

Laptop: a fekete doboz

Dankházi Zoltán

ELTE Anyagfizikai Tanszék



Lássuk a „fekete doboz”-t

NÉZZÜK MEG

SZEDJÜK SZÉT!!!



... hát akkor ...

SZEDJÜK

SZÉT!!!

Mit találunk a laptopban és a környékén?

- CPU / (mikro)processzor
- RAM / memória
- pendrive / USB stick
- VGA / képernyő meghajtó
- egér
- kamera
- WiFi
- Bluetooth

félvezetők
+
litográfia

- HDD / vécsester / vinyó / merevlemez

spintronika

- CD / DVD / BlueRay

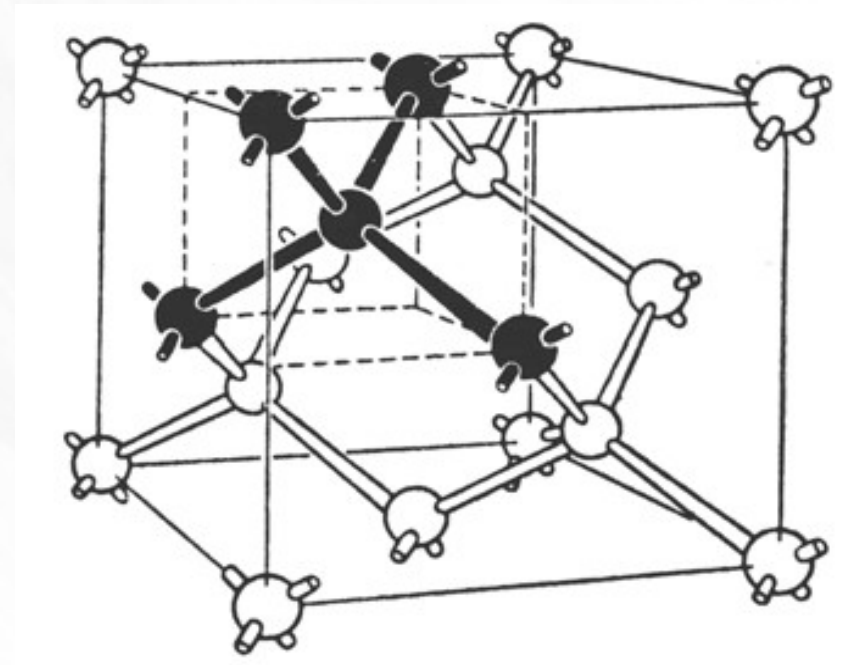
optika

- képernyő

A szilícium



Si elemi cella



FCC – lapcentrált köbös rács

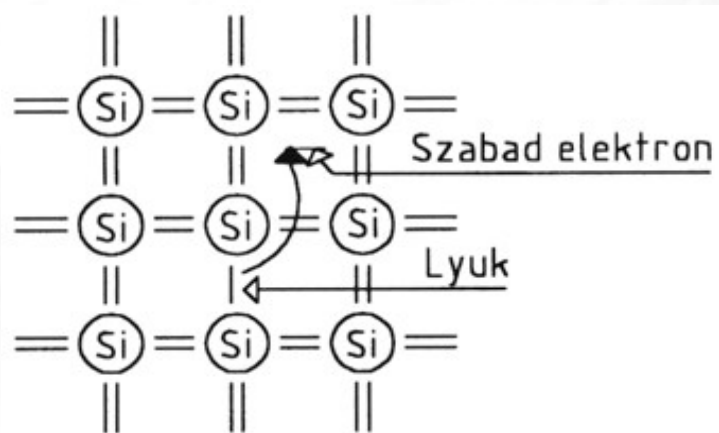
Kezdetben: Ge, Se

Jelenleg még: GaAs, InSb

Majd: C, ?

<http://en.wikipedia.org/wiki/Silicon>

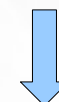
Szilícium: sajátvezetés



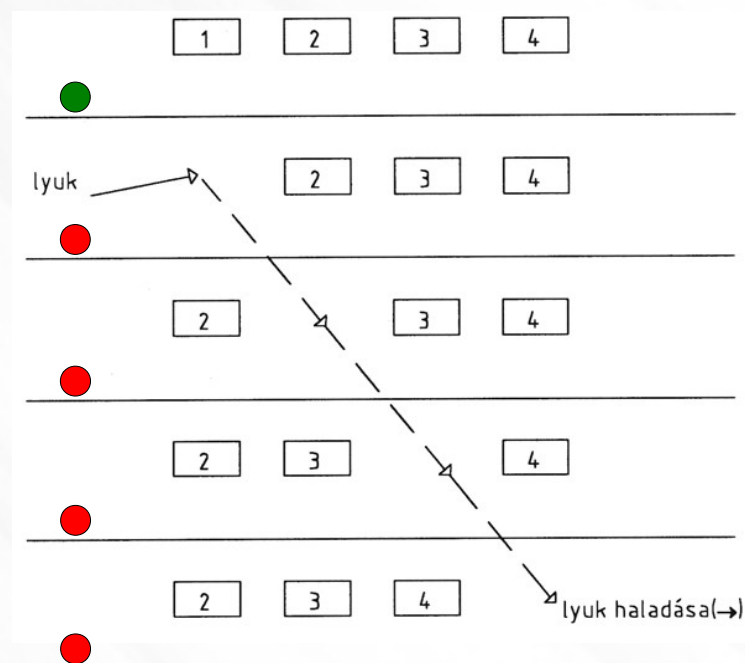
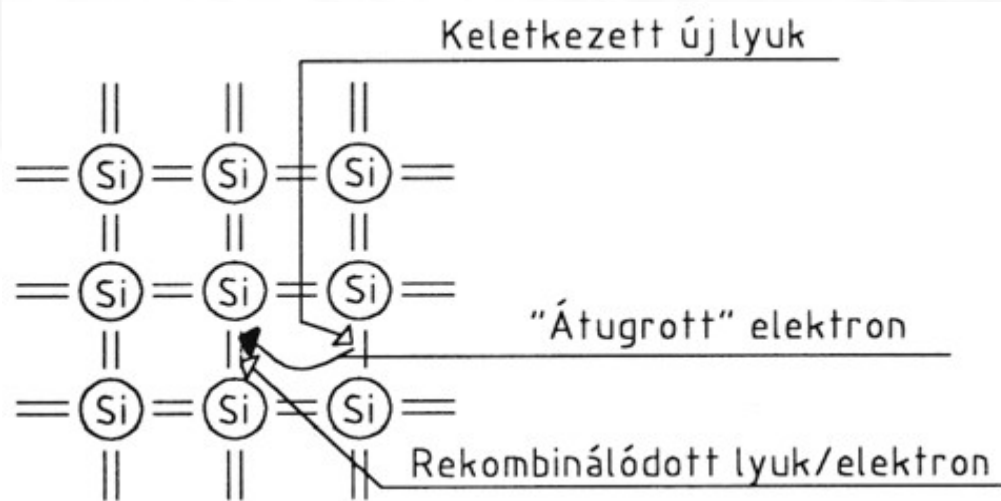
tiszta (intrinsic) félvezető



energiaközlés

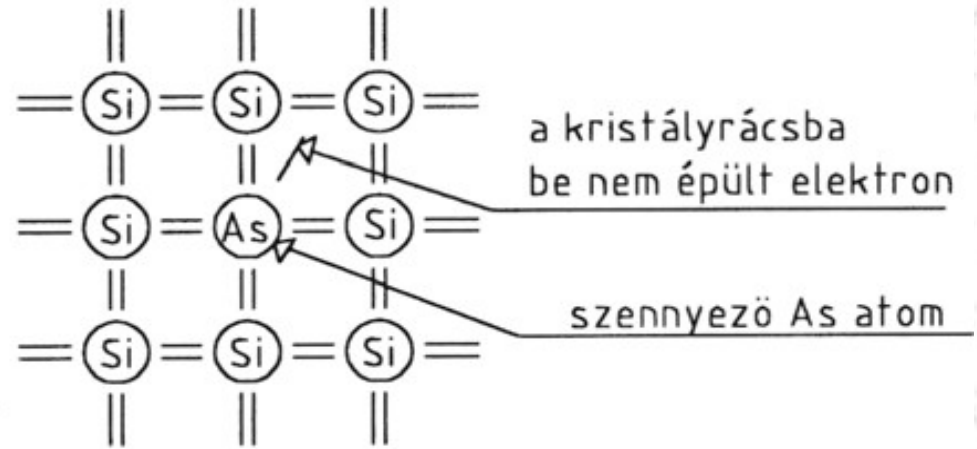


szabad elektron - lyuk pár

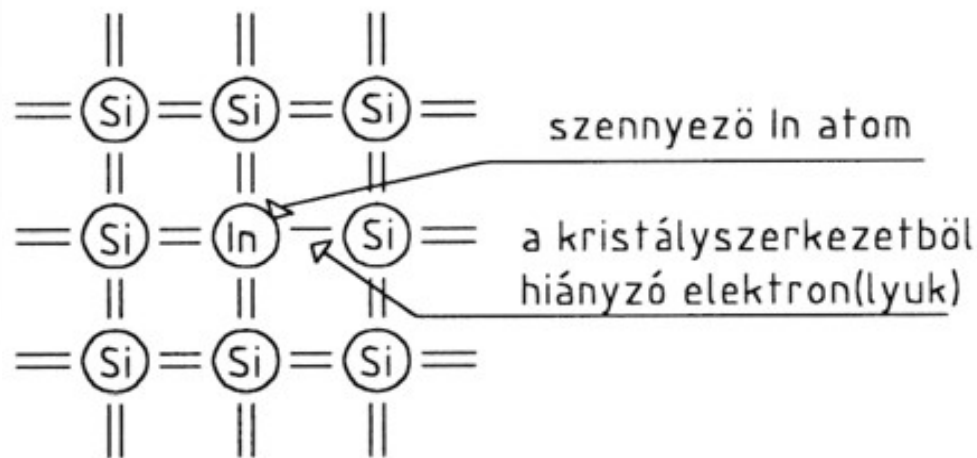


Szilícium: szennyezéses vezetés

tiszta félvezető
+
5 vegyértékű szennyezés
↓
sok szabad elektron



„n” típusú Si

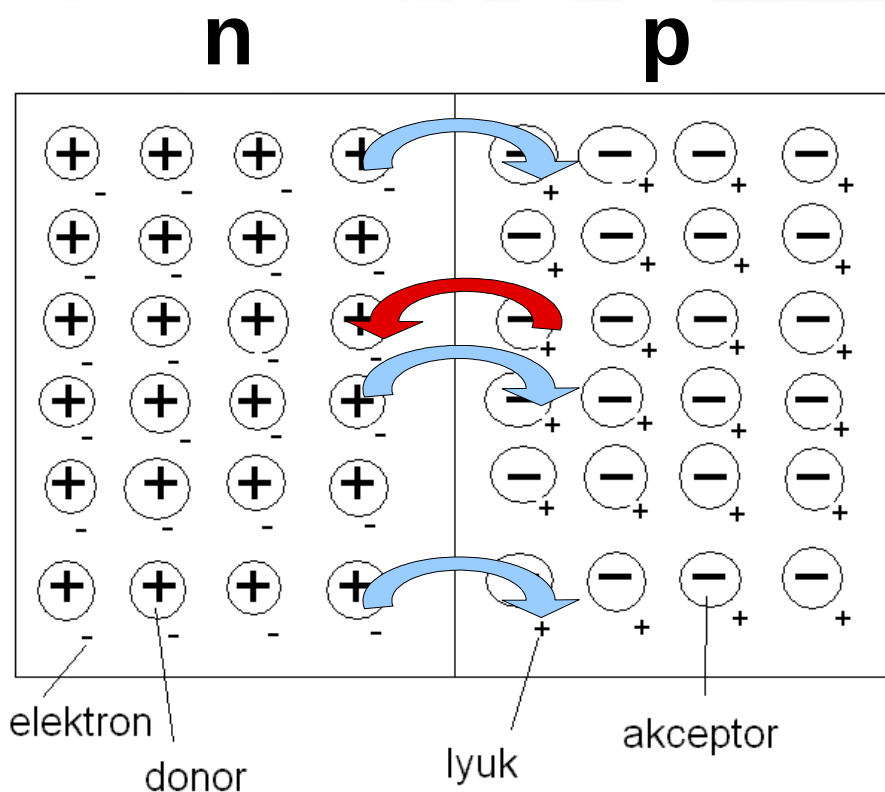


„p” típusú Si

tiszta félvezető
+
3 vegyértékű szennyezés
↓
sok szabad lyuk

DE!!! Van kisebbségi töltéshordozó is!

np átmenet



n réteg: fölös elektron

p réteg: fölös lyuk

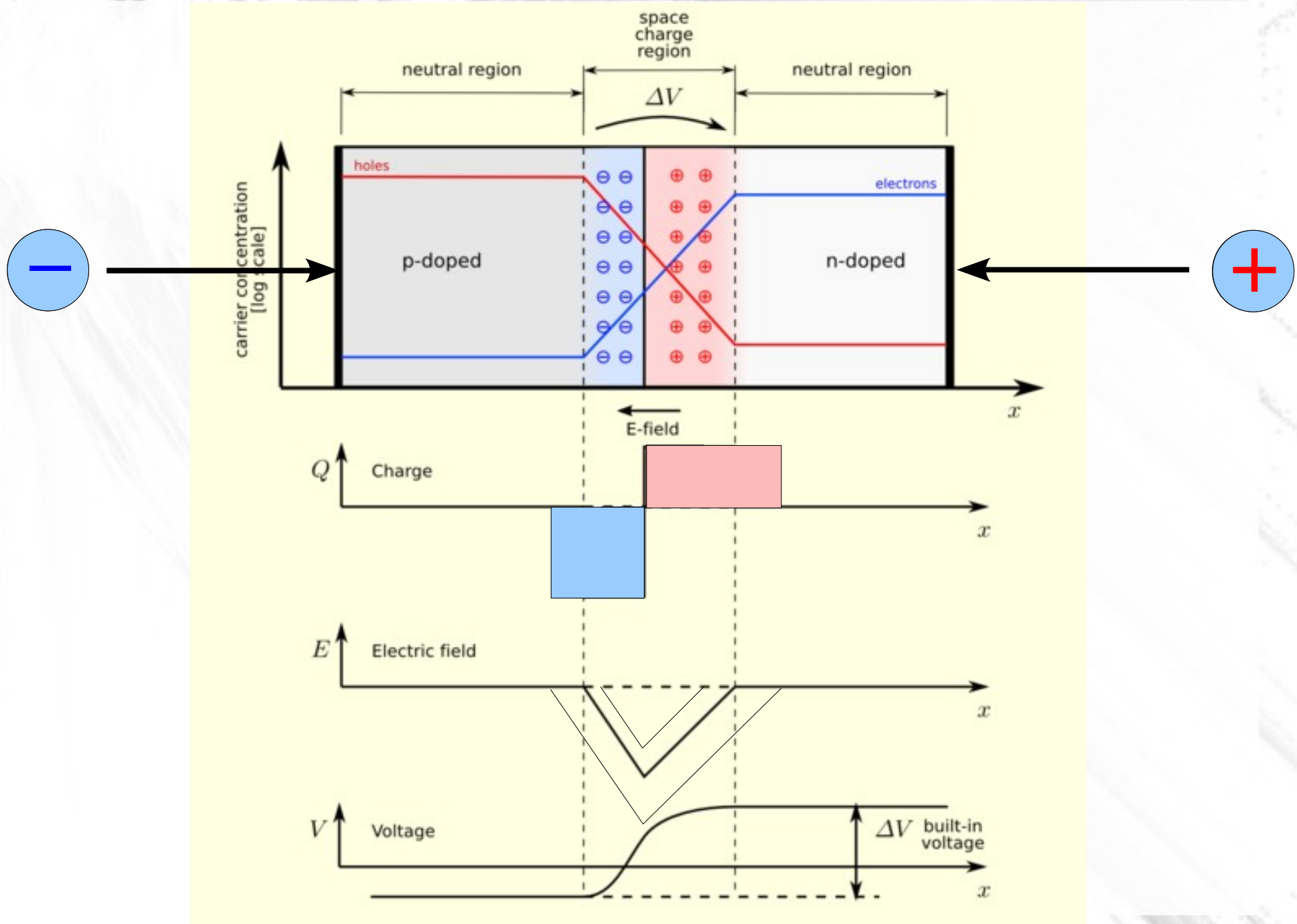
határon: elektron – lyuk rekombináció

visszamaradó iontörzsek → tértöltés

n réteg: pozitív ionok

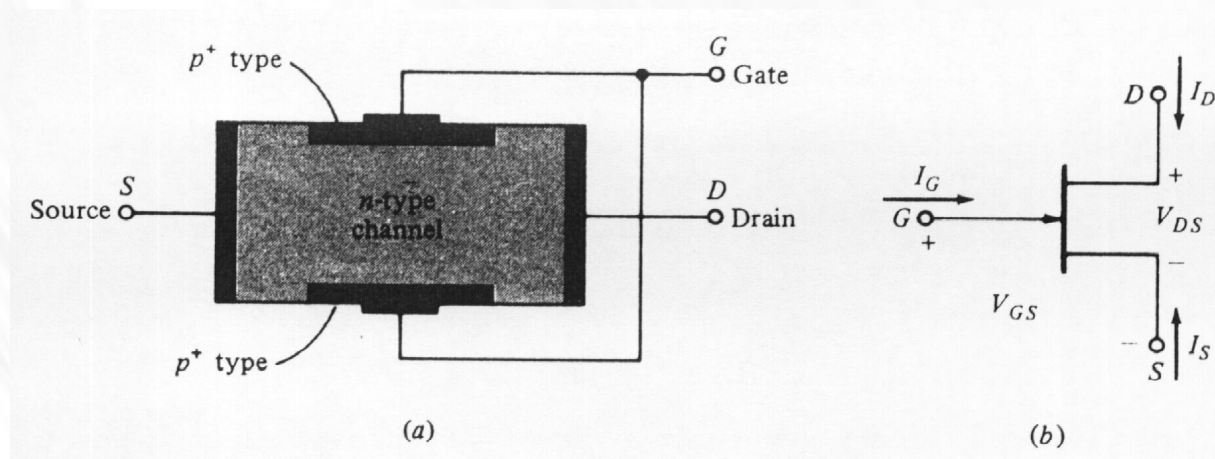
p réteg: negatív ionok

pn átmenet



Térvezérelt tranzisztor (Field Effect Transistor, FET)

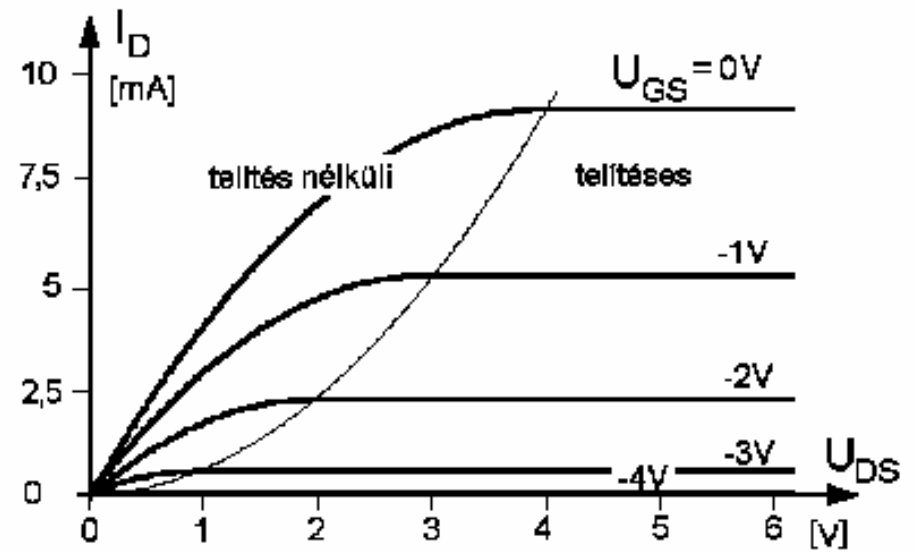
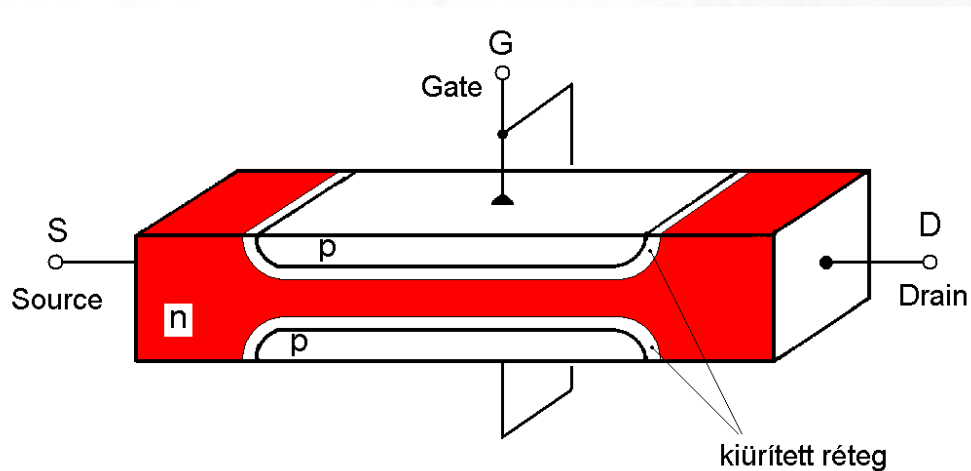
Alapszerkezet



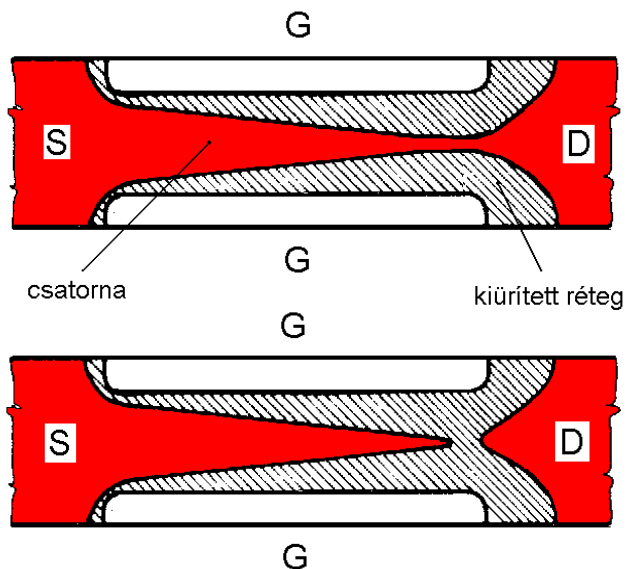
A **forrás** (source) és a **nyelő** (drain) elektródák közötti többségi töltéshordozó áramot a **kapu** (gate) elektródára kapcsolt feszültséggel tudjuk változtatni azáltal, hogy változtatjuk a **záróirányba előfeszített pn** átmenet feszültségét, ezáltal a kiürített réteg vastagságát, ezáltal az áramvezetésre alkalmas csatorna keresztmetszetét.

Az eszköz n és p csatornás változatban is készül (nJFET, pJFET).

N-csatornás jFET (njFET)



Kimeneti jelleggörbék



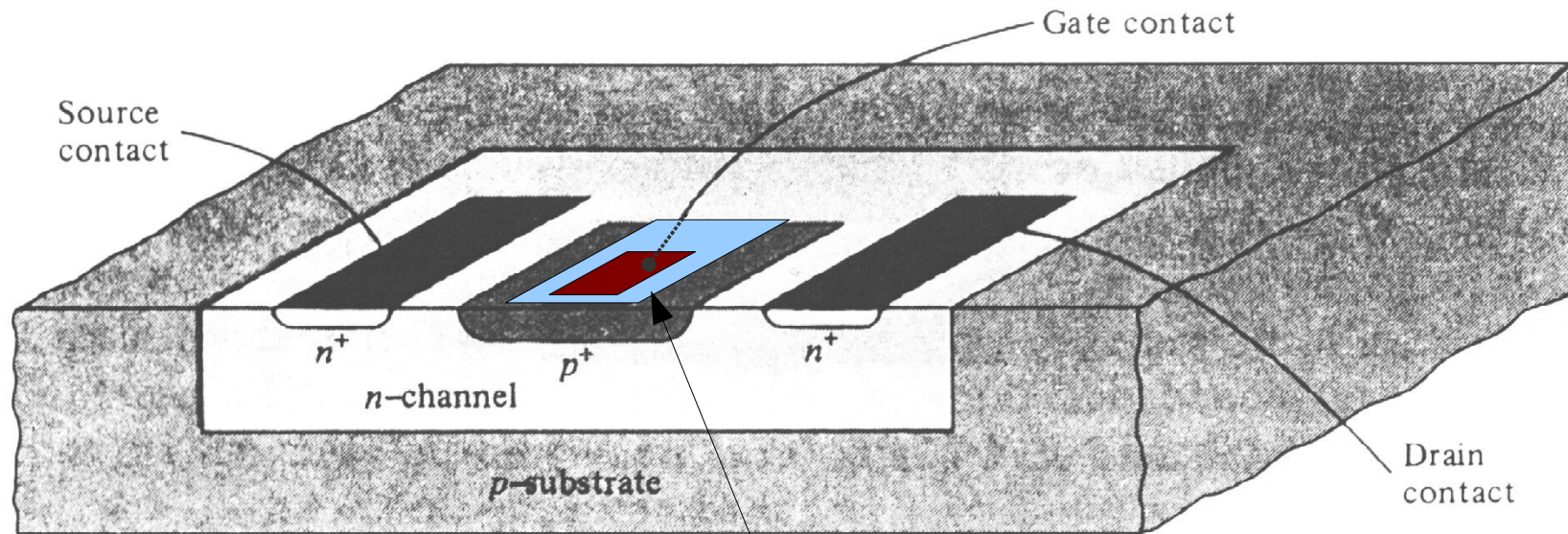
Telítés nélküli (ohmikus) tartomány:

A még el nem záródott csatorna ellenállásként viselkedik

Telítéses tartomány:

Az elzáródott csatornában csak a kisebbségi töltéshordozók vezetnek

JFET \Rightarrow MOSFET

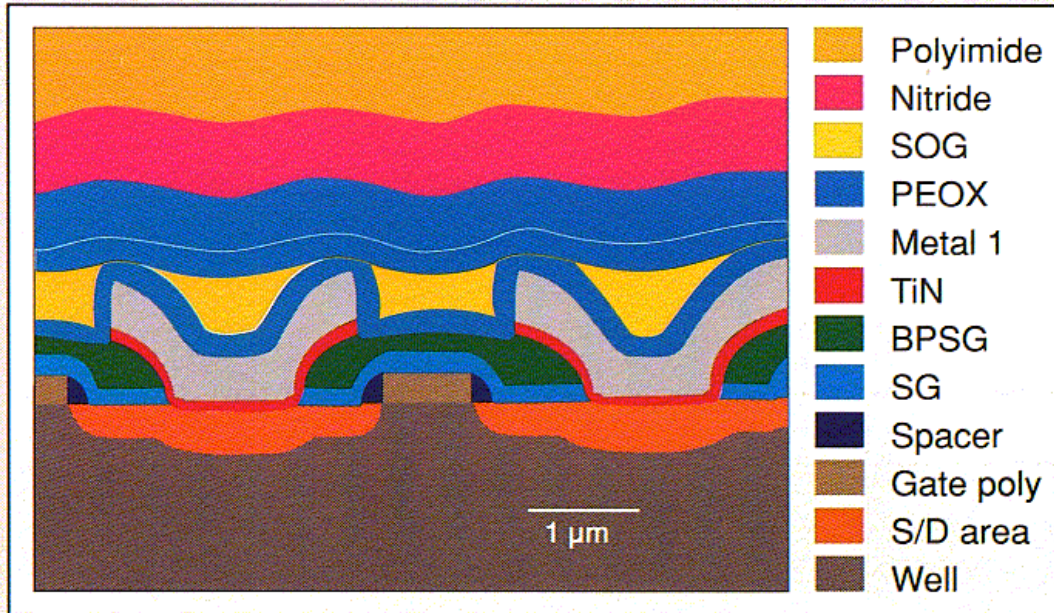


Vékony szigetelő réteg elhelyezése a p^+ Gate félvezető és a fém Gate kontaktus közé.

Az n-csatornás FET
elzáródási feszültsége
negatív előjelű

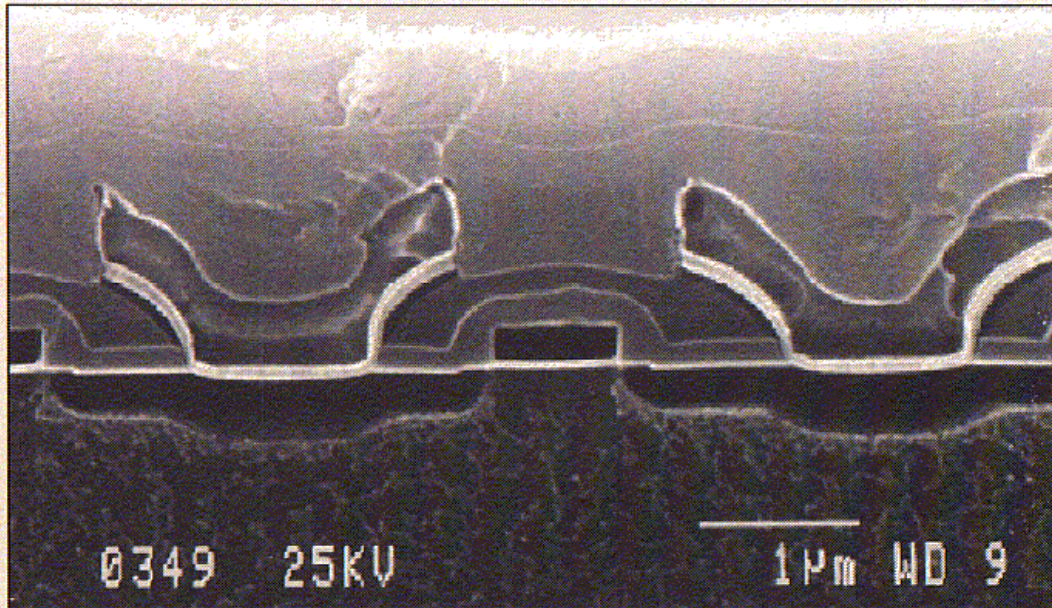
A p-csatornás FET
elzáródási feszültsége
pozitív előjelű

MOS tranzisztor szerkezet



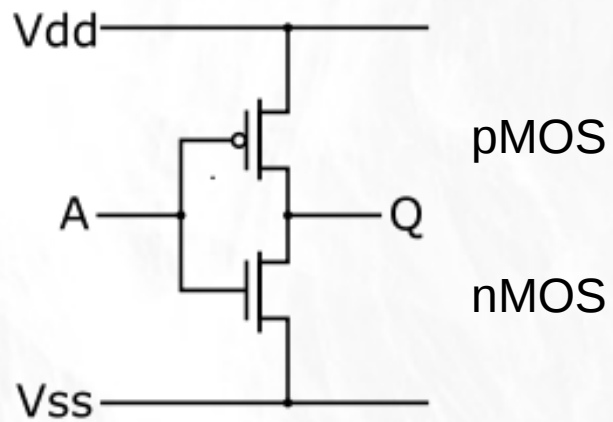
0.8 μm CMOS transistor cross-section

vázlatrajz



elektron-mikroszkóppal készült metszeti kép

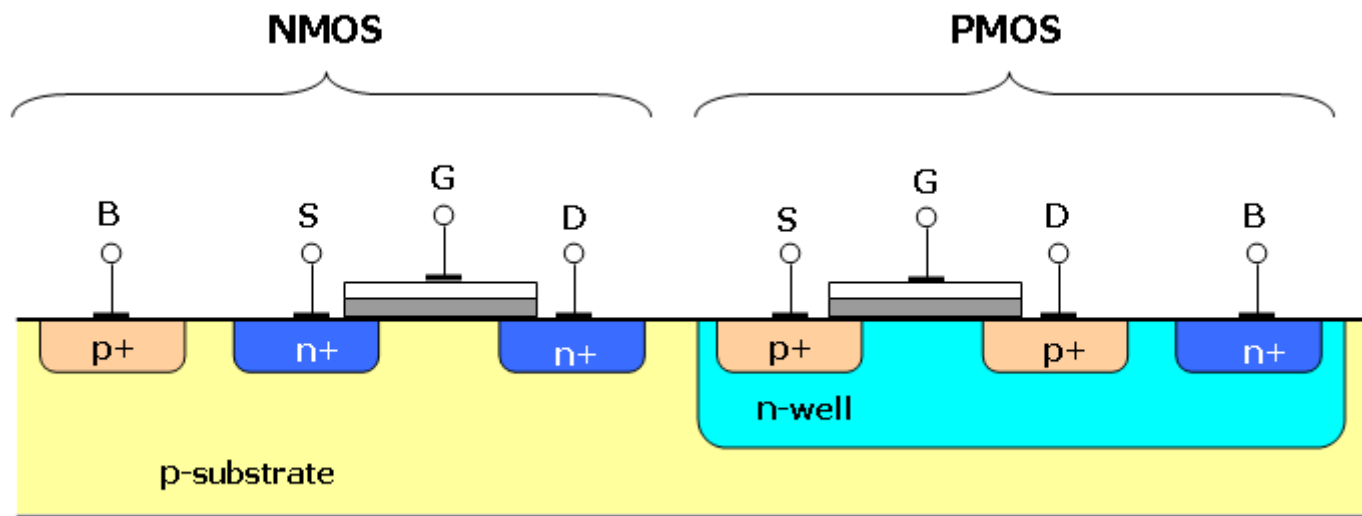
CMOS FET: inverter



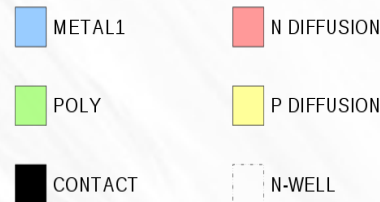
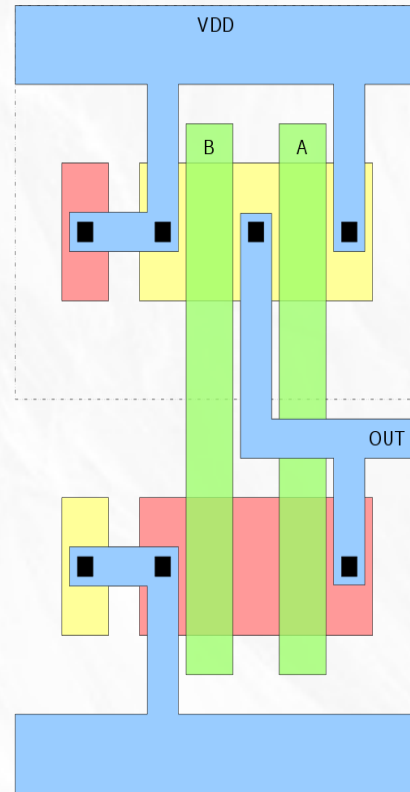
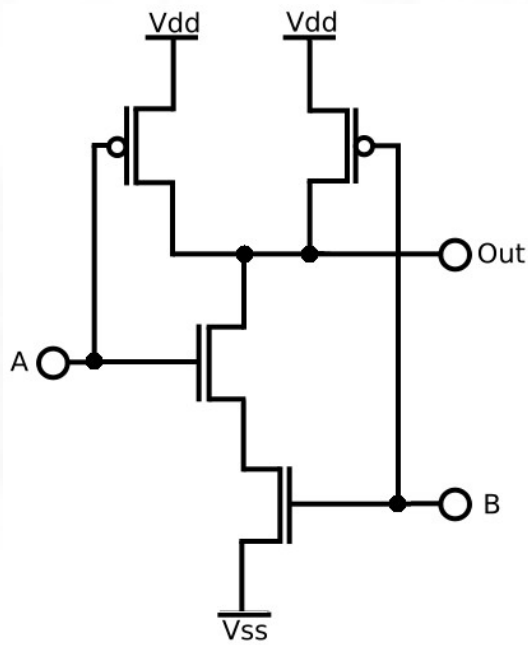
elvi kapcsolás

A	Q
0	1
1	0

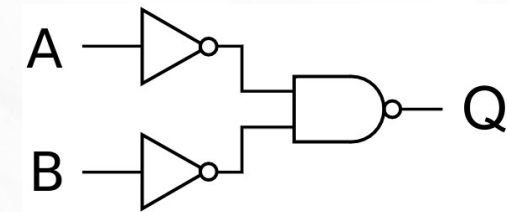
igazságtábla



CMOS FET: NAND kapu



2 x NOT + NAND = OR

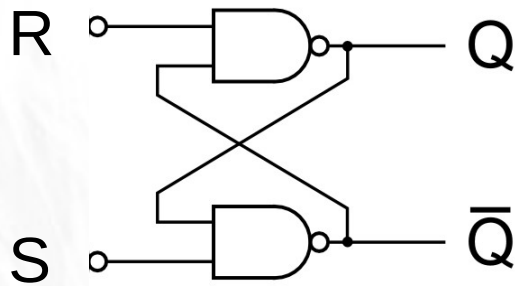


A	B	Out
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

A	B	Out
1	1	1
0	1	1
1	0	1
0	0	0

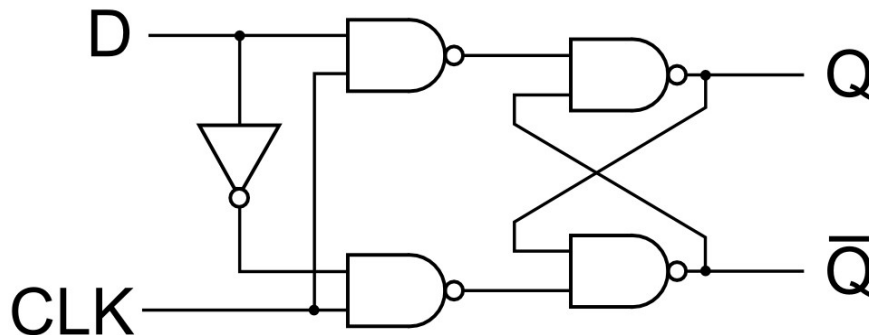
A tranzisztortól a PC-ig: adattárolók

R-S tároló



R	S	történelem	Q(t)	Q(t+1)	R	S	
0	0	tartás	1	1	0	X	nincs változás
0	1	Q = 1	1	0	0	1	set
1	0	Q = 0	0	1	1	0	reset
1	1	verseny	1	0	X	0	nincs változás

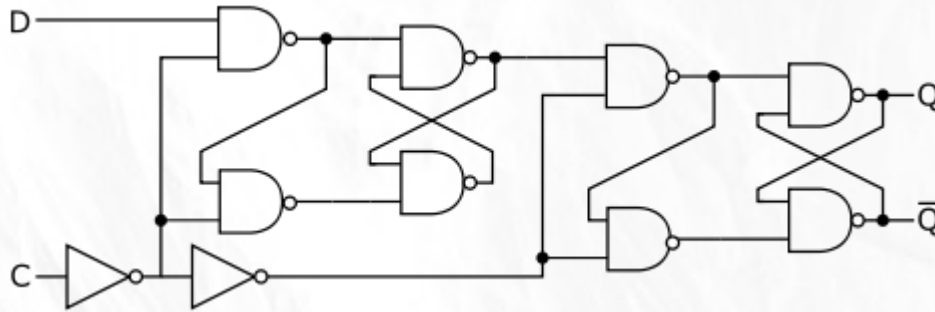
D tároló



Nincs verseny!
CLK aktív állapotában
íródik be D értéke.

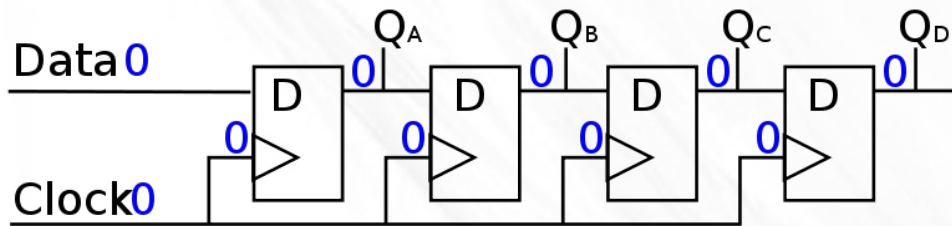
A tranzisztortól a PC-ig: élvezérelt áramkörök

Élvezérelt D tároló

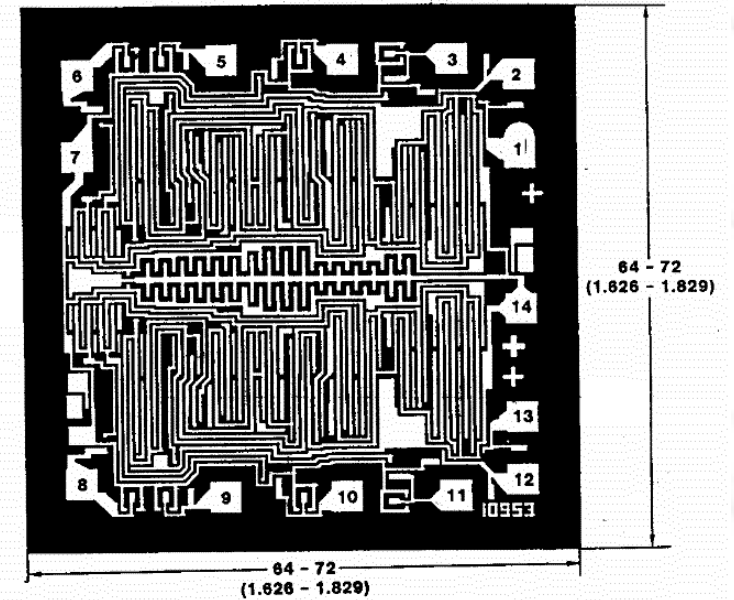


Léptető regiszter chip

Léptető regiszter

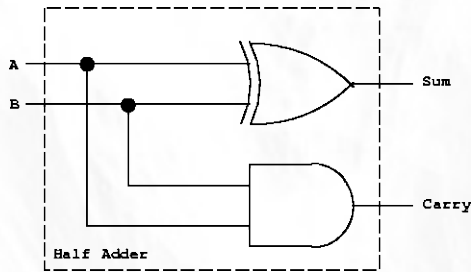


DIMENSIONS AND PAD LAYOUT FOR CD4013BH



A tranzisztortól a PC-ig: összeadók

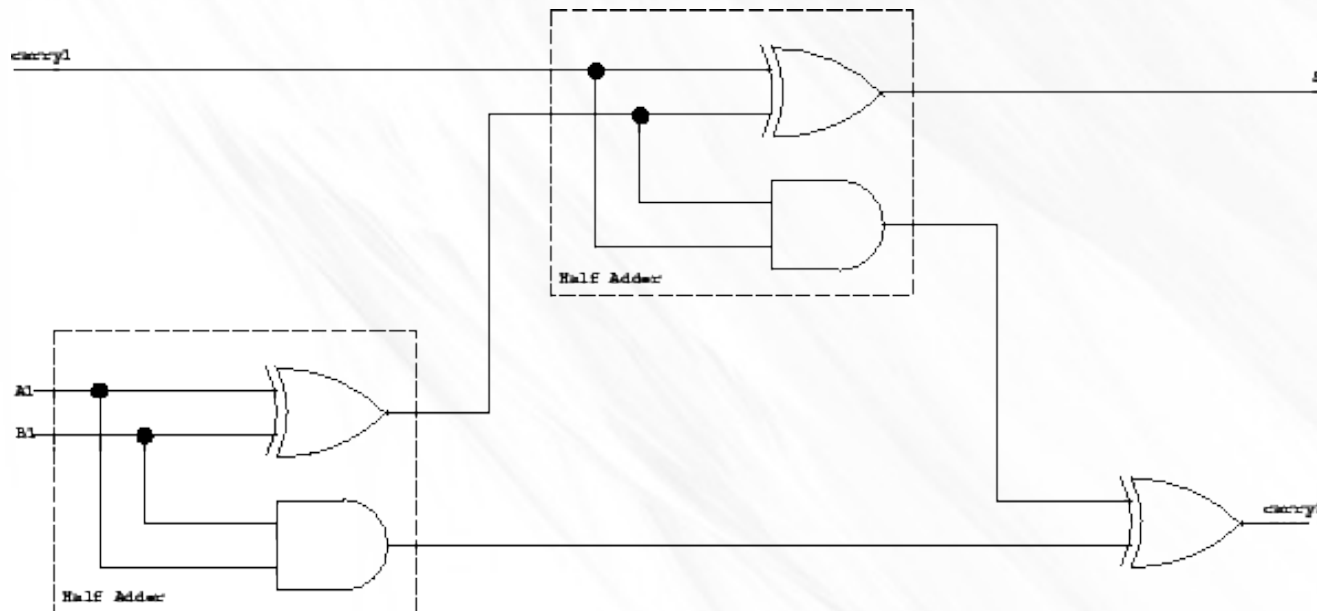
félösszeadó



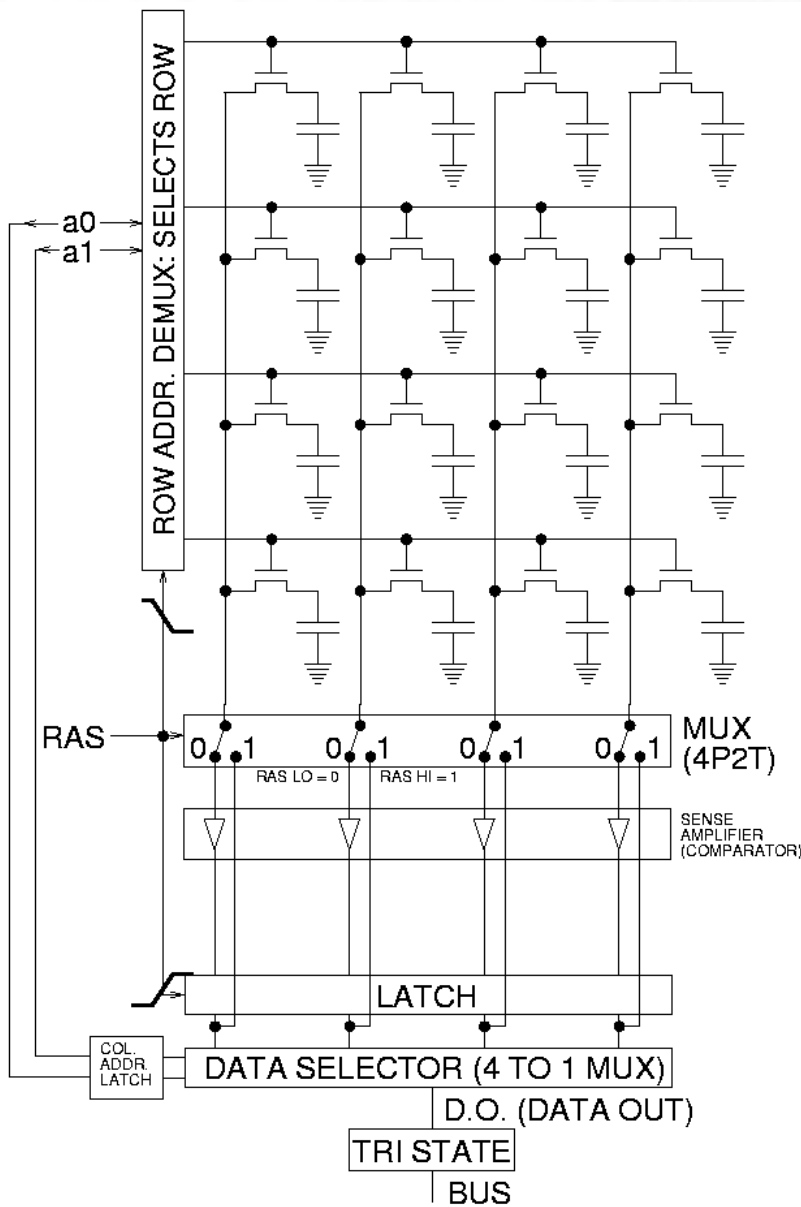
bemenet		eredmény			
A	B	C_{ki}	+		
0	0	0	0	0	
0	1	1	0	1	
1	0	1	0	1	
1	1	2	1	0	

bemenet			eredmény		
A	B	C_{be}	C_{ki}	+	
0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1
1	0	0	1	0	1
0	0	1	1	0	1
1	1	0	2	1	0
0	1	1	2	1	0
1	0	1	2	1	0
1	1	1	3	1	1

teljes összeadó

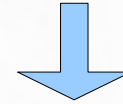


A tranzisztortól a PC-ig: buszok és meghajtók

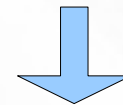


memória: mátrixba szervezett cellák

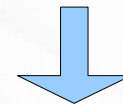
Nem lehet mindent mindennel összekötni



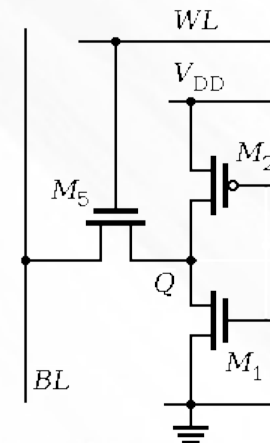
busz használata



illesztés és leválasztás kell



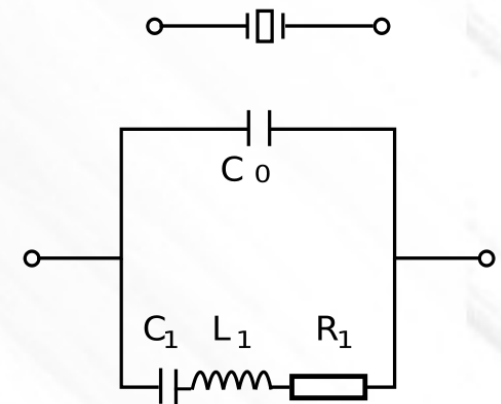
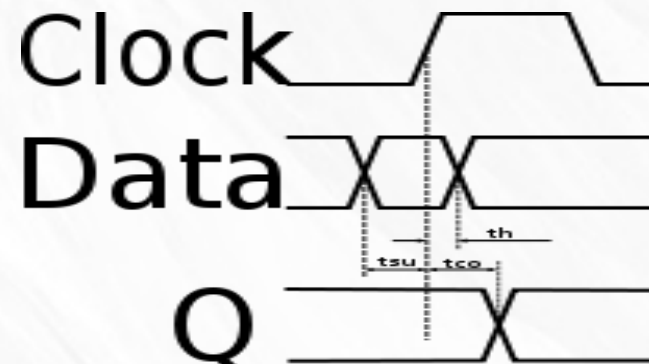
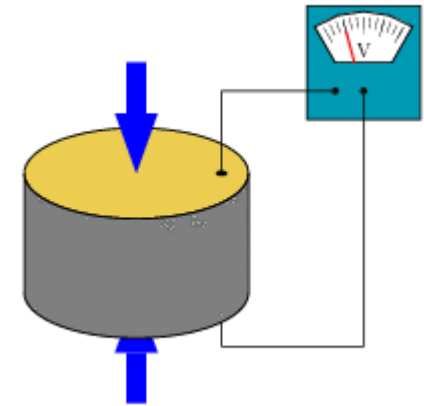
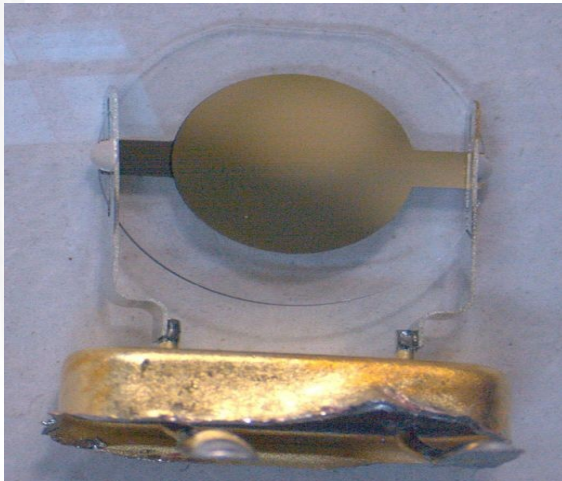
adat- cím- és vezérlő busz



A gép szinkronizálása: órajel

piezoelektromosság és elektrostrikción (Pierre és Jacques Curie, 1880.)

pl. *kvarc*

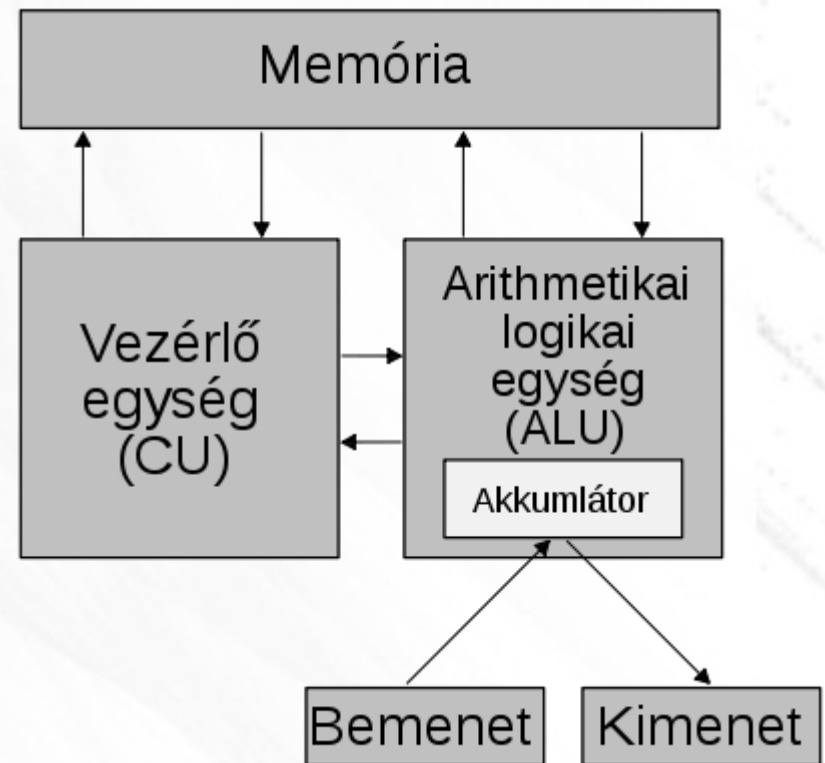


<http://hu.wikipedia.org/wiki/Piezoelektromoss%C3%A1g> http://en.wikipedia.org/wiki/Crystal_oscillator

A Neumann-elv I.

A gépnek 5 alapvető funkcionális egységből kell állnia:

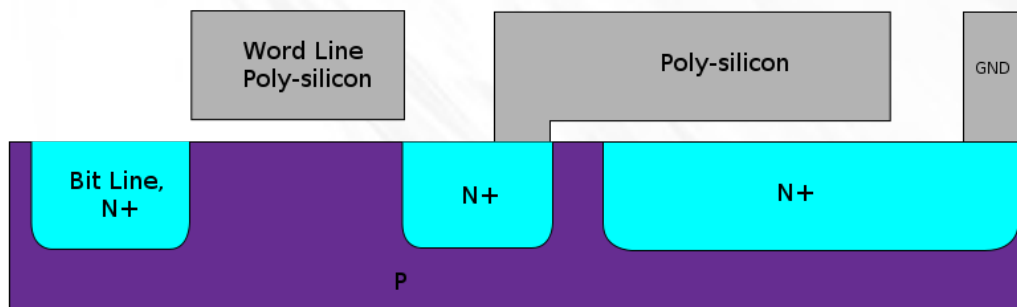
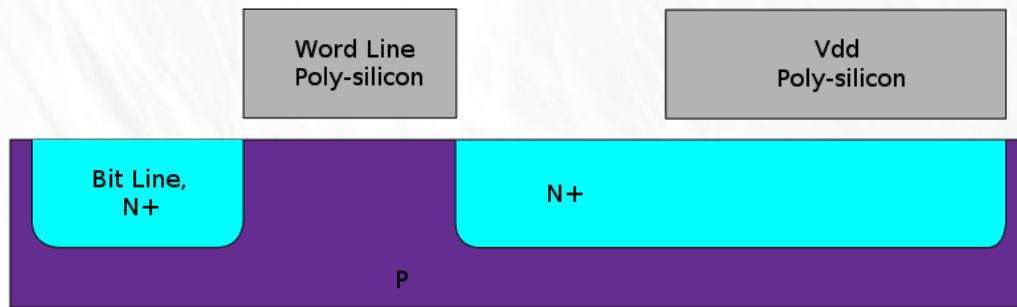
- a vezérlő egység (control unit),
- az aritmetikai és logikai egység (ALU),
- a tár (memória), ami címezhető és újraírható tároló-elemekkel rendelkezik,
- a ki/bemeneti egységek (Input/Output - I/O).
- A részegységek elektronikusak legyenek és bináris számrendszert használjanak. Az ALU képes legyen elvégezni az alapvető logikai és aritmetikai műveleteket (néhány elemi matematikai és logikai művelet segítségével elvileg bármely számítási feladat elvégezhető).



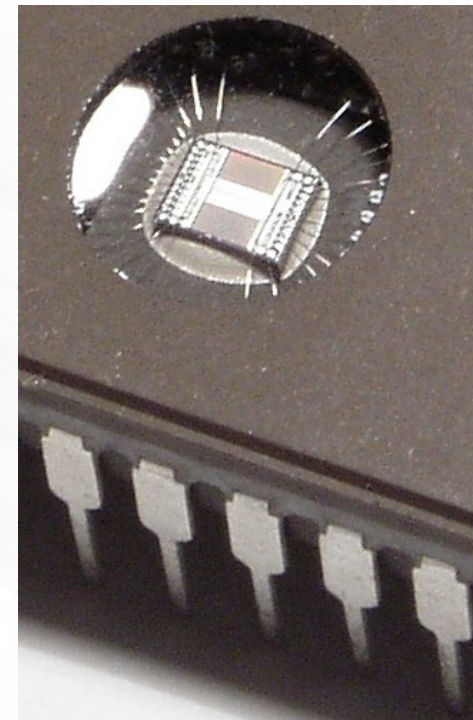
A Neumann-elv II.

Tárolt program elvű legyen a számítógép,

azaz a program és az adatok ugyanabban a tárban tárolódnak,
ebből következően a programokat tartalmazó rekeszek is újraírhatók.



Dinamikus RAM



EPROM

A Neumann-elv III.

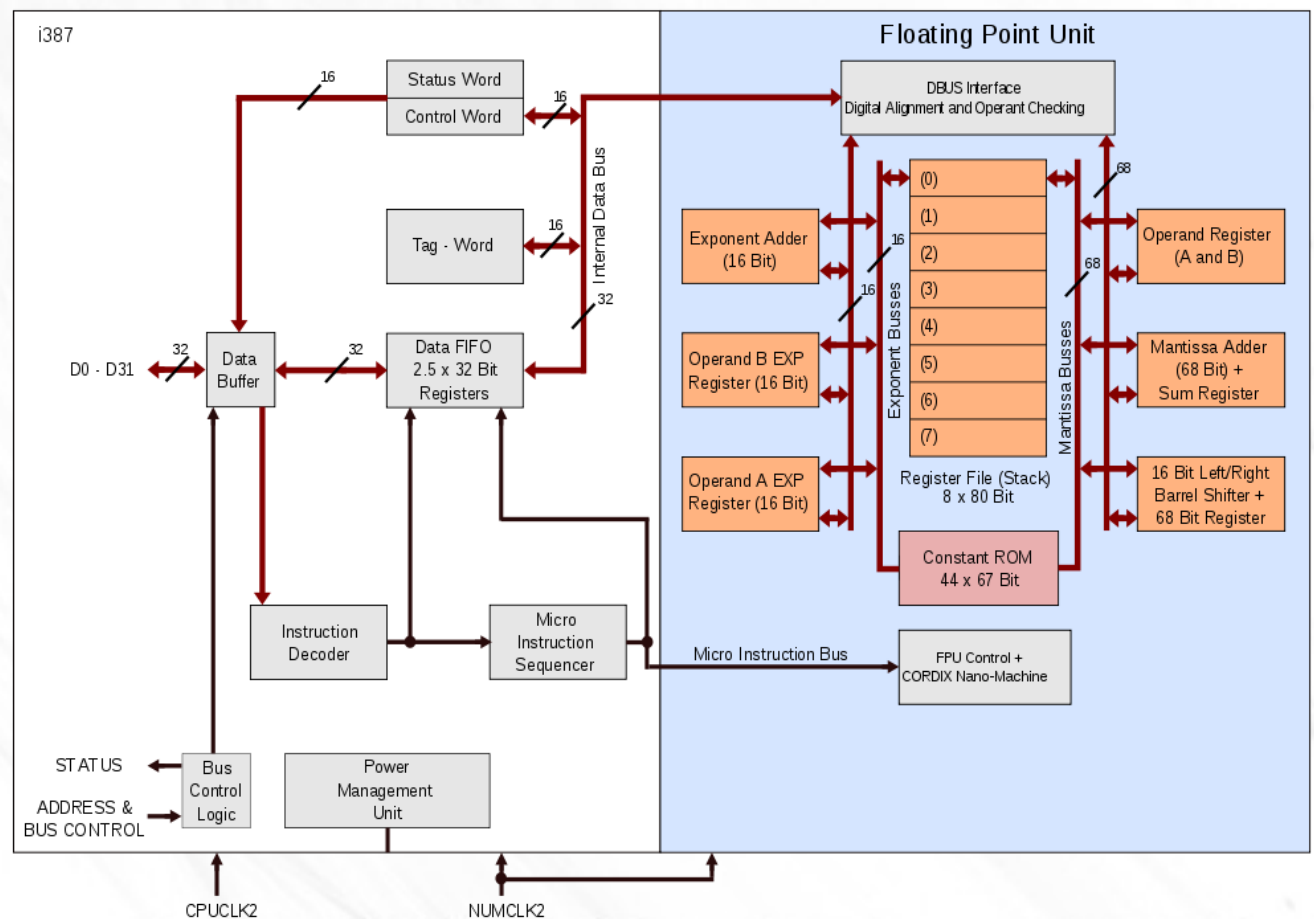
A vezérlő egység határozza meg a működést

a tárból kiolvasott utasítások alapján, emberi beavatkozás nélkül, azaz közvetlen vezérlésűek a számítógépek.

Újdonságok:

gyorsítómemória
(cache)

matematikai
társprocesszor
(coprocessor/FPU)



A CPU felépítése

