

# DEJAVNIKI KAKOVOSTI V TISKU

## TISKANA ELEKTRONIKA

# UVOD

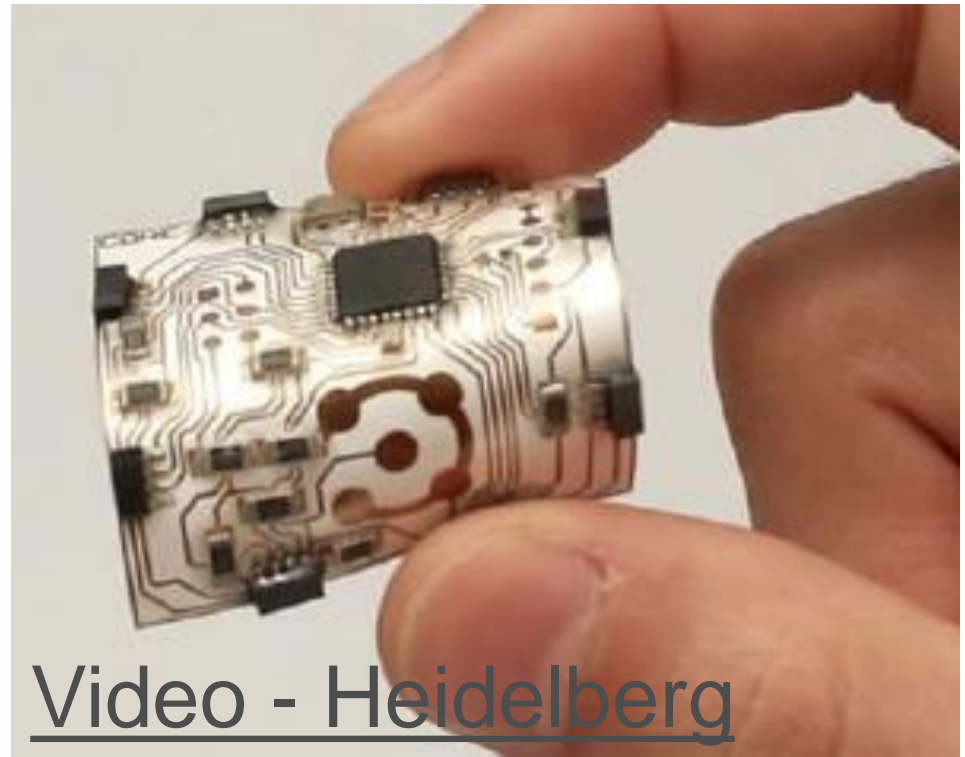
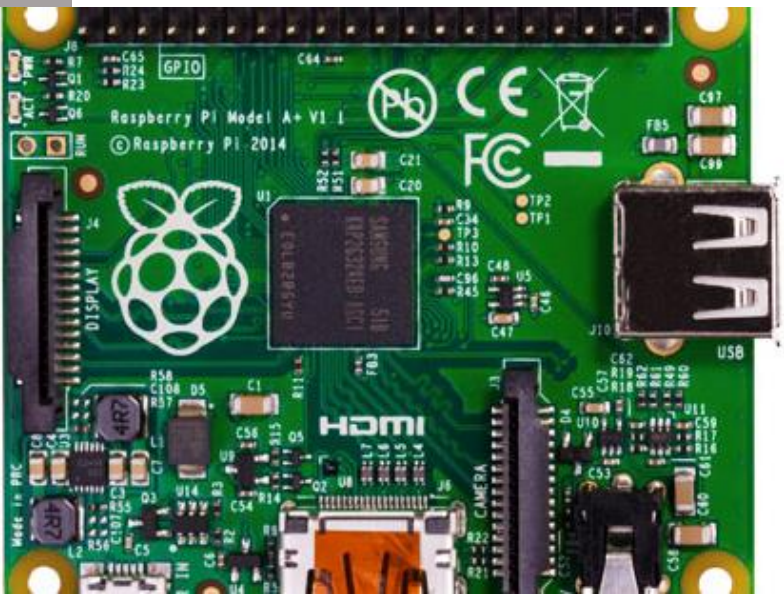
## COVID-19 smart health patch

APR 29, 2020 | PRINTED ELECTRONICS



## Innovative patch may soon be used to monitor coronavirus patients remotely 24/7

Together with six medical and technological companies, Quad Industries has developed an innovative smart health patch that allows continuous, remote, wireless monitoring of the respiration, heart rate and soon also temperature of coronavirus patients. The concept was initially developed for patients with heart failure and epilepsy, but clearly has potential for the follow-up of coronavirus patients. The first clinical trials are starting in Q2/2020 and we are aiming for a wider roll-out in the second half of the year. We hope that this will allow more and better patient follow-up at home and in care homes in the event of a possible new coronavirus surge in the autumn of 2020.

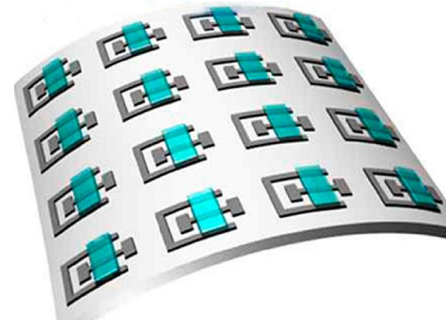


Video - Heidelberg

# UVOD

## TISKANA ELEKTRONIKA (PRINTED ELECTRONICS)

- novi proizvodni procesi za **elektronsko industrijo** – cenejša izdelava raznolikih elektronskih komponent.

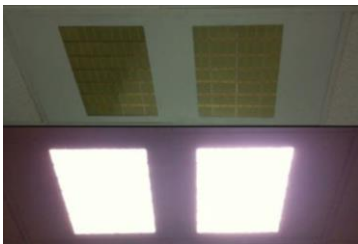
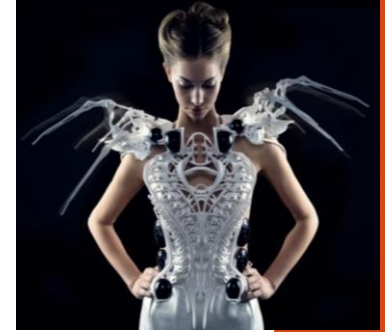


## ELEKTRONIKA V TISKU (ELECTRONICS IN PRINT)






- interes s strani **grafične industrije** > integracijo elektronskih komponent na „grafične“ izdelke > delokrog (od priprave do tiska)
- interdisciplinarno sodelovanje: grafikov, dizajnerjev, elektrotehnikov, fizikov ...



# UVOD



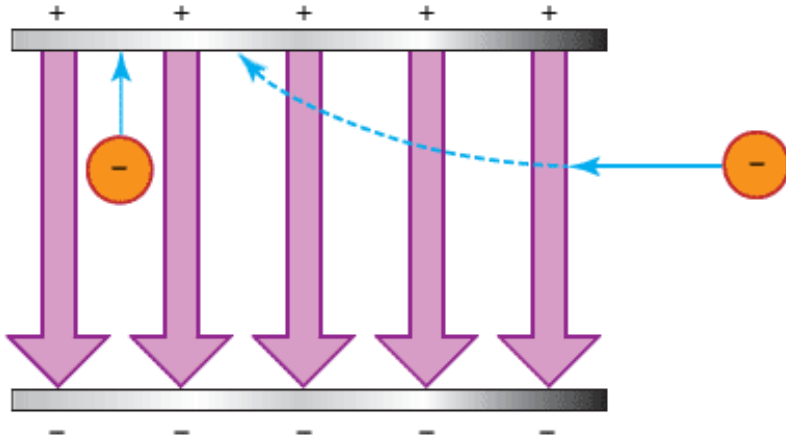
# UVOD

	Existing 2017	Short Term 2018-2020	Medium Term 2021-2023	Long Term 2024+	
	Rigid white OLED modules; rigid red OLEDs for automotive applications	Flexible OLEDs (color); flexible OLEDs (white)	Transparent OLEDs; flexible red OLED for automotive applications	3D OLEDs; dynamic OLED signage (segmented); long stripes; OLED in general lighting	<b>OLED Lighting</b>
<b>OPV</b>	Portable OPV chargers; personal electronics power supply	Large area OPV foil; OPV objects; opaque OPV for building integration	OPV integrated in building products	OPV in packaging; energy harvesting combined with storage	
	Curved OLED displays, EPD shelf-edge labels, EPD secondary displays on phones; displays for wearables	EPD wrist band; transparent displays; conformable OLED; enhanced display integration in wearables	Curved displays for automotive interior; integration into clothing; white goods displays	Wallpaper displays; displays in everyday objects; foldable displays	<b>Flexible &amp; OLED Displays</b>
<b>Electronics &amp; Components</b>	Printed devices: memory, RFID antenna, primary battery, active backplane; sensors: glucose, touch, temperature, humidity	Printed mobile communication devices based on antennas, light sensor; stretchable conductors / resistors; 3D touch sensors	Printed lithium ion battery; printed super caps; active touch & gesture sensors	Printed complex logic; 3D & large area flexible electronics	
	Glucose in-body sensing; pressure sensor arrays; NFC labels; hybrid RFID; HMIs (sensors)	Smart labels (discrete); HMI (embedded electronics & displays)	Human monitoring patches (single parameter, point of care, on-skin); disposable & quantitative sensors for food safety; biomedical sensors	Fully printed RFID / NFC label; ambient intelligence (connected); sensors for security (explosives)	<b>Integrated Smart Systems</b>

# OSNOVE ELEKTRONIKE

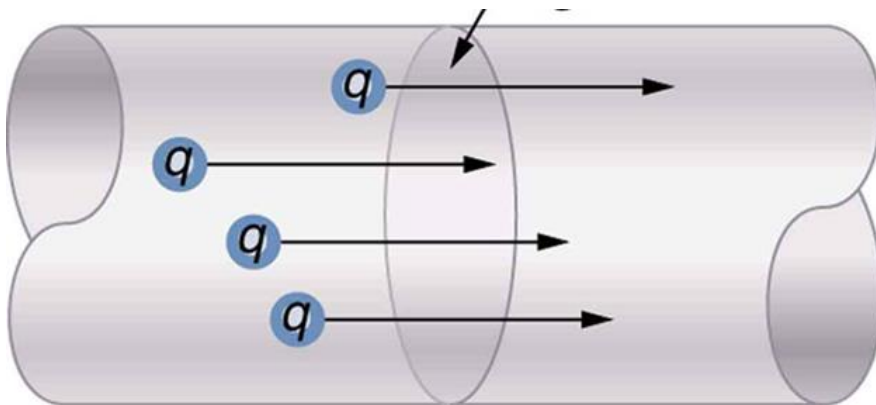
# OSNOVE: VOLT & AMPER

Električna napetost nam pove, koliko dela je potrebno opraviti za premik neke elektrine po neki poti v električnem polju.



Enota za napetost je **Volt [V]**

Električni tok je definiran kot količina naboja, ki v danem časovnem intervalu preteče skozi dani presek.



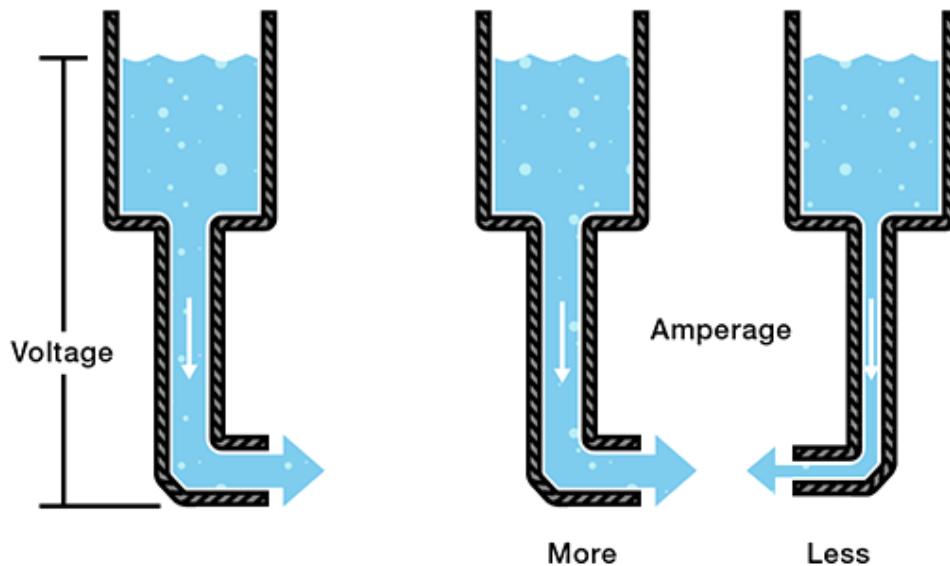
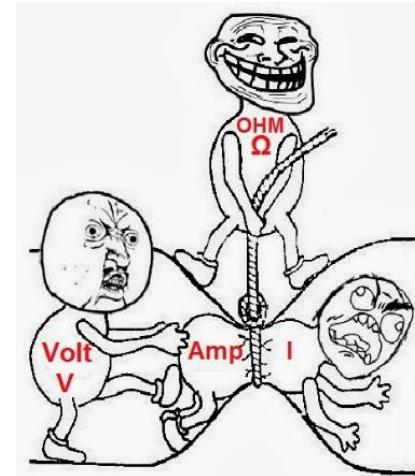
Enota za tok je **Amper [A]**



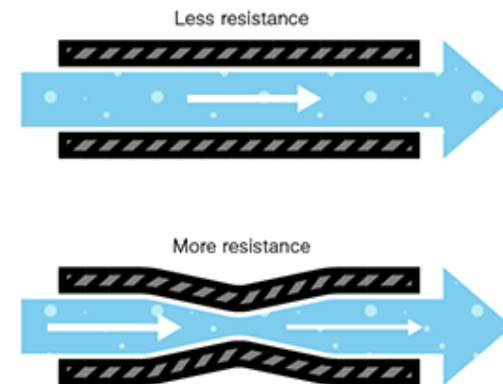
# OSNOVE: VOLT / AMPER = OHM

Razmerje med napetostjo in tokom določa električna upornost.

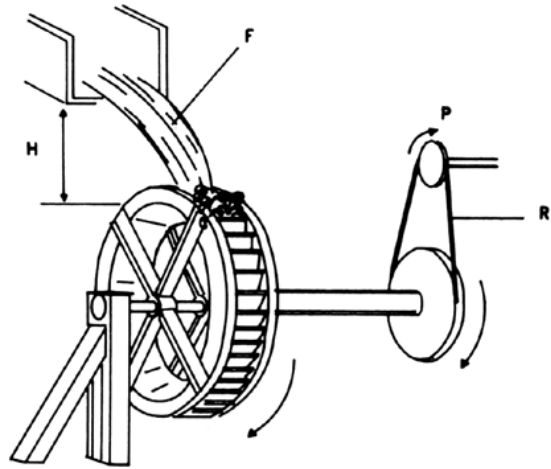
$$R = U / I [\Omega]$$



Resistance



# OSNOVE: VOLT \* AMPER = WATT



$$P = U * I \text{ [W]}$$

Električni tok s pretakanjem skozi snov proizvaja **toplotni učinek** oz. segreva tvarino, skozi katero se pretaka. Prav tako lahko ustvarja tudi **magnetni, kemični ali mehanski učinek** – ta učinek bo toliko močnejši, kolikor je večji zmnožek jakosti toka in napetosti, ki je ta tok pognal skozi tokokrog. Ta zmnožek se zato imenuje moč. Veličino moči označujemo s P, enote moči pa se izražajo v **vatih (krajšava W)**.

**MOČ 1 W** proizvaja tok moči 1 A tedaj, ko je ustvarjena s pomočjo napetosti 1 V – oz. porabnik, ki je skozenj pod napetostjo 1 V pretekkel tok jakosti 1 A, troši 1 W moči.

# OSNOVE: ELEMENTI V ELEKTRONIKI

## Analogni:

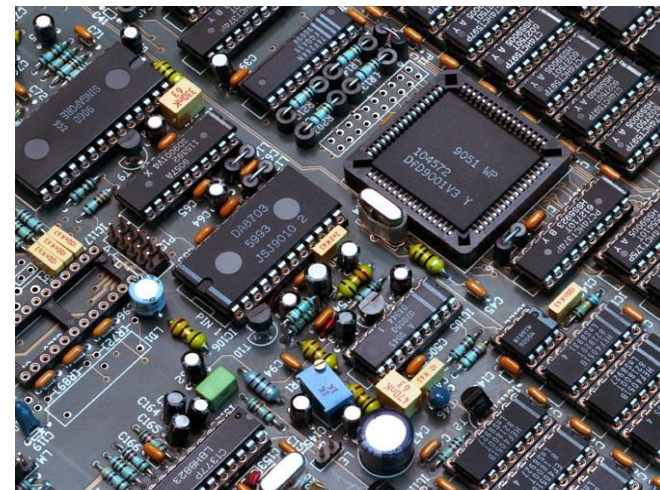
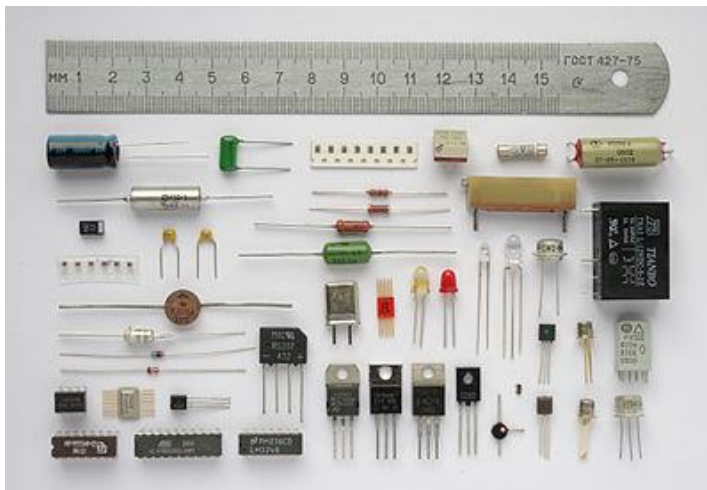
- upor
- kondenzator
- tuljava
- dioda
- tranzistor
- ...

## Digitalni:

- logična vezja
- mikroprocesorji
- (mikro)računalniki
- ...

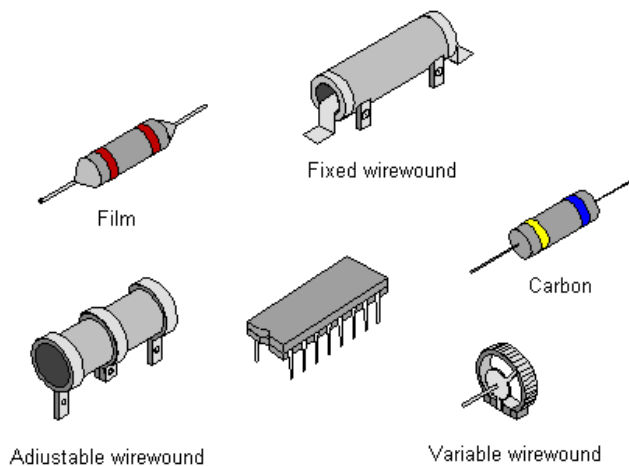
**0 in 1**

(RFID, Internet, „pamet“)

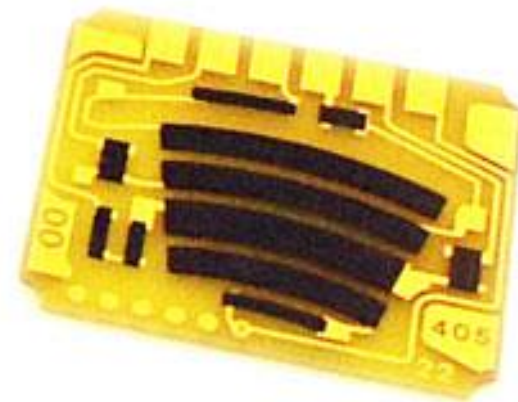


# OSNOVE: UPOR

From Computer Desktop Encyclopedia  
© 1998 The Computer Language Co., Inc.



Mehanska analogija: Trenje, zračni upor...



tiskan uporovni element

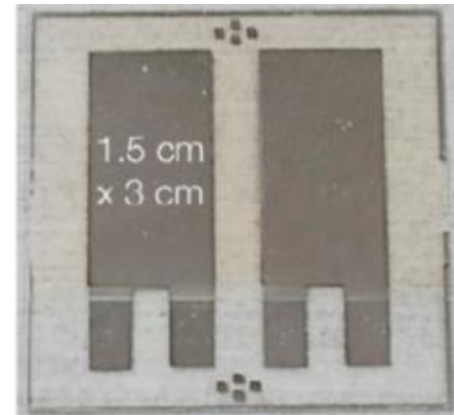


U/I karakteristika je linearna

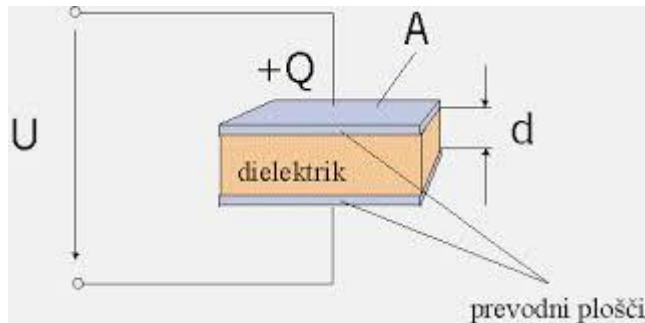
# OSNOVE: KONDENZATOR

Kondenzator je elektrotehniški element, ki lahko shranjuje energijo v obliki električnega polja.

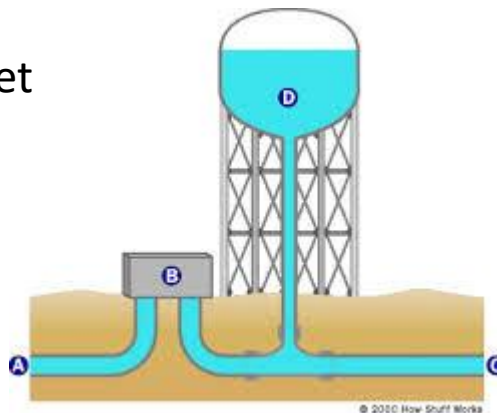
Količino shranjene energije imenujemo **kapacitivnost**, kjer so enote Faradi.



tiskan kondenzator



Mehanska analogija: vzmet



## Examples of Capacitor Package, Lead, and Mounting Styles



# OSNOVE: TULJAVA (INDUKTIVNOST)

Dušilka, navitje ali tuljava je elektronski element z dvema priključkoma, katerega glavna značilnost je induktivnost. Nasprotuje hitrim spremembam toka.



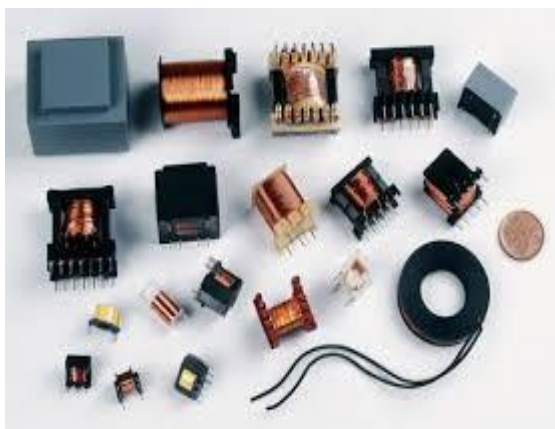
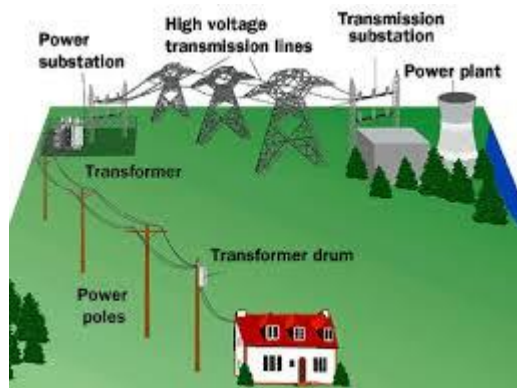
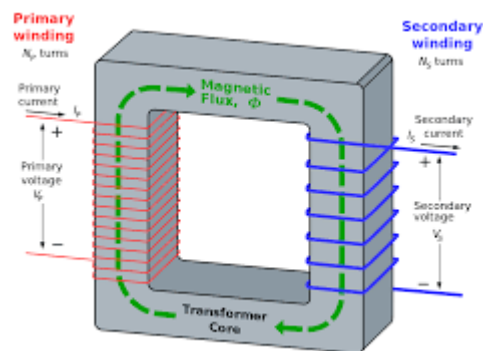
## Induktivnost

Mehanska analogija: masa



# OSNOVE: TRANSFORMATOR

Transformator je statična električna naprava, ki **preoblikuje (transformira) električno energijo** ene **izmenične napetosti** in enega izmeničnega toka v električno energijo druge izmenične napetosti in drugega izmeničnega toka iste frekvence. Je najenostavnejši električni stroj.



Transformator hidroelektrarne Vrhovo na Savi, ki napetost generatorja 6,3kV pretvori v napetost 110kV

# OSNOVE: POLPREVODNIKI

Polprevodnik je monokristalna snov, ki ima **brez dovedene energije lastnosti električnega izolatorja**, pri **dovolj veliki dovedeni energiji pa ima lastnosti slabega električnega prevodnika**. Od tod tudi njegovo ime. Uporabljajo se za izdelavo nelinearnih elektronskih elementov (dioda, tranzistor, čip ...). Sodobne elektronike si ne moremo zamišljati brez polprevodnikov. Najbolj znan polprevodnik v elektroniki je silicij, uporablja pa se tudi germanij.



One shouldn't work on  
semiconductors, that is a filthy  
mess; who knows whether any  
semiconductors exist.

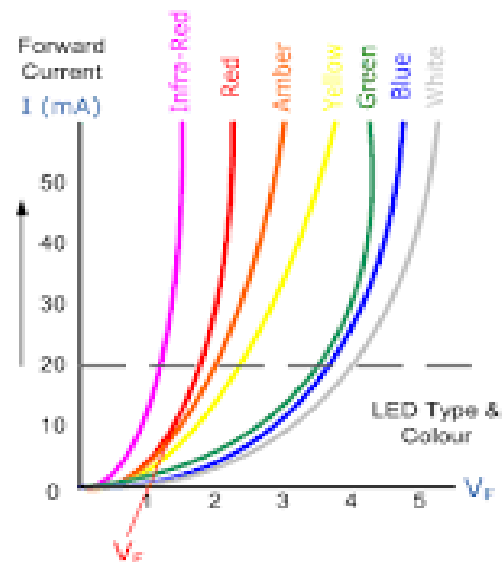
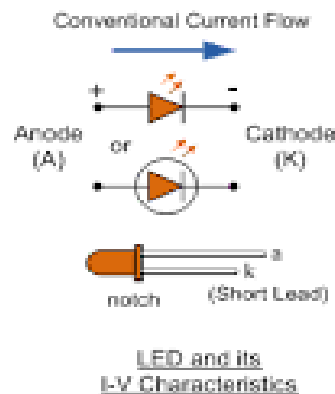
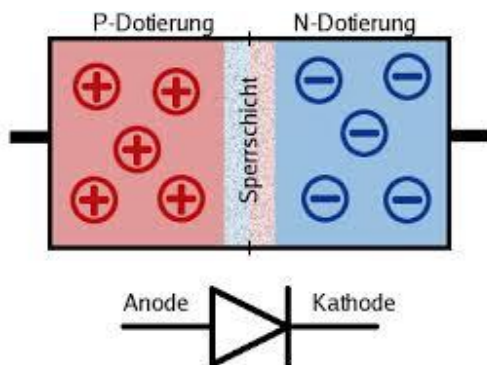
— Wolfgang Pauli —

AZ QUOTES



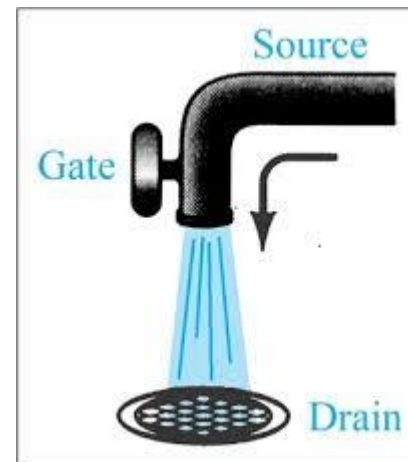
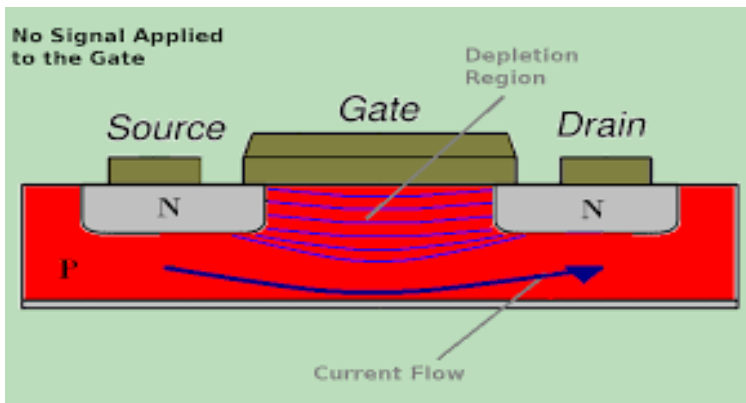
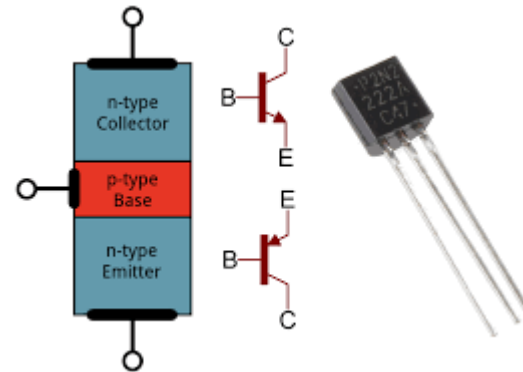
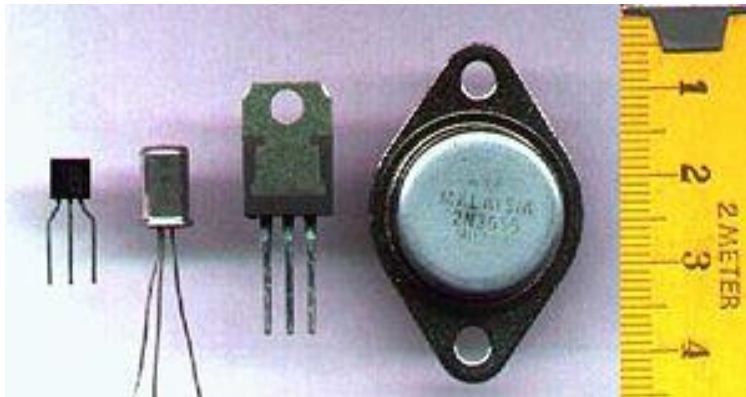
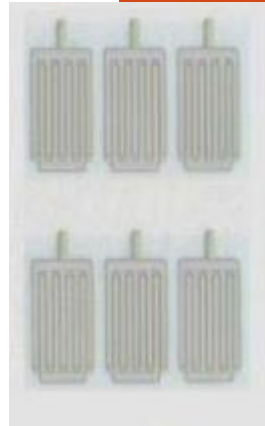
# OSNOVE: DIODA

**Dioda** je elektronski element z dvema priključkoma (anoda in katoda). V eni smeri dioda prepušča električni tok, v drugi (zaporni) smeri pa ne. Zaradi tega je primerna za usmerjanje izmeničnih signalov.



# OSNOVE: TRANZISTOR

Tranzistor je polprevodniški elektronski element s tremi priključki, ki ga uporabljamo za ojačevanje, preklapljanje, uravnavanje napetosti, modulacijo signalov in v številne druge namene. Je ključen gradnik sodobne elektronike in uporabljen v vsaki elektronski napravi.



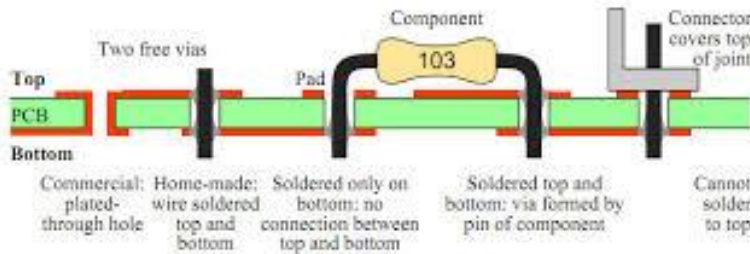
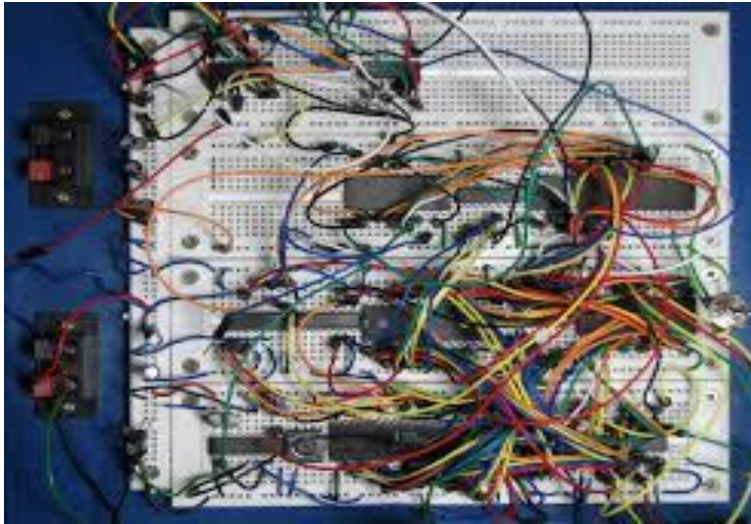
# OSNOVE: ELEKTRIČNO VEZJE

Električno vezje je sestavljeno iz najmanj enega vira električne energije, enega porabnika in vodnikov, ki povezujejo porabnik in vir.

Sestavin v električnem krogu je lahko več oblik, ki lahko vključujejo elemente, kot so upori, kondenzatorji, stikala, transformatorji in elektronike. Elektronska vezja vsebujejo aktivne sestavine, običajno polprevodnike in po navadi kažejo nelinearno obnašanje, ki zahteva kompleksne analize. Najenostavnejši električni sestavni deli so tisti, ki se označijo kot pasivni in linearni.



# OSNOVE: IZDELAVA VEZJA



# OSNOVE: IZDELAVA PCB-JEV

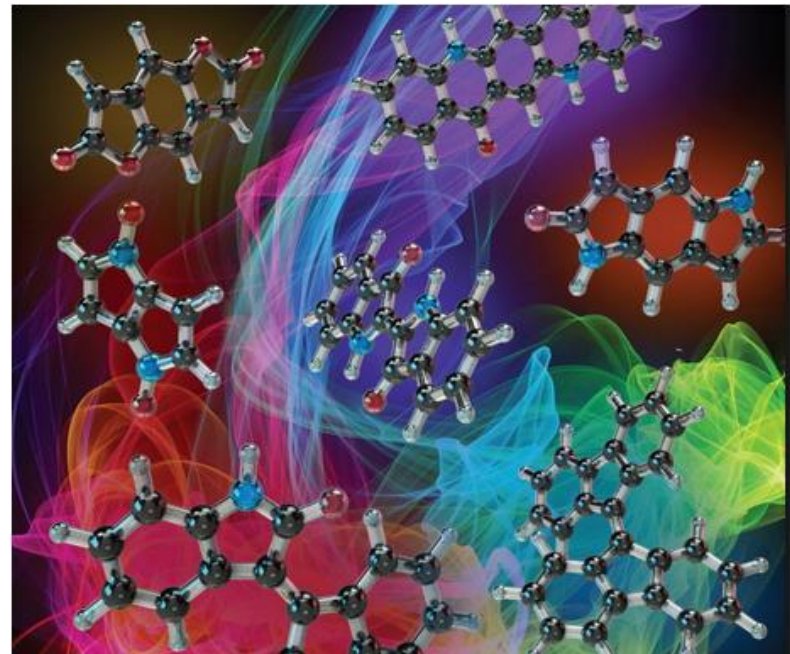
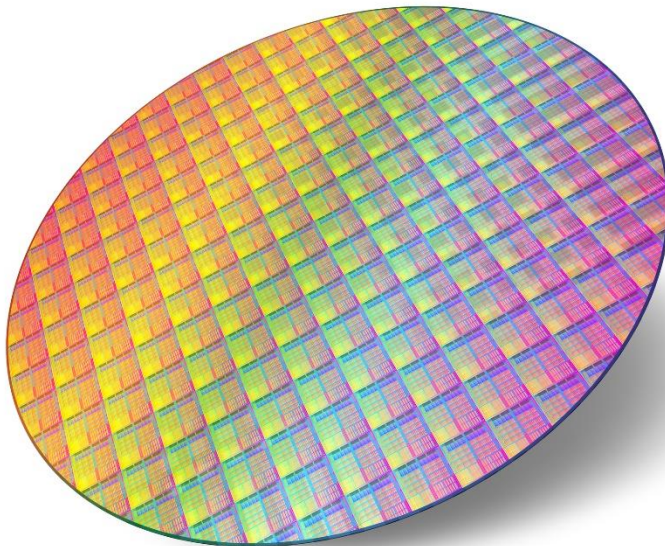
Discovery  
LIFE

# TEHNOLOGIJE TISKA

# TEHNOLOGIJE TISKA

## Organska elektronika

- ❑ izvor imena “organska” elektronika
- ❑ področje elektronike > prevodni polimeri, (organski kompleksi, ki omogočajo prenos naboja)
- ❑ konvencionalna elektronika > anorganski prevodniki > Cu in Si

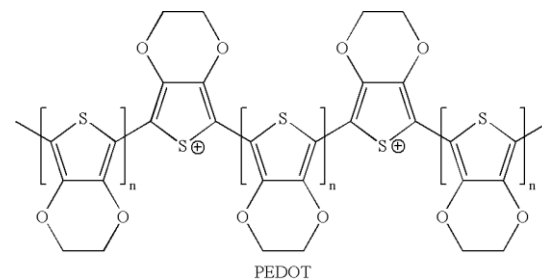
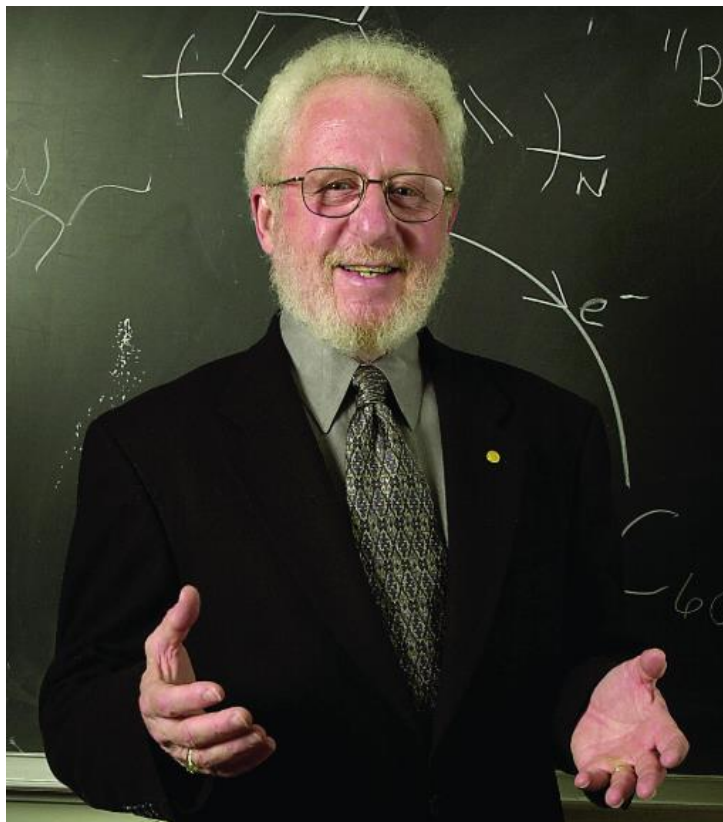


# TEHNOLOGIJE TISKA

MacDiarmid, Sigava in Heeger (1976) > prvi prevodni polimer  
danes > PA, PANI, PPV, PEDOT.

**organska tiskana elektronika**

Razvoj polimerov > vključevanje (Ag, Au, Ni, Cu, Pt in C) > kompozitni polimeri >  
**tiskana elektronika**



Alen Heeger



# TEHNOLOGIJE TISKA

## Printed vs. Conventional Electronics

### Conventional Electronics

- small features
- fast switching
- high integration

high performance  
high cost

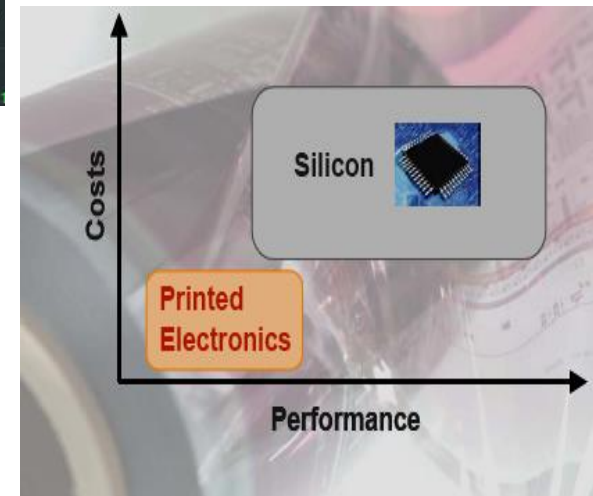
- small, rigid substrate
- expensive materials
- complex & expensive fab process

### Printed Electronics

- large features
- slow switching
- low integration

low performance  
low cost

- large, flex substrate
- inexpensive materials
- very low fab cost



# TEHNOLOGIJE TISKA

## Problemi

- nizka mobilnost nosilca naboja organskih polprevodnikov (glede na kristalinični Si)

Raziskave > povečanja prevodnosti

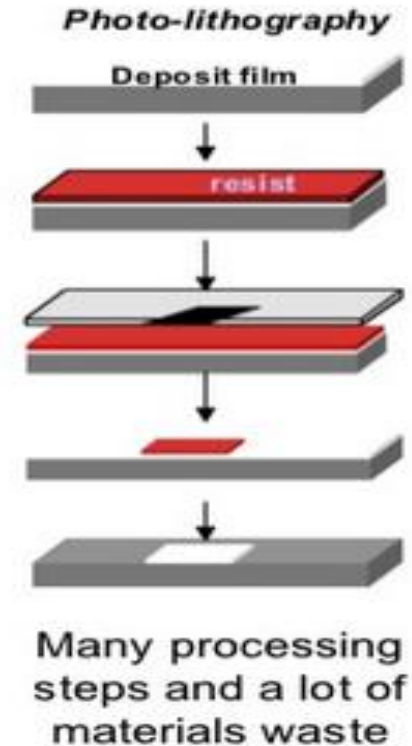
- novi materiali (modificirane majhne molekule in polimeri)
- anorganski, nanomateriali, ogljikove nanocevke ...

**Razlika med sloji (viskoznost, prevodnost, interakcija s substratom, s predhodno plastjo...)**

# TEHNOLOGIJE TISKA

## Tehnologije izdelave elektronike

1. **nanašanje na Si rezine (Waferlevel technology)**
  - ❑ procesiranje v velikih količinah, nanašanje na vrteče podlage (batch processing).
  - ❑ visoka resolucija > vakuumsko nanašanje in/ali z vrtečimi podlogami > optična litografija (jedkanje).



# TEHNOLOGIJE TISKA

## 2. Hibridne tehnologije

- optična litografija, sitotisk ali tehnologija tiskanih vezij PCB (printed circuit board), ki uporabljajo fleksibilne, prožne materiale. Nanašanje na vrteče podloge, s strgalom ali nanašanje na večje površine z vakuumom.
- kapljični tisk in lasersko zapisovanje

Stroški proizvodnje so nižji.

# TEHNOLOGIJE TISKA

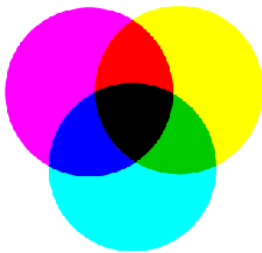
## 3. Tisk elektrone v enem prehodu – Fully printed electronics

- nizkocenovni materiali, fleksibilni (papir, karton, folija...)
- funkcionalne TB
- konvencionalni (digitalni) tisk (visoke hitrosti)
- okolju prijaznejša proizvodnja



# TEHNOLOGIJE TISKA

**KONVENCIONALNI TISK –  
PROCESNE BARVE**



**TISK ELEKTONIKE  
– FUNKCIONALNE BARVE**



Tisk plasti – polimerni sloji različnih prevodnosti.

# SITOTISK

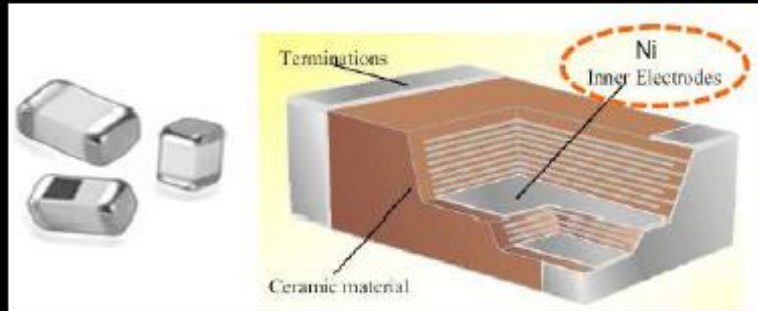
Tiskovna geometrija ravno-ravno ali pa rotacijski sito tisk.

- ❑ prednosti; robusten, enostaven, debeli nanosi ...
- ❑ slabosti; majhna hitrost (5m/min), visoka viskoznost (>10,000 cP), natančnost (cca. 100  $\mu\text{m}$ )
- ❑ zadnji dosežki; 30  $\mu\text{m}$  lines (10-20  $\mu\text{m}$  v razvoju), hitrost do 20 m/min (R2R)
- ❑ ...

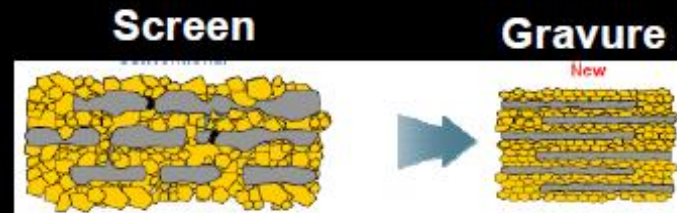


# GLOBOKI TISK

## MLCC (Multi-Layer Ceramic Capacitor)



Samsung (SEMCO)



Thinner layers (lower ink viscosity)  
Higher speed (50m/min vs 5m/min)

- + hitrost, variacija debeline pike, majhen prirast, uporaba org. topil
- priprava

## FLEKSOTISK

- + hitra poceni izdelava TF, hitrost,
- degradacija TF zaradi topil

## KAPLJIČNI TISK

- + brezkontaktna tehnologija, za izdelavo prototipov,
- problemi mašenja šob (jedkost), hitrost



# KAPLJIČNI TISK



- ❑ tiskalne glave: PixDro, Xaar, Trident, Dimatix ...
- ❑ tiskarski sistemi: Xennia, Microdrop, UniJet ...

## Dimatix Materials Printer DMP-2831

