



**Analóg és Digitális Rendszerek
Megvalósítása Programozható
Mikroáramkörökkel**

Az alkatrészek...

Szűcs Zoltán | szucs@eet.bme.hu

Az alkatrészek...

• Passzív elektronikai elemek

- Ellenállások
- Kondenzátorok
- Induktivitások
- Transzformátorok

Az alkatrészek...

• Aktív elemek

- Diódák különböző típusai
 - Zenerek, LED-ek, kijelzők, négyrétegű dióda, schottky
 - diódahidak
- Kis és nagy teljesítményű diszkrét tranzisztorok
- Egyéb teljesítmény-félvezetők:
 - Tirisztor, triac, PowerMOSFET
- Relék, optocsatlók...
- Integrált áramkörök különböző megjelenési formában

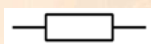
Az alkatrészek...

• Mechanikai elemek:

- Kapcsolók és nyomógombok
- Csatlakozók
- Biztosítékok

Az ellenállások legfontosabb paraméterei

- ÉRTÉK és pontosság (tűrés vagy tolerancia)
- Kivitel (furatszerelt, felületszerelt)
- Teljesítmény és hőmérsékleti együtttható
- Alapanyag és zaj
- Parazita induktivitás



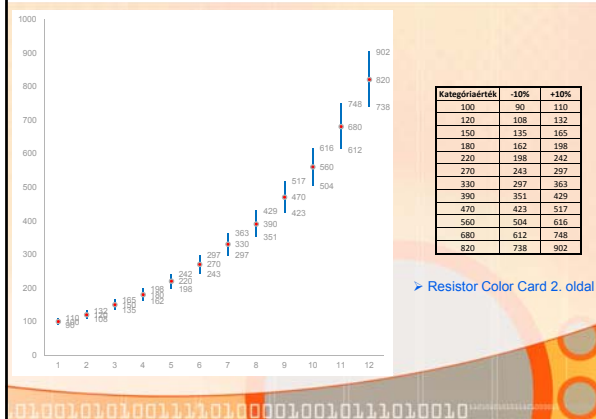
Ellenállás értékek

- A gyakorlatban az ellenállásokat érték kategóriákba soroljuk. Ezeket a kategóriákat az Electronic Industries Association (EIA) szabványa rögzíti.
- Az érték kategóriákat úgy próbálták meghatározni, hogy a sorozathoz tartozó toleranciával számolva a kategóriák között lehetőleg ne legyen átfedés sem rés!
- A kategóriák mindig egy dekádot osztanak fel (Pl. 100-1000Ω)
- Módszer: ha az első létező érték 100Ω és a tűrés $\pm 10\%$, akkor nincs értelme 105Ω-os ellenállást gyártani, mert az az érték még a 100Ω-os tűrési sávjába esik.

Ellenállás értékek

- A kategóriasorokat E-betűvel és egy számmal jelöljük. A szám a dekádon belüli felosztás finomságát jellemzi.
- E3** 50%-os tolerancia (már nem használt)
- E6** 20%-os tolerancia (ritkán használt)
- E12** 10% tolerancia
- E24** 5% tolerancia
- E48** 2% tolerancia
- E96** 1% tolerancia
- E192** 0.5, 0.25, 0.1% és pontosabb

Az E12-es sorozat



Régi típusú ellenállások

- Kezdetben kerámiacsőre tekercselt ellenálláshuzalból készítették forrűles ellenállásokat.



Furatszerelhető ellenállások

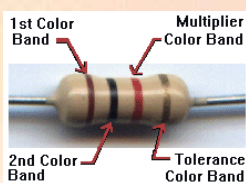
- A nyomtatott áramköri szerelési technológia megjelenése okozta a furatszerelhető alkatrészek elterjedését.
- Az ellenállás értékét kezdetben felirattal, majd színkóddal jelölték.



Kivezető huzalokkal ellátott
Carbon kompozit ellenállás

Ellenállás színkódok

- A felirattal ellentétben a színkód bármilyen pozícióban beültetve látszik...



4 és 5-sávú ellenállás színkódok

4-Band-Code					
	2%	5%	10%		50K Ω ± 5%
COLOR	1st BAND	2nd BAND	3rd BAND	MULTIPLIER	TOLERANCE
Black	0	0	0	Ω	
Brown	1	1	1	10Ω	± 1% (A)
Orange	3	3	3	1KΩ	± 1% (A)
Yellow	4	4	4	10KΩ	
Green	5	5	5	100KΩ	± 0.5% (B)
Blue	6	6	6	1MΩ	± 0.25% (C)
Violet	7	7	7	10MΩ	± 0.10% (D)
Pink	8	8	8		± 0.05% (E)
White	9	9	9		
Gold				0.1	± 5% (F)
Silver				0.01	± 10% (G)

5-Band-Code					
	0.1%, 0.25%, 0.5%, 1%			237Ω ± 1%	

Electronics Express / RSR
http://www.elexp.com

1-800-972-2325
In NJ 732-381-8020

A felületszerelhető ellenállások

- A furatba való ültetésnél egyszerűbb, olcsóbb és helytakarékosabb technológia a felületszerelés.
- Ebben a technológiában az alkatrész tokján lévő forraszfelületek vagy kis tappancsok szolgálnak az elektromos bekötésre és az alkatrész mechanikai rögzítésére is.
- A hordozón (PCB) furat nélküli pad-ekre ültetjük az alkatrészt.

SMD ellenállások feliratai

- $R = \text{számérték} \cdot \text{szorzó}$

Pl.: 222 >> $22 \cdot 10^2 \Omega$



A következő méretű chip-ellenállások a legelterjedtebbek:

Méret: 0201, 0402, 0603, 0805, 1206, 1210, 2010, 2512, 3616, 4022

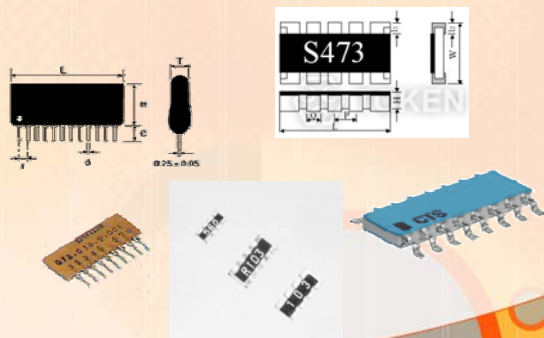
Teljesítmény kb.:

0402(1/16W), 0603(1/10W), 0805(1/8W), 1206(1/4W), 1210(1/3W), 2010(3/4W), 2512(1W), 3616(2W), 4022(3W)

Tolerancia: 0.1%, 0.5%, 1%, 5%

Termikus együttható: 25ppm 50ppm 100ppm

Hálóellenállások



Potenciométerek

- Lineáris (általános célra)
- Logaritmikus (hangerőszabályozáshoz)
 - sztereo-potméter
- Kiviteli forma:
 - Csavarógombos
 - Trimmer
- Teljesítményük: általában kicsi!
 - Nagyobb teljesítményű: huzalpotméter (L=?)

Potenciométerek



Termisztorok

- Pozitív (PTC), vagy negatív (NTC) termikus együtthatójú ellenállások...

Felületszerelhető termisztorok



Furatszerelhető termisztorok

Speciális ellenállások

- Speciális ellenállás az ún. fuse resistor vagy fusible resistor, melyet túláramvédelemre használunk...



Korszerű, felületszerelhető fuse resistor



...illetve a 0 ohmos „jumper” resistor.

Speciális ellenállások

- PCB-re nyomtatott szénréteg ellenállások



A tolerancia: $\pm 30\%$ is lehet!

Alkalmazás: Fel- és lehúzó ellenállások.

Speciális ellenállások

- Nagy teljesítményű ellenállások
- Hűtőfelületre csavarozható vagy kerámia tokozású kivitel



400A, 60mV

Sönt ellenállás (shunt resistor, milliohm resistor)

Speciális ellenállások

- „Current sense” – áramérzékelő ellenállások.



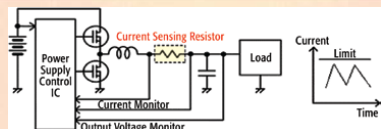
Caddock



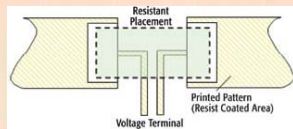
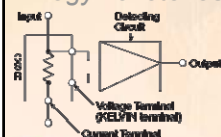
International Resistive

Áramérzékelés ellenállással

- Két vezetékes



- Négy vezetékes



www.koaspeer.com

Ellenállások csomagolása

- Tekercselt szalagtár (tape and reel)



Store No. 110055

Teljesítmény és hőmérsékleti együttható

- Az ellenállások teljesítménye kivittől függő katalógusadat (rated power, W)
- Az áramkör méretezésénél fontos figyelembevenni a környezeti hőmérsékletet, amelytől függ az alkatrészen megengedhető maximális disszipáció! Bizonyos hőmérséklet fölött mérsékelni kell az alkatrészen felszabaduló hőmennyiséget, különben az alkatrész tönkremehet. (derating)

➤ [Yageo katalógus](#)

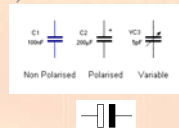
Teljesítmény és hőmérsékleti együttható

- A hőmérsékleti együttható az ellenállás viselkedését írja le egy meghatározott hőmérsékleti tartományban.
- Katalógusadat

➤ [Yageo katalógus](#)

A kondenzátorok legfontosabb paraméterei

- ÉRTÉK (névleges kapacitás)
- Névleges feszültség
- Pontosság, tűrés
- Alapanyag (diel., fegyv.)
- Veszteségi tényező
- Frekvenciatartomány
- Polarizált/nem polarizált
- Maximális váltakozó áram
- Maximális hőmérséklet
- Kivitel (furatszerelt, felületszerelt)

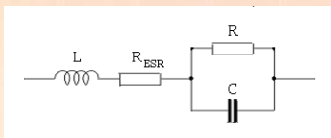


Az alkatrész paramétereinek fontossága

- Egy-egy alkatrész helyes alkalmazásához nem elég a névleges értékét ismerni!
- Fontos az adatlapban leírt egyéb paraméterek ismerete is!

A névleges kapacitás

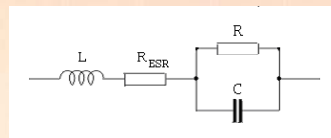
- A (névleges) kapacitás (rated capacitance) alatt tk. a kondenzátor helyettesítő áramkörében szereplő ideális kapacitív elem (C) kapacitását értjük.



Négyelemes helyettesítőkép kondenzátorokhoz

A parazita elemek

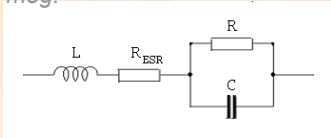
- Az átviteli ellenálláson (R) kívül egy ESR indexszel ellátott ekvivalens soros ellenállást (Equivalent Series Resistance) is figyelembe kell vennünk.



Négyelemes helyettesítőkép kondenzátorokhoz

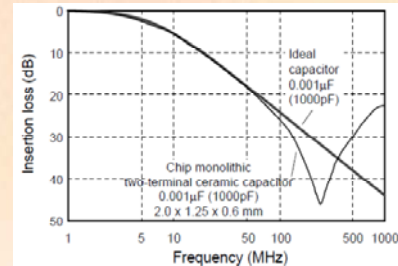
A parazita elemek

- A konstrukciótól függően a kondenzátor fegyverzeteinek és kivezetéseinek kisebb vagy nagyobb soros parazita induktivitása (L) is van.
- Könnyen belátható, hogy a nagyfrekvenciás alkalmazhatóságot ez utóbbi két parazita elem határozza meg.



Négyelemes helyettesítőkép kondenzátorokhoz

Valódi kondenzátor karakterisztikája



Milyen frekvencián alkalmazható legjobban tápszűrésre ez a kondenzátor?

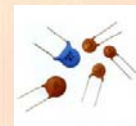
Kerámia kondenzátorok

- Nagyfrekvencián alkalmazhatók
- Viszonylag kis kapacitásúak (pF-nF)
- Nem polarizáltak
- Kis soros ellenállásuk
- Kis parazita induktivitásuk van (SMD!)
- Furat- és felületszerelt kivitelben is kaphatók
- Alkalmazási terület:
 - Tápfeszültség nagyfrekvenciás szűrése

Kerámia kondenzátorok



Kerámia tárcsa kondenzátorok



$C = \text{számérték} \cdot \text{szorzó}$
 Pl.: 223 >> $22 \cdot 10^3 \text{ pF}$



SMD kerámia kondenzátorok

- Sokféle dielektrikum létezik:
 - C0G/NP0 – a legjobb minőségű, legkisebb hőmérsékletfüggésű dielektrikum ($\pm 30 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ a $25 \dots 85^\circ\text{C}$ tartományban)
 - Ennek a veszteségei a legkisebbek, ezért szűrőkben, időzítő áramkörökben, oszcillátorokban használjuk őket.
 - Az SMD kivittel együtt járó kis soros induktivitás és a C0G/NP0 anyag jó nagyfrekvenciás tulajdonságai miatt ezek a kondenzátorok a GHz-es tartományig használhatók.

SMD kerámia kondenzátorok

- EIA Class1-es dielektrikumok pl.: C0G (=NP0)

EIA Class 1 dielektrikum kódok				
ppm/°C	Szorzó	Tolerancia ppm/°C-ban (25...85°C)		
C1	0.0	0	G	±250
B1	0.5	1	H	±100
L1	0.8	2	J	±120
A1	0.9	3	K	±250
M1	1.0	4	L	±500
P1	1.5	6	M	±1000
R1	2.0	7	N	±2500
S1	2.5	8		±5000
T1	3.3	8		±10000
V1	4.7			
W1	5.0			
X1	7.5			

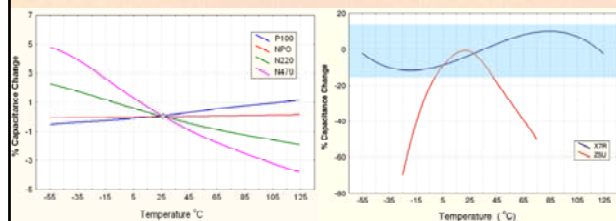
EIA:	M7G	C0G	B2G	U1G	P2G	R2G	S2H	T2H	U2J	P3K	R3L
Ipar:	P100	NP0	N030	N075	N150	N220	N330	N470	N750	N1500	N2200

SMD kerámia kondenzátorok

- EIA Class2-es dielektrikumok pl.: X5R, X7R, Y5P, Y5V, Z5U

EIA Class 2 dielektrikum kódok		
Minimum hőmérséklet	Maximum hőmérséklet	Megengedett dC a tartományban
X: -55 °C	4: +65 °C	A: ±1.0%
Y: -30 °C	5: +85 °C	B: ±1.5%
Z: +10 °C	6: +105 °C	C: ±2.2%
	7: +125 °C	D: ±3.3%
	8: +150 °C	E: ±4.7%
	9: +200 °C	F: ±7.5%
		G: ±15% / -40%
		H: ±10%
		I: ±15%
		J: ±22%
		K: ±22% / -33%
		L: ±22% / -56%
		M: ±22% / -82%

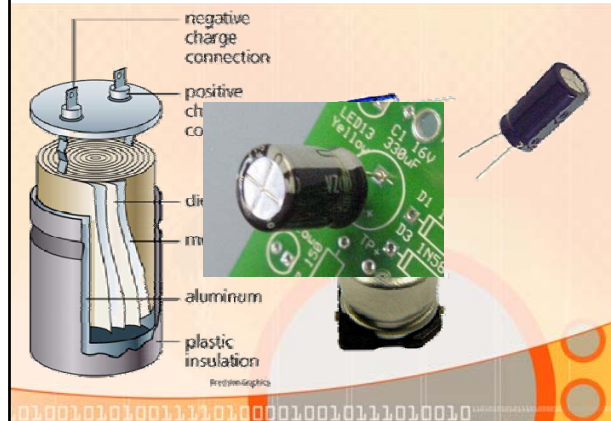
Class 1 és Class 2 összehasonlítása



Elektrolit kondenzátorok

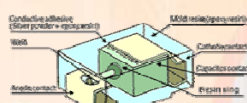
- Nagy kapacitásérték (tip. nF - 10000uF...)
- Kisfrekvenciások (tipikusan hangfrekvencia)
- Polarizáltak
- Fontos a maximális működési hőmérséklet!
- Általában nagy a soros par. ellenállásuk
- Alkalmazási terület:
 - Hangfrekvenciás átvitel (DC leválasztás)
 - Energiaátvitel (tápfesz. pufferei, Low ESR!)
 - Kisfrekvenciás szűrés

Elektrolit kondenzátorok

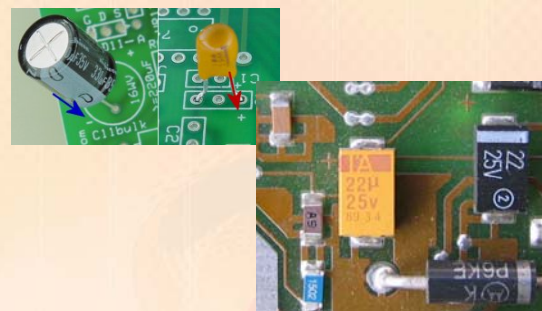


Tantál elektrolit kondenzátorok

- Értékük nF-tól néhány uF-ig
- Polarizáltak!
- Közepes frekvencián alkalmazhatók
- Tipikus alkalmazási terület:
 - Energiaátvitel pufferei
 - Tápszűrő kondenzátorok



Elektrolit kondenzátorok bekötése



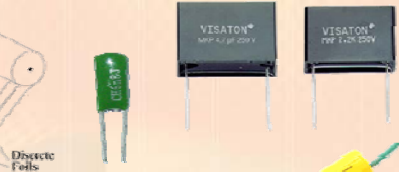
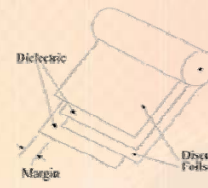
Fóliakondenzátorok

- Értékük a pF – μF tartományban van
- Nem polarizáltak
- Közepes-nagyfrekvenciások
- Kis veszteségűek!
- Viszonylag nagy méretűek
- Nagy feszültségre is készülnek
- Nagy váltakozó áramot elviselnek (pl. MKP)
- Alkalmazási területek:
 - Jelfeldolgozás!
 - Nagyfesz. szűrők, leválasztók, stb.



Fóliakondenzátorok

Film & Foil



Modern fóliakondenzátorok

- Modern fóliakondenzátor esetében a kivezetések a feltekercselt test oldalának teljes felületén csatlakoznak a fegyverzetet képviselő fém fóliához.
- Ez nemcsak kicsi soros induktivitást eredményez hanem a soros ellenállást (R_{ESR}) is nagy mértékben csökkenti.



Trimmer kondenzátorok

- Dielektrikumuk levegő, kerámia vagy műanyag
- Hangolásra használatosak, pl. rádiótechnikában
- Értékük néhány pF



Induktivitások, fojtók

- ÉRTÉK
- Pontosság, tűrés
- Soros ellenállás
- Maximális áram (telítődés?!)
- Frekvenciatartomány
- Maximális feszültség
- Maximális hőmérséklet
- Kivitel (furatszerelt, felületszerelt)

Induktivitások

- Kis méretű furatszerelhető induktivitások
 - Festéssel passzívált axiális vagy radiális (régebbi) kivitelű szolenoidok
 - Régebben színekódok használtak
 - Kis L érték: nH
 - A magjuk nem ferromágneses anyag



Induktivitások

- Kis méretű felületszerelhető induktivitások
 - Kis öninduktivitás érték: nH...mH
 - A nagyobbak értékkódosak és ferrit magjuk van.



Fojtótekercek

- A tekercs belseje általában ferritmaggal van kitöltve, ennek célja a nagyobb induktivitás elérése
 - A vasanyag hátránya azonban, hogy
 - veszteségforrás
 - korlátozza a maximális frekvenciát
 - nemlineáris
 - telítődik
 - (nagyobb fojtóknál számottevő a súly)
- 
- The image contains two photographs of inductors. On the left is a toroidal inductor, which consists of a dark, ring-shaped ferrite core with a copper wire wound around it in a helical pattern. It is sitting on a purple surface. On the right is a solenoid inductor, which is a cylindrical coil of wire. It has two thick black wires extending from the top. The coil is silver-colored and has some text printed on it, including '1000000000' and '1000000000'.



Fojtótekercek

- *Alkalmazási területek:*
 - *Zavarszűrés*
 - *Kapcsolóüzemű konverterek (tápegységek) LC-szűrői*
 - *Áramkorlátozó fojtók teljesítményelektronikában (pl. kompakt fénycsövek)*
- *A magok általában porkohászati úton előállított ferritek, újabban ún. „beépített” légréssel*

Induktivitások



Toroidok



SMD chip
induktivitások



SMD Induktivität

Induktivitás színkódok

INDUCTOR COLOUR CODE

Result: μH

4-BAND CODE $\longleftrightarrow$ 270 $\mu\text{H} \pm 5\%$

COLOR	1st BAND	2nd BAND	MULTIPLIER	TOLERANCE
BLACK	0	0	1	$\pm 20\%$
BROWN	1	1	10	$\pm 1\%$
RED	2	2	100	$\pm 2\%$
ORANGE	3	3	1,000	$\pm 3\%$
YELLOW	4	4	10,000	$\pm 4\%$
GREEN	5	5		
BLUE	6	6		
VIOLET	7	7		
GREY	8	8		
WHITE	9	9		
GOLD			0.1	5%
SILVER			0.01	10%

Result: μH

$\longleftrightarrow$ 27 $\mu\text{H} \pm 5\%$

GOLD $\longleftrightarrow$ decimal point $\longleftrightarrow$ 5%

Transzformátorok

- *Energiaátviteli transzformátorok*



HE

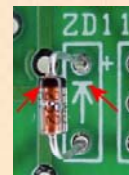
Transzformátorok

- Jelátviteli transzformátorok
- Pl. ethernet illesztő impulzustranszformátora



Fröccsöntött tokban elhelyezett impulzustranszformátorok

Diódák



Diode:

Diagram equivalent:

Real life image:

Current flow:



http://img.4mat.org/light/imped/cond/ by Thomson

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:

Current flow:



Graetz-hidak



Mini MELF tok



LED-ek, kijelzők

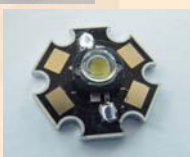
Furatszerelhető LED-ek



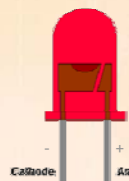
LCD kijelző



SMD LED



7-segmenses LED kijelző



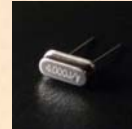
Cathode

Anode

1W-os power LED

Oscillátorok, kvarcok

4.000 MHz-es kvarc



Kvarc oszcillátor:



Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

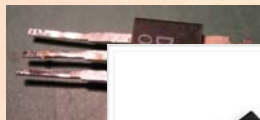
Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Kerámia rezonátorok:

Tranzisztorok



SMD alkatrészek: SMD Codebook



TRANSISTOR PINOUTS

Relék, optocsatolók

Relé:

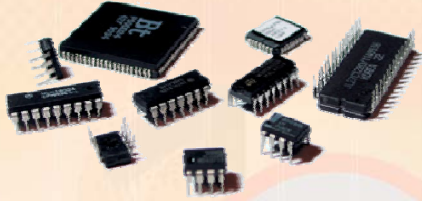


Optocsatoló:



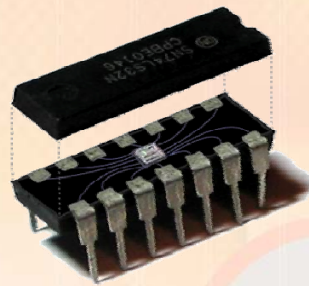
Integrált áramkörök

- Plasztik tokos integrált áramkörök:

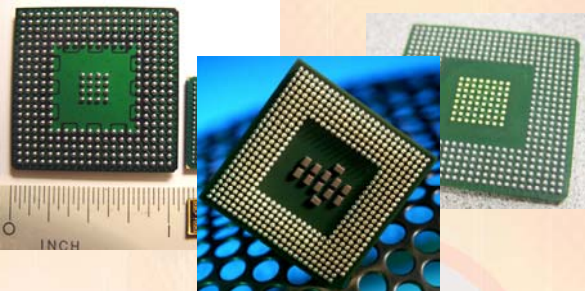


Integrált áramkör – DIP tokban

- DIP : Dual-In-Line Package



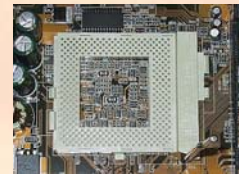
Integrált áramkörök BGA tokban



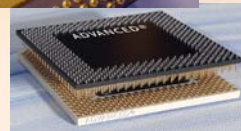
A kivezetések száma akár 1500 is lehet!
A bumpok távolsága az ún. fine pitch bga esetében csak 0.8 mm!

Integrált áramkörök PGA tokban

- Ha az IC-t cserélni is kell, PGA tokot használunk
- PGA = Pin Grid Array



FC-PGA 370 foglalat



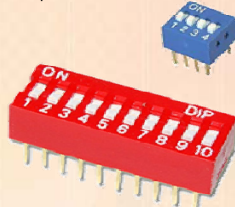
PGA-BGA adapter



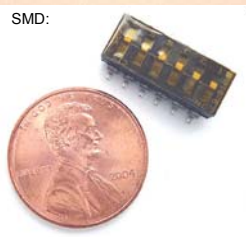
ZIF-PGA socket
(Zero Insertion Force)

Kapcsolók

DIP kapcsolósor:



SMD:



Kapcsolók

- Rotary switch - kiválasztókapcsoló



Csatlakozók, biztosítékok



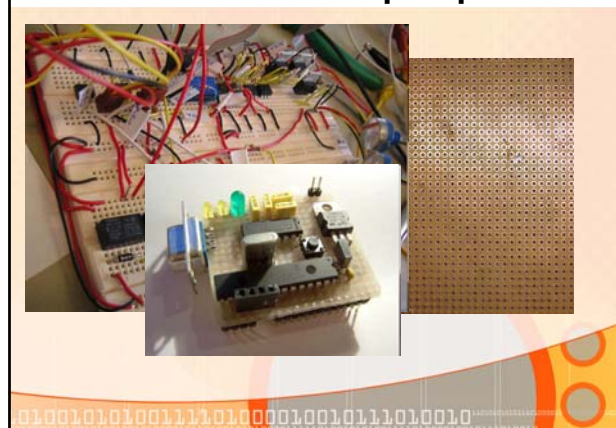
Tűkesor, hüvelysor



Az alkatrészek összekötése forrasztással

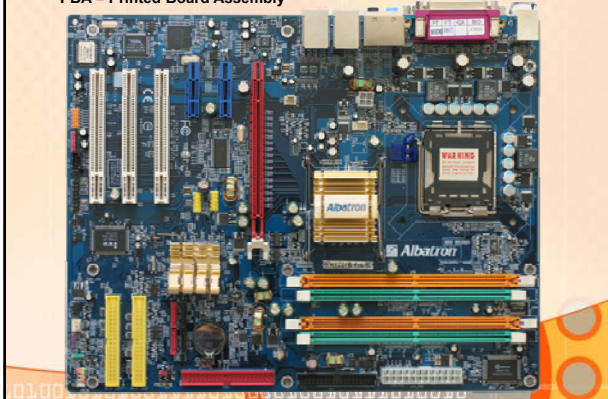


Az alkatrészek összekötése próbapanellel



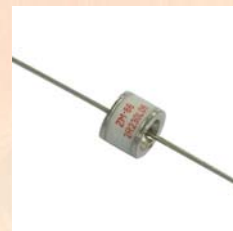
Az alkatrészek összekötése PCB-vel

PBA = Printed Board Assembly



Köszönöm a figyelmet...

- Milyen alkatrész van a képen???



szucs@eet.bme.hu

Feladatok

Szűcs Zoltán | szucs@eet.bme.hu

1. Áramkörszintézis

- Tervezzon olyan áram-feszültség átalakító áramkört, amely mikrokontroller A/D-bemenetére illeszthető és $I_{be\ max} = 200\ mA$ maximális bemenő áramjel esetén $U_{ki\ max} = 1.02\ V$ feszültséget ad ki a kimenetre. (A bemenetet nem muszáj galvanikusan elválasztani a kimenettől.)
- Az egyes alkatrészek paramétereit úgy válassza meg, hogy a kimenő jel hőmérsékletfüggése, közepes bemenő áram esetén ($100\ mA$) és $25^\circ C$ -on, $25\ \mu V/^\circ C$ -nál ne legyen rosszabb és az áramkör működése a lehető legnagyobb áramtartományban (tehát kis áramoknál is!!!) lineáris legyen!
- (Lehetőleg ügyeljen arra is, hogy a konverter ne adjon ki nullától különböző feszültséget, ha az áramkör bemenetét üresen hagyjuk (szakadással zárjuk le)!

2. Alkatrészek

- Egy elektronikus alkatrész elő- és hátoldala látható az ábrán. Írja le, hogy milyen alkatrészből van szó és a felirat alapján mondja meg legalább három tulajdonságát (a mértékegységet is írja oda)!

