

# ELEKTRONIKUS KÉSZÜLÉKEK



## 1 ELEKTRONIKUS KÉSZÜLÉKEK

### 1-01 ELEKTRONIKUS KÉSZÜLÉKEK TERVEZÉSE, FELÉPÍTÉSE ÉS AZOK TERMIKUS KONSTRUKCIÓJA

ELEKTRONIKAI TECHNOLÓGIA ÉS ANYAGISMERET  
VIETAB00

 BMEETT  
ELEKTRONIKAI TECHNOLÓGIA TANSZÉK

BUDAPEST UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND ECONOMICS  
DEPARTMENT OF ELECTRONICS TECHNOLOGY

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

•1

---

---

---

---

---

---


---

---

### KÉSZÜLÉKEK FEJLESZTÉSI FÁZISAI

1. Műszaki specifikáció meghatározása (50%\*):  
Egyeztetés, marketing, bench-marking, meglévő és várható előírások, hatósági előírások.
2. Prototípus kifejlesztése (30%\*):  
Specifikáció, tesztelés, gyárthatóság, ár.
3. Gyártástechnológia kidolgozása (10%\*):  
Gyártási költségek, gyártáskapacitás, tesztelés.
4. Próbagyártás (10%\*):  
Tesztelés (kihozatal/selejt arány).
5. Gyártás (0%\*):  
Minőségellenőrzés, SPC.

\*: a termék sikerességében való szerep aránya

 BMEETT

Elektronikus készülékek

2/33

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

•2

---

---

---

---

---

---

---

---


### ÚT A MŰSZAKI SPECIFIKÁCIÓIG

1. Mit kell létrehozni?

A mérnöki gyakorlatban olyan készülékekkel foglalkozunk, amelyekre igény mutatkozik.

Az igény lehet:

- valós:
  - Egyedi (pl. atomerőmű),
  - nem egyedi, vagy piaci (pl. autó),
- látni (pl. SMS),
- a kitalálás pillanatában még nem létező (pl. Rubik kocka).



WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

•3

---

---

---

---

---

---

---

---

Készülékek tervezése, felépítése

# ELEKTRONIKUS KÉSZÜLÉKEK

## ÚT A MŰSZAKI SPECIFIKÁCIÓIG

### 2. Ki lesz a felhasználó? (jelen és jövő)

- Gyerek, felnőtt (férfi vagy nő),
- idős/beteg,
- átlagos fogyasztó,
- szakember,
- specialista.

⇒ **funkciók, ergonómiai szempontok**

### 3. Hol használjuk? (jelen és jövő)

- Beltér/kültér, hideg/meleg (konyha, fürdőszoba),
- strandon, víz alatt, 20 000 m magasan,
- kemencében, váltóban (forró olajban), kipufogócsőben,
- műholdon.

⇒ **a működés környezeti feltételei** ( $T, RH, p$  stb.)

•4

---

---

---

---

---

---

---

---

## ÚT A MŰSZAKI SPECIFIKÁCIÓIG

### 4. Mikorra kell elkészíteni? Mennyire szigorú a **határidő**?

- A piaci megjelenés időpontjának optimuma van:
  - hosszabb fejlesztési idő alatt a készülék tulajdonságaival lehet megelőzni a konkurenciát,
  - gyors piaci megjelenéssel a készülék újdonságereje nagyobb,
- egyéb szempontokat figyelmen kívül hagyva, a piaci megjelenés idejének csökkentésével a költségek meredeken növekszenek,
- a határidő betartása:
  - az esetek többségében fontos, de csúszás tolerálható,
  - egyes esetekben kulcsfontosságú  
(pl. Spirit Rover)



•5

---

---

---

---

---

---

---

---

## ÚT A MŰSZAKI SPECIFIKÁCIÓIG

### 5. Mennyibe fog kerülni a készülék?

Pontosabban megfogalmazva: **gazdaságos**-e a készülék kifejlesztése, előállítás, gyártása? Mennyibe fog kerülni a piacra dobásig?

Az előzetes költségbecslés a tervet még a megszületése előtt keresztbehúzhatja. Hiába jó (és megvalósítható, eladható, stb.) egy ötlet, ha a gyártó számára nem gazdaságos a megvalósítás.

A költségek fontosabb összetevői:

- fejlesztés,
- gyártástervezés, gyártósor felállítása,
- gyártás,
- utóélet:
  - (üzemeltetés),
  - terméktámogatás (alkatrész utánpótlás),
  - karbantartás,
  - garanciális problémák kezelése,
  - újrahasznosítás.



Példa: ProfPrimo, Microkey  
(minden szempontból megfelelő, de gazdaságtalan)

•6

---

---

---

---

---

---

---

---

Készülékek tervezése, felépítése

# ELEKTRONIKUS KÉSZÜLÉKEK

### ÚT A MŰSZAKI SPECIFIKÁCIÓIG

**6. További kérdések**  
(sokszor már ezen a szinten pontos kell választ adni)


- a készülék tervezett és megvalósítható térfogatigénye, tömege,
- a készülék energiaigénye,
- tervezett élettartam,
- megfelelés a szabványoknak és direktíváknak.


Elkerülhetne valami a figyelmünket a stratégiai kérdésekben?  
Komplex fejlesztési projektekben megvalósíthatósági tanulmányt kell készíteni.



•A termék a rá vonatkozó előírásoknak megfelel és szabadon forgalmazható az európai gazdasági térben.

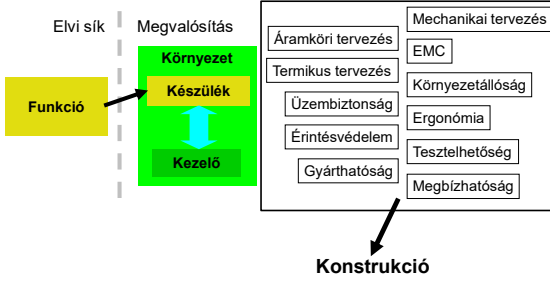
•Conformité Européenne – nem összekeverendő a China Exporttal. ☹



 Elektronikus készülékek 7/33

•7

### A KONSTRUKCIÓ KIALAKÍTÁSA




Elvi sík      Megvalósítás

**Funkció** → **Környezet** → **Készülék** ↔ **Kezelő**

**Konstruktív tervezés**

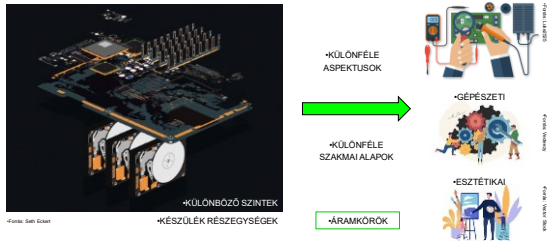
- Áramkört tervezés
- Termikus tervezés
- Üzembiztonság
- Érintésvédelem
- Gyárthatóság
- Mechanikai tervezés
- EMC
- Környezetállóság
- Ergonómia
- Tesztelhetőség
- Megbízhatóság

**Konstruktív**

 Elektronikus készülékek 8/33

•8

### A HARDVEKÖZPONTÚ SZEMLÉLET



**KÜLÖNFÉLE ASPEKTUSOK**


- VILLAMOS
- GÉPÉSZETI
- ESZTÉTIKAI

**KÜLÖNFÉLE SZAKMAI ALAPOK**

- ÁRAMKÖRÖK

**KÜLÖNBÖZŐ SZINTEK**

- KÉSZÜLÉK RÉSZEGYSÉGEK

 Elektronikus készülékek 9/33


•9

Készülékek tervezése, felépítése

# ELEKTRONIKUS KÉSZÜLÉKEK

## ÁRAMKÖR TERVEZÉS MEGKÖZELÍTÉSEI


IC: Integrated Circuit



•CMOS Műveleti erősítő layout terve

A két szakterület elkülönül egymástól mind alapelvek mind pedig szoftveres megvalósítás tekintetében.

PCBA: Printed Circuit Board (Assembly)



•Szerelt Raspberry Pi 4 áramkör alkatrészekkel

Erre a területre fókuszálunk.

Electronic Design Automation (EDA) / ECAD

**BMEETT** Elektronikus készülékek 10/33

•10

---

---

---

---

---

---

---

---

## AZ ÁRAMKÖR TERVEZÉS CÉLJA

Az áramkörtervezés fő célja, hogy az áramköri hordozót és a passzív-aktív alkatrészek készletét felhasználva, **mérnöki szemlélettel** előállítsunk egy áramkört.

Megfelelő funkcionalitás

**főbb feltételei:**

- Alkatrészek értékei, tűrései, paraméterei;
- Felhasznált anyagok paraméterei, tűrései;

**Példák:**

- Hőmérséklet, tápfeszültség, villamos analóg és digitális paraméterek;
- Gyártási tolerancia (nem tőlünk függ – legfeljebb a gyártó megválasztásával);
- Dokumentáció – megfelelő-e az alkatrész leírása a munka megkönnyítése érdekében?

Ezek szükségesek ahhoz, hogy összeálljon, tesztelhető legyen és megfelelően működjön a tervből előállított áramkör.



**BMEETT** Elektronikus készülékek 11/33

•11

---

---

---

---

---


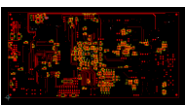
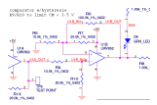
---

---

---

## ÁRAMKÖR TERVEZÉS - ELEKTROMOS KONSTRUKCIÓ

1. Kapcsolási rajz készítés,
2. részegységekre bontás, csatlakozó kiosztás,
3. nyomtatott áramköri tervezés:
  - számítógépes tervezőrendszerek (ORCAD, Pads...),
  - alkatrész elrendezés (placer),
  - összehuzalozás (router),
4. készülék-huzalozás.



**BMEETT** Elektronikus készülékek 12/33

•12

---

---

---

---

---

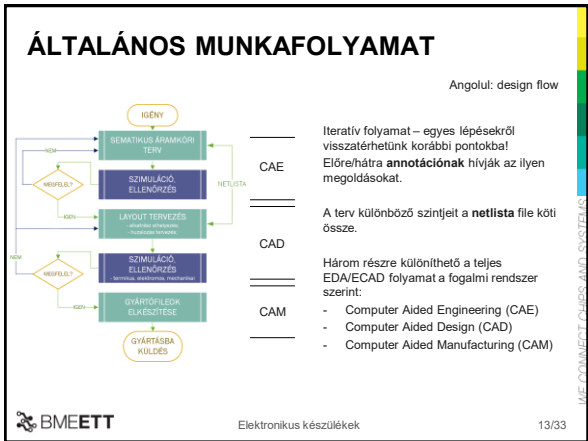
---

---

---

## Készülékek tervezése, felépítése

# ELEKTRONIKUS KÉSZÜLÉKEK



•13

## MECHANIKAI TERVEZÉS, SZERKEZETI KONSTRUKCIÓ

- Készülék mechanikai vázszerkezet tervezése,
- doboz és burkolat kialakítás – formatervezés,
- részegységek belső elrendezése:
  - sínrendszerű szerelés,
  - alaplapp,
  - többkártyás rendszer,
- előlap-, kezelőlap-, hátlaptervezés – ergonómia.

BMEETT Elektronikus készülékek 14/33

•14

## TERMIKUS TERVEZÉS

- Különösen fontos nagy elemsűrűségű (laptop) és nagy teljesítményű (tápegység) készülékek esetén
- Szoftver eszközök:
  - termikus szimuláció,
- hardver eszközök:
  - termikus interface,
  - hűtőbordák,
  - ventilátorok,
  - heat pipe.

(Részletesen az előadás második felében.)

BMEETT Elektronikus készülékek 15/33

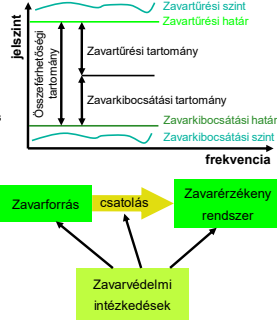
•15

# Készülékek tervezése, felépítése

# ELEKTRONIKUS KÉSZÜLÉKEK

## ELEKTROMÁGNESES ZAVARVÉDELMI TERVEZÉS

- EMC (elektromágneses kompatibilitás):
  - a készülék által kibocsátott zavar megfelelően kicsi,
  - a készülék immunitása megfelelően nagy.
- Zavarforrások:
  - természetes:
    - villámás, elektromos energia kisülés
    - kozmikus sugárzás,
    - naptevékenységgel kapcsolatos zavarok,
    - légkörből, ionoszférából érkező zavarok,
  - mesterséges:
    - műsorszórók: rádió és TV adók,
    - mobiltelefonok,
    - rádiótelefonok,
    - radarok,
    - teljesítménykapcsolók, relék,
    - fűvezetős teljesítményszabályozók,
    - motorok, egyenirányítók.



•16

## ERGONÓMIAI TERVEZÉS

- Készülékek kezelés szempontjából történő optimális kialakítása – előlap, kezelőlap tervezés. Példa: elektronikus műszerek
  - egyértelmű, esztétikus feliratozás,
  - kijelzők és kezelőszervek működési elv szerinti összerendezése,
  - összetartozó elemek egy csoportban, színnel jelölve, keretbe foglalva,
  - fontos kezelőszervek mellett LED indikátor,
  - nagyteljesítményű nyomógomb és kapcsoló – nagyobb méret,
  - hálózati főkapcsoló az előlap valamelyik szélén,
  - legfontosabb indikátor az előlap bal felső sarkában.
- Optimális munkakörülmények, munkahelyek kialakítása. Példa: szerelő munkahely



•17

## ÜZEMBIZTONSÁGRA TERVEZÉS

- Üzembiztonság fogalomköre:
  - életvédelem, balesetvédelem, vagyonvédelem,
  - rendeltetésszerű és meghibásodott állapotban sem okozhat kárt, veszélyt,
  - az okozott kárért, balesetért a tervező és gyártó a felelős!
  - Safety Engineer.
- Üzembiztonsági, környezetállósági témakörök:
  - környezeti hatások elleni védelem:
    - klimatikus,
    - kémiai, biológiai,
    - mechanikai igénybevételek, autópárhán rezgések elleni védelem,
  - túláramvédelem,
  - túlmelegedés elleni (tűz) védelem,
  - káros sugárzások elleni védelem,
  - robbanásvédelem.

•18

Készülékek tervezése, felépítése

# ELEKTRONIKUS KÉSZÜLÉKEK

## ÉRINTÉSVÉDELMI TERVEZÉS

- A készülékek fémesei, amelyek üzemserűen nincsenek feszűltég alatt, meghibásodás esetén se okozhassanak áraműtést. A szabványok betartása kötelező!
- „0.” Érintésvédelmi osztály: 

Ekerítés, elszigetelés, burkolás – nincs érintésvédelmi kapocs.
- I. Érintésvédelmi osztály: 

Üzemi szigetelés + megérintheő fémrészek összekötve (pl. készülékház + ajtó) és a hálózati védőföldre kötve (védőeres hálózati kábel, színjelzés: zöld-sárga).
- II. Érintésvédelmi osztály: 

Szigetelőanyag burkolat: az összes fémrészt burkolja (pl. házszárto). A külső burkolat egyben a védőszigetelés is.
- III. Érintésvédelmi osztály: 

Erintési feszűltég 24 - 50 V<sub>~</sub> AC

Nincs olyan áramköri rész, amely ennél nagyobb feszűltégen üzemel.

•JELÖLÉSEK:

•PÉLDÁK:



- Villanymotor,
- mosógép,
- tűzhely,



- Kábelszerszám
- telefonkész
- áramlámpa



- Gyerekbiztosító
- Kézi lámpák



Elektronikus készülékek

19/33

•19

---

---

---

---

---

---

---

---

## IP – VÉDELEM KÉRDÉSE (INGRESSION PROTECTION)

Első számszám, azilárd testek (por) bejutása		Második számszám, víz bejutása	
Érték	Jelentés	Érték	Jelentés
0	Nem védett	0	Nem védett
1	>50 mm átmérőjű testek ellen védett (kézfaj)	1	Függőlegesen csepegő víz ellen védett
2	>12 mm átmérőjű testek ellen védett (ujj)	2	Függőlegestől 15°-ig eltérő csepegő víz ellen védett
3	>2,5 mm átmérőjű testek ellen védett (szerszám)	3	Esővíz ellen védett. A függőlegestől 60°-os szögben érkező permetező víz ellen védett
4	>1 mm átmérőjű testek ellen védett (vezeték)	4	Fröccsenő víz ellen védett (minden irányból)
5	Porterakódás ellen védett. A por behatolását teljesen nem akadályozza meg, de a bejutás mértéke a működést nem akadályozza.	5	Vízszög ellen védett (minden irányból)
6	Por behatolása ellen védett	6	Erős vízszög ellen védett
		7	Időszakos vízbe merítés ellen védett
		8	Tartós vízbe merítés ellen védett
		9K	Fokozott védettség vízbe merítés, és nagynyomású tisztítás hatással ellen.



Elektronikus készülékek

20/33

•20

---

---

---

---

---

---

---

---

## GYÁRTHATÓSÁGRA TERVEZÉS (DFM)

- Minőségügy, 6 szigma,
- terméktervezés, amely figyelembe veszi a gyártási követelményeket,
- olyan tervezési lépés, amelyben csoportmunkát alkalmazunk a termék kifejlesztésére,
- több eszközt és technikát magába foglaló keret a gyártható termék létrehozására.

**Előnyök:**

- alacsonyabb fejlesztési költség,
- rövidebb fejlesztési idő,
- rövidebb idő a gyártás megkezdéséig,
- alacsonyabb szerelési és tesztelési költségek,
- jobb minőség.



Elektronikus készülékek

21/33

•21

---

---

---

---

---

---

---

---

## Készülékek tervezése, felépítése

# ELEKTRONIKUS KÉSZÜLÉKEK

## GYÁRTHATÓSÁGRA, TESZTELHETŐSÉGRE TERVEZÉS (DFM)

### Irányelvek:

- minimalizáljuk az alkatrészek számát,
- használjunk szabványos és azonos elemeket,
- minimalizáljuk a szerelési síkok számát (Z-axis),
- használjunk standard szerszámfejeket, fúrókat, eszközöket,
- kerüljük a szűk furatokat (forgácsok, egyenesség, eltömődés),
- használjunk közös méretet a szerszámrögzítéshez,
- minimalizáljuk a szerelési irányokat,
- maximalizáljuk a hozzáférhetőséget; szerelésre tervezés,
- minimalizáljuk a kézi műveleteket,
- küszöböljük ki az utólagos állítást,
- használjunk ismételhető, jól ismert folyamatokat,
- tervezzük az alkatrészeket a hatékony tesztelés lehetőségére,
- kerüljük a rejtett részleteket,
- hozzunk létre szimmetriát két irányban,
- kerüljük az összekuszálás lehetőségét,
- tervezzük önmegvezető (önpozicionáló) elemeket.

•22

---

---

---

---

---

---

---

---

## MEGBÍZHATÓSÁGI TERVEZÉS

### Soros struktúrájú (redundanciamentes) rendszer jellemzői:

- a rendszer véges számú elemből áll,
- egy elem meghibásodása a rendszer meghibásodásához vezet,
- a meghibásodások egymástól függetlenek,
- a kommersz elektronikai berendezések soros struktúrájúak.

### Melegtartalékolt (párhuzamos) rendszer jellemzői:

- a rendszer n azonos elemből áll,
- a rendszer működéséhez egy elem működése szükséges,
- hibafelismerő elem, kapcsolóelem eseténként szükséges,
- a tartalék állapota ismert,
- a tartalék is fogyaszt energiát, elhasználódik.

### Hidegtartalékolt rendszer jellemzői:

- a rendszer n azonos elemből áll,
- a rendszer működéséhez egy elem működése szükséges,
- a tartalékban lévő elem nincs bekapcsolva, nem fogyaszt energiát,
- a tartalékban lévő elem nem hibásodhat meg,
- hibafelismerő és kapcsolóelem van szükség,
- a tartalékbelem bekapcsolása időt vesz igénybe.



•23

---

---

---

---

---

---

---

---

## SZABVÁNYOKRA ÉPÜLŐ MEGVALÓSÍTÁS

### Előnye:

- nem szükséges intuitív tervezés,
- minden paraméter (méret, térfogategységre eső disszipáció, stb. szabványokból kiválasztható,
- rejtett hibák felbukkanásának esélye kisebb.



### Hátránya:

- a tervező keze teljesen kötött,
- egyedi ötletek megvalósítása nem lehetséges,
- a készülék az esetek döntő többségében jelentősen „túltervezett”,
- nagyobb tételben a gyártás gazdaságtalanná válhat.



•24

---

---

---

---

---

---

---

---


# Készülékek tervezése, felépítése



# ELEKTRONIKUS KÉSZÜLÉKEK

### SZABVÁNYOKAT RÉSZBEN KÖVETŐ MEGVALÓSÍTÁS

- Ez a gyakoribb eset,
- kötelező szabványok (EMC, érintés védelem, gép direktíva stb.) minden körülmények között betartandóak,
- lehetőség van az ár/költség/kihozatal/gyártási kapacitás optimalizálására,
- valamennyi tervezési fázis szükséges,
- lehetőség van minden paraméterben a folyamatos gyártmány fejlesztésre,
- példa: notebook kontstrukció.



Elektronikus készülékek

25/33

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

•25

---

---

---

---


---

---

---


---

### PÉLDA - NOTEBOOK KONSTRUKCIÓ



Ház – merevség, mechanikai tartósság (karcálló, színtartó, tisztítható), esztétikus külső, jó tapintás... stb.

Kijelző – felbontás, fényerő, színek vékonyság, fogyasztás, védőfelület (tükröző vagy matt), karcállóság, tisztíthatóság, touch...



Elektronikus készülékek

26/33

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

•26

---

---

---

---


---

---

---


---

### NOTEBOOK KONSTRUKCIÓ



Billentyűzet – méret, betűkiosztás, billentés, élettartam, kopásállás, megvilágítás, RGB?

Hangszóró – hangminőség, méret, iránykarakterisztika



Elektronikus készülékek

27/33

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

•27

---

---

---

---

---

---

---

---

## Készülékek tervezése, felépítése

# ELEKTRONIKUS KÉSZÜLÉKEK

### NOTEBOOK KONSTRUKCIÓ



Forrás: ifixit.com

Hűtés – teljesítmény, zaj, élettartam, levegőáramlás minősége, porvédelem, aktív/passzív...



Elektronikus készülékek

28/33

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

•28

---

---

---

---

---

---

---

---

### NOTEBOOK KONSTRUKCIÓ



Forrás: ifixit.com

**HDD:**

- sok mozgó alkatrész,
- összeszerelési anyagok.

**SSD:**

- szabványosított SMD gyártósor,
- nincs mozgó alkatrész,
- gyors összeszerelés,
- hőfejlesztés?



Elektronikus készülékek

29/33

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

•29

---

---

---

---

---

---

---

---

### NOTEBOOK KONSTRUKCIÓ



Forrás: ifixit.com

Akkumulátor – kapacitás, súly, élettartam, mechanikai védelem, robbanásbiztos

Amiről nem beszéltünk:

- alaplap, processzor, memória, csatlakozási felületek, kamera, modemek, kártyahelyek stb...
- zavarják-e egymást az egyes komponensek?



Elektronikus készülékek

30/33

WE CONNECT CHIPS AND SYSTEMS

•30

---

---

---

---

---

---

---

---

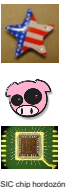
## Készülékek tervezése, felépítése

# ELEKTRONIKUS KÉSZÜLÉKEK

## ELEKTRONIKAI/VILLAMOS RENDSZEREK

**•EGYSZERŐ RENDSZER**

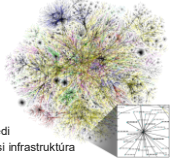
- OLCSÓ VILLOGÓ ÁRAMKÖR
  - Gombelem, és elemtartó
  - NYÁK
  - Egyedi IC
  - LED-ek
- Nagy sorozatban gyártott.
- Felhasznált technológiák:
  - áramkör tervezésgyártás
  - IC-ASIC technológia
  - forrasztás
  - Speciális burkolat: műanyag formázás, epoxy
  - Csomagolás




ASIC chip hordozón

**•NAGYRENDSZER**

- Internet – a legkomplexebb rendszer, az egész világot behálózza
- Egyedi
- Óriási infrastruktúra





Elektronikus készülékek

31/33

•31

---

---

---

---

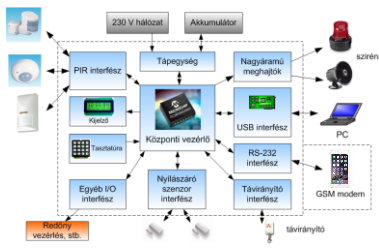
---


---

---

---

## HARDVERES RENDSZEREK - PÉLDA





Elektronikus készülékek

32/33

•32

---

---

---

---

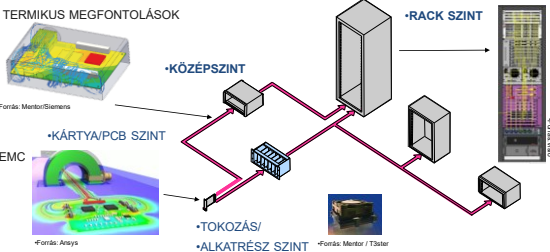
---


---

---

---

## KONSTRUKCIÓS SZINTEK





Elektronikus készülékek

33/33

•33

---

---

---

---

---

---

---

---

Készülékek tervezése, felépítése