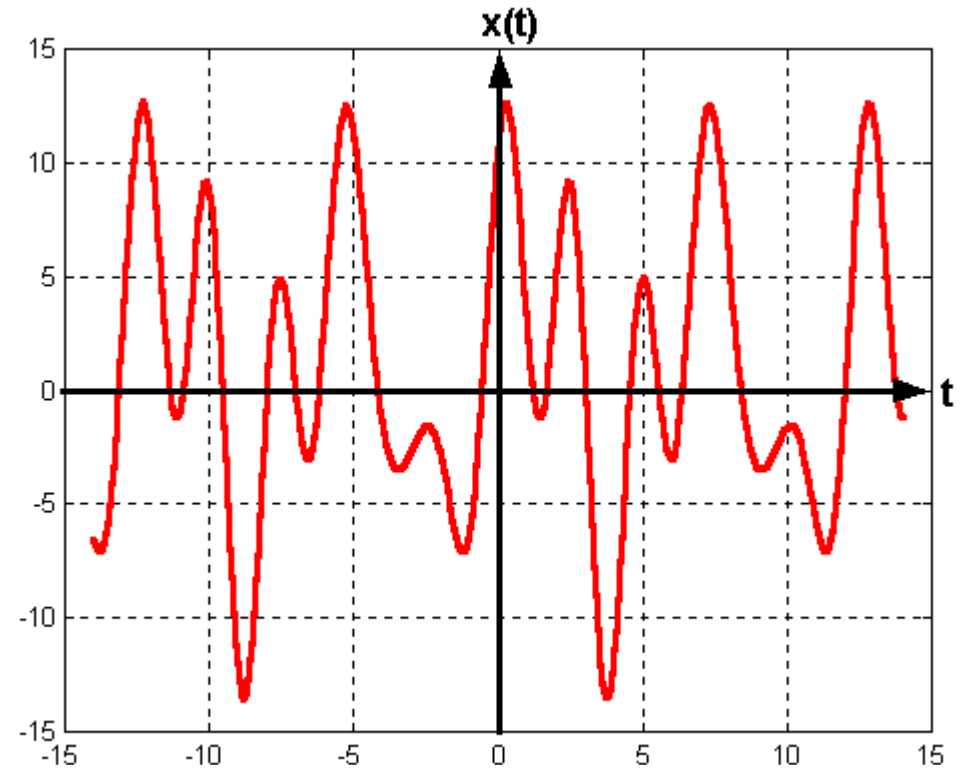
# Periodikus jelek

- Egy  $f(t)$  jelet periodikusnak nevezünk, ha adott időközönként ugyanaz a minta ismétlődik benne



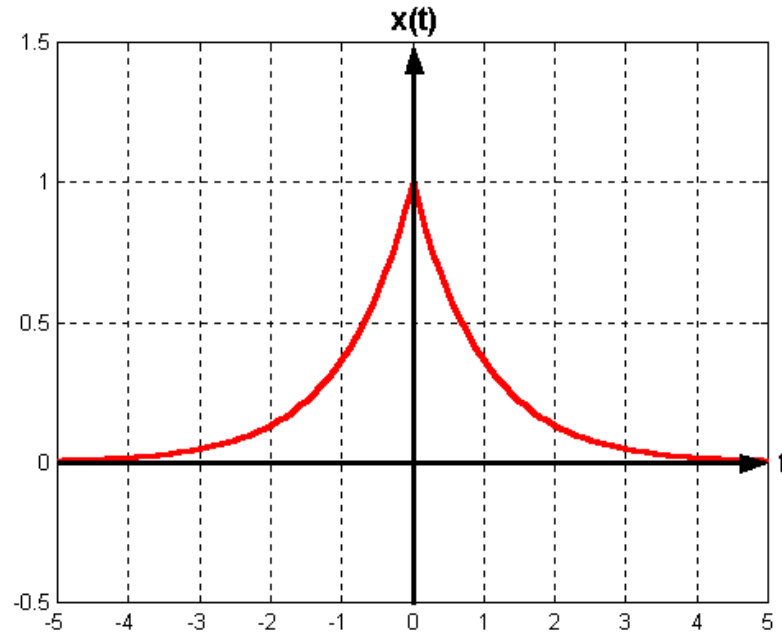
# Kváziperiodikus jelek

- Kváziperiodikus jeleknek nevezzük azokat a jeleket, amelyek egy adott periódus alatt ismétlődnek, azonban az ismétlések nem periodikusak.



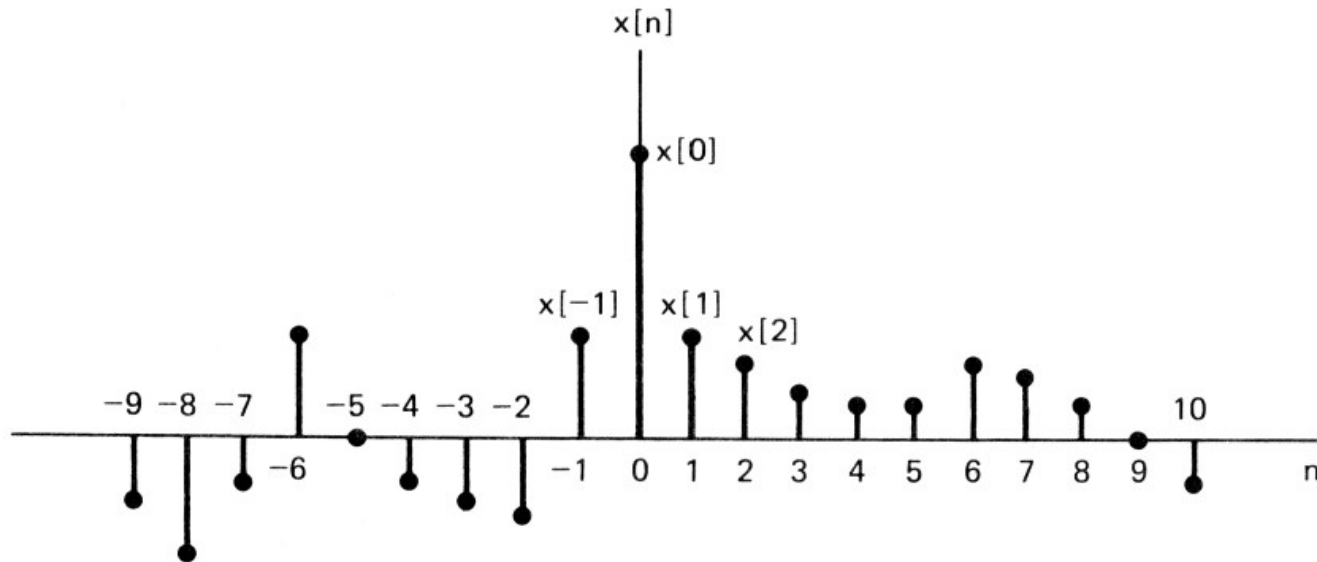
# Tranziens jelek

- A tranziens jelek nem periodikusak, egyszeri lecsengésűek, és a jel által szállított energia véges

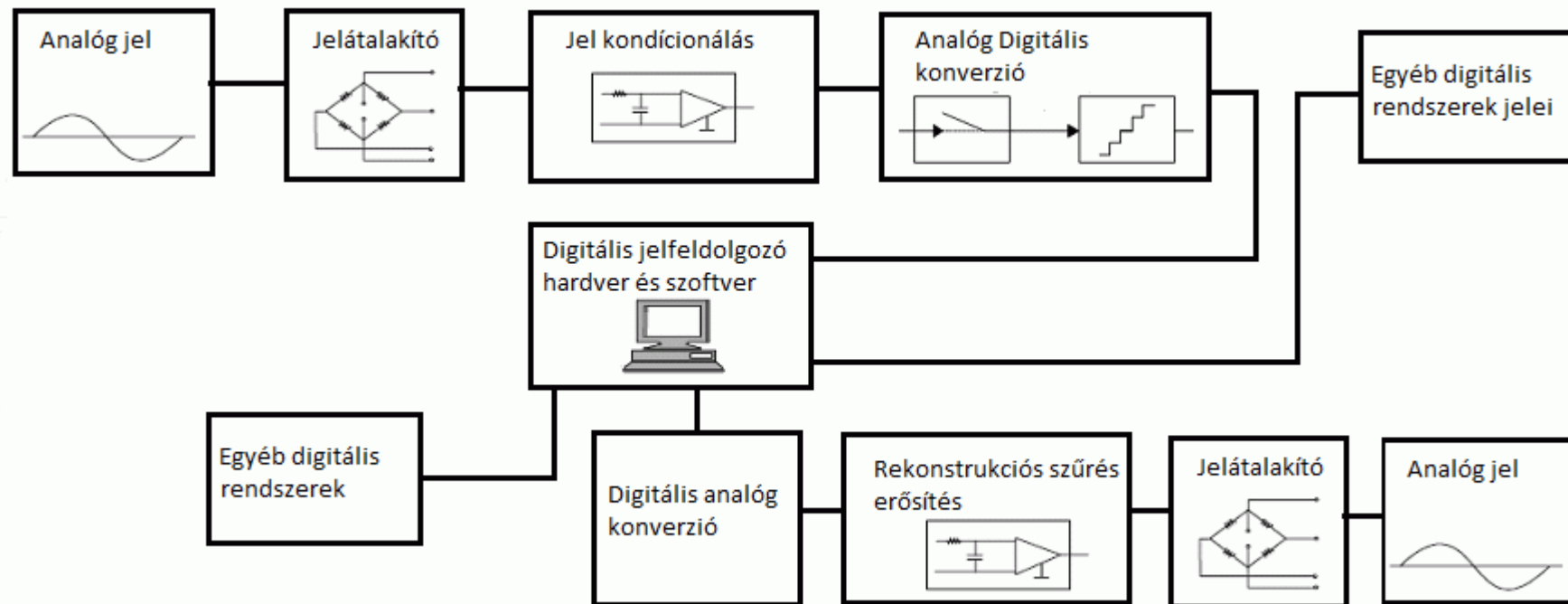


# Digitális jelek

- Egy jelet digitálisnak nevezünk, ha értelmezési tartományában is és értékészletében is diszkrét.



# Digitális jelfeldolgozás



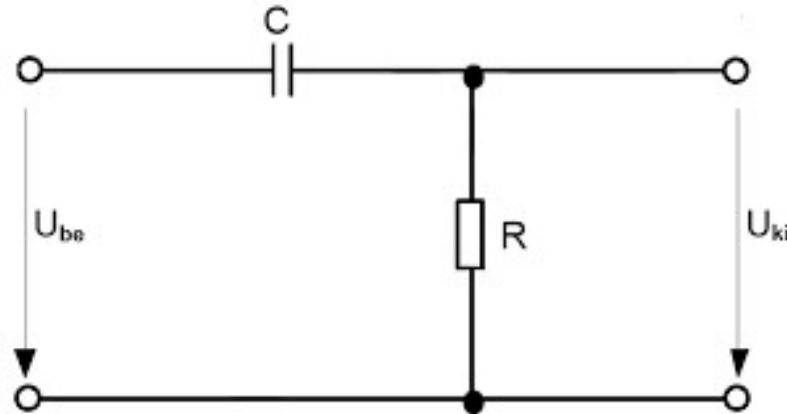
# Jelátalakítók

**Lásd: szenzorok tananyagrészt**



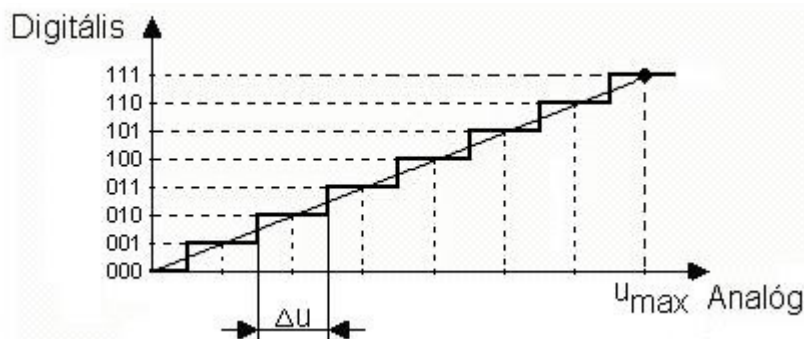
# Jelkondicionálás

- A jelkondicionálás során a jelátalakítóból érkező jelet egyrészt erősítéssel a megfelelő intenzitásra állítjuk, másrészt szűrjük az analóg jelet a zajtól.
- Aluláteresztő szűrő (antialiasing filter):



# A/D átalakítás

- Az analóg-digitális átalakítók (A/D konverter) a bementi feszültséget a feszültség nagyságával arányos egész számmá alakítják.
- Fontos tényezők még a(z): konverziós idő, mintavételi frekvencia, felbontás, legkisebb jelentőségű bit, sávszélesség.

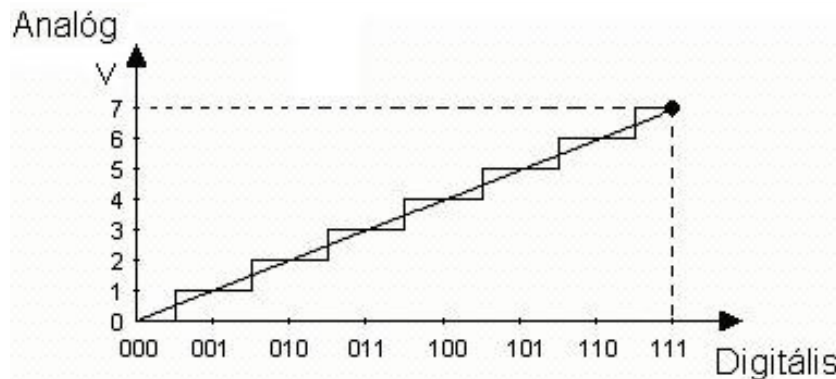


# A jelfeldolgozó egység (DSP)

- A DSP-egység tartalmazza azt, a leggyakrabban szoftveres módon megvalósított logikát, melynek feladata az információ kinyerése és feldolgozása a digitalizált jelből.
- A szoftvereket könnyű az adott feladathoz igazítani.
- a DSP-egységekben megvalósított szoftvereknél törekedni kell a minél gyorsabb - lehetőleg valós idejű - futásra.

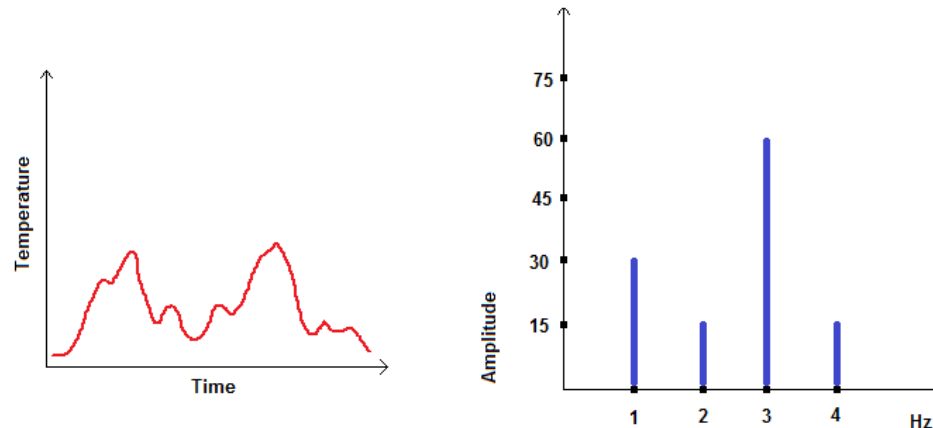
# D/A átalakítás

- A D/A átalakítók feladata az, hogy a bemenetére érkező digitális jelből (bináris információból) azzal arányos analóg jelet hozzon létre a lehető legkisebb hibával.
- $U_{\text{kimax}} = U_{\text{LSB}} * (2^n - 1)$
- $U_{\text{ki}} = n * U_{\text{LSB}}$

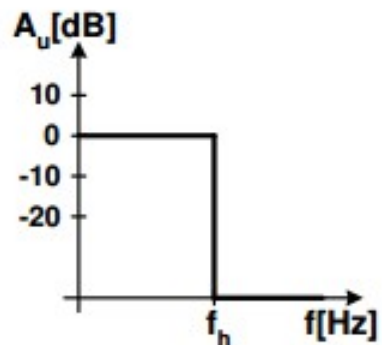


# Jelfeldolgozási módszerek

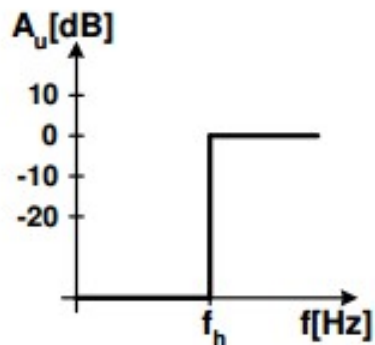
- Időalapú jelfeldolgozás (ha a jel időbeli viselkedésén akarunk változtatni)
- Frekvenciaalapú jelfeldolgozás (ha a feldolgozás alapja a jelben levő frekvenciákon végzett művelet): Fourier-sor



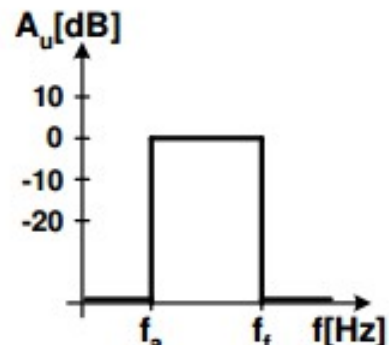
# Digitális szűrők



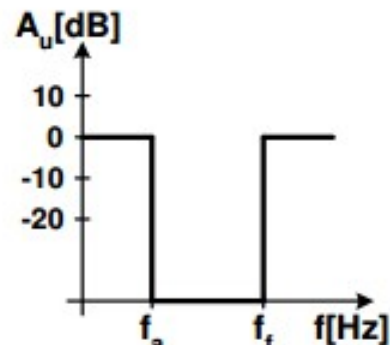
**Aluláteresztő**



**Felüláteresztő**



**Sáváteresztő**



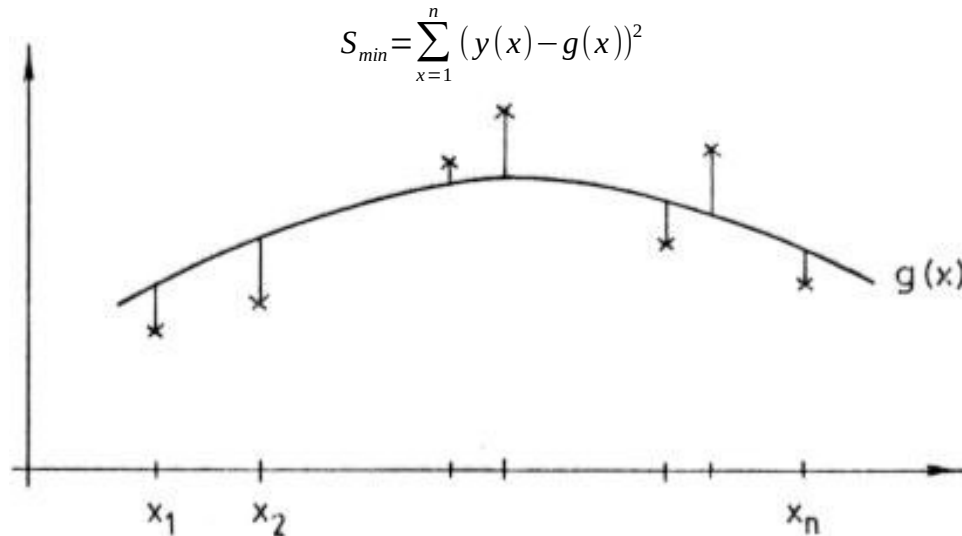
**Sávzáró**

# Modellillesztés

- A jelfeldolgozás során gyakori feladat a mért jelek grafikus ábrázolása
- Nem a pontok közvetlen összekötése a cél, hanem a mért folyamatot legjobban megközelítő kvantitatív összefüggés megtalálása - amelyet illesztési függvénynek is nevezünk.
- Egyik legismertebb illesztő függvény a legkisebb négyzetek módszere

# Legkisebb négyzetek módszere

- Az illesztési függvény együtthatóit úgy határozzuk meg, hogy a függvény egyenletéből szerkesztett görbe és a mérési adatok közötti (függőleges) távolságok négyzeteinek összege minimális legyen







**SZÉCHENYI  
EGYETEM**  
UNIVERSITY OF GYŐR



**Köszönöm a figyelmet!**