

Krúžok pre stredoškolákov

# Elektronika okolo nás

Ľubica Stuchlíková

# Elektronika okolo nás



Kosmická loď Sojuz TMA-7

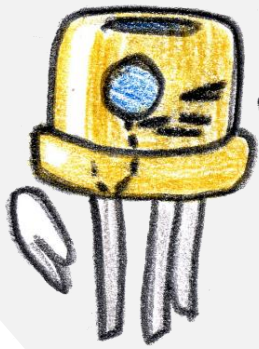


Bionická ruka

Dron s defibrilátorom



Google Glass , 16.2.2014, iGlass: reality augmented by Apple,



# Čo je to Elektronika?



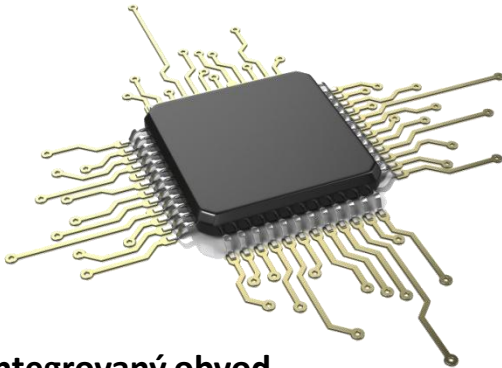
**vedná disciplína, zaoberajúca sa generáciou, spracovaním, prenosom, uložením, a vizualizáciou signálov, ktoré sú nositeľmi dát a informácií**



využíva progresívne mikroelektronické technológie, založené na polovodičových štruktúrach, prvkoch, integrovaných obvodoch a systémoch

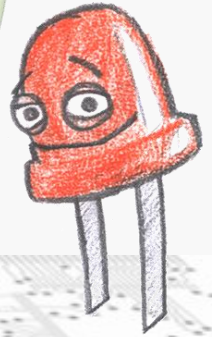


súhrnné označenie pre elektronické zariadenia a prístroje, napr. informačná, priemyselná, riadiaca a lekárska elektronika



**Integrovaný obvod**

# Transformácia



Elektronika

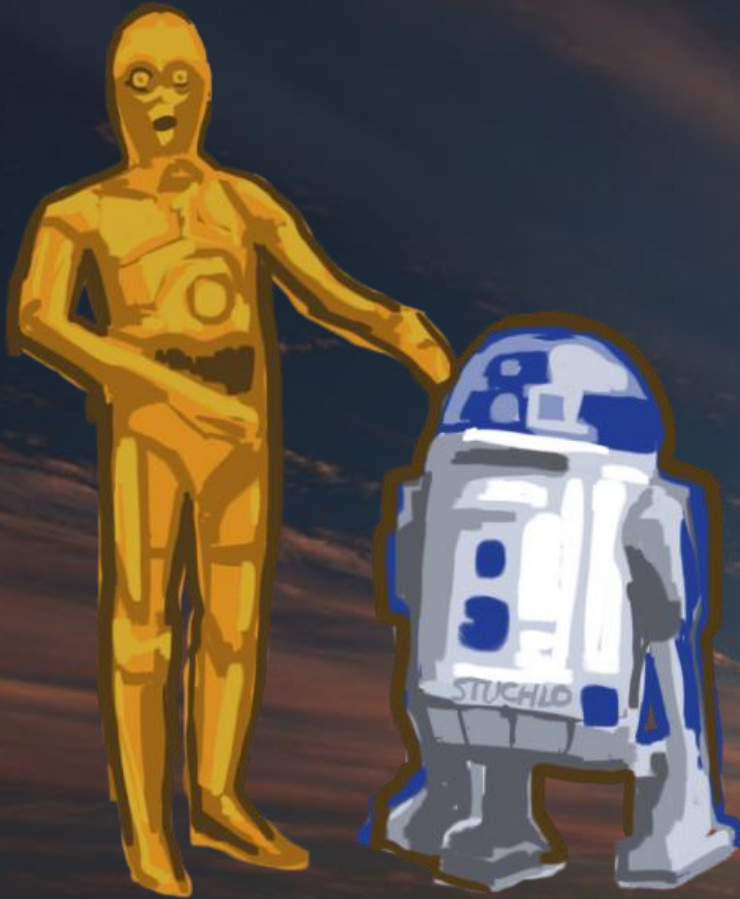
Mikroelektronika

Nanoelektronika

Fotonika



# Hranica medzi vedeckou fikciou a realitou sa stiera



C-3PO

1977

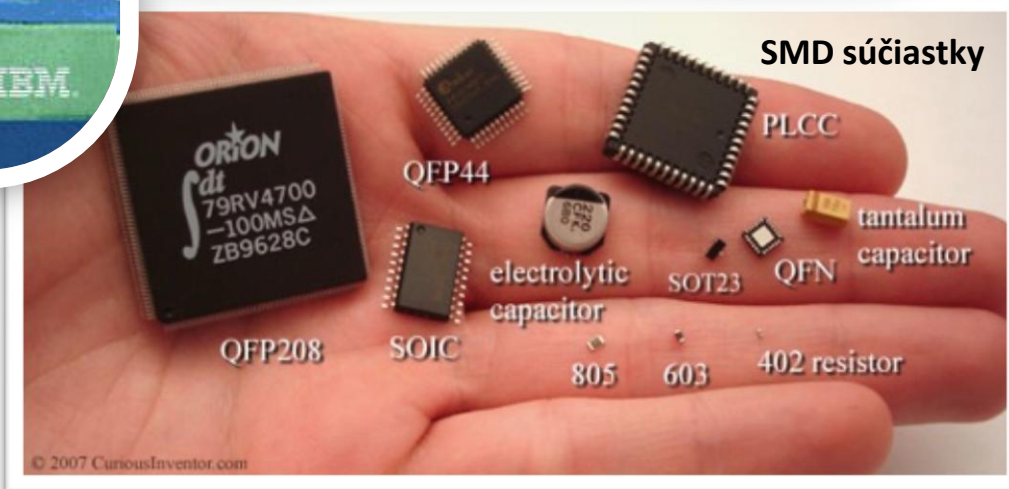
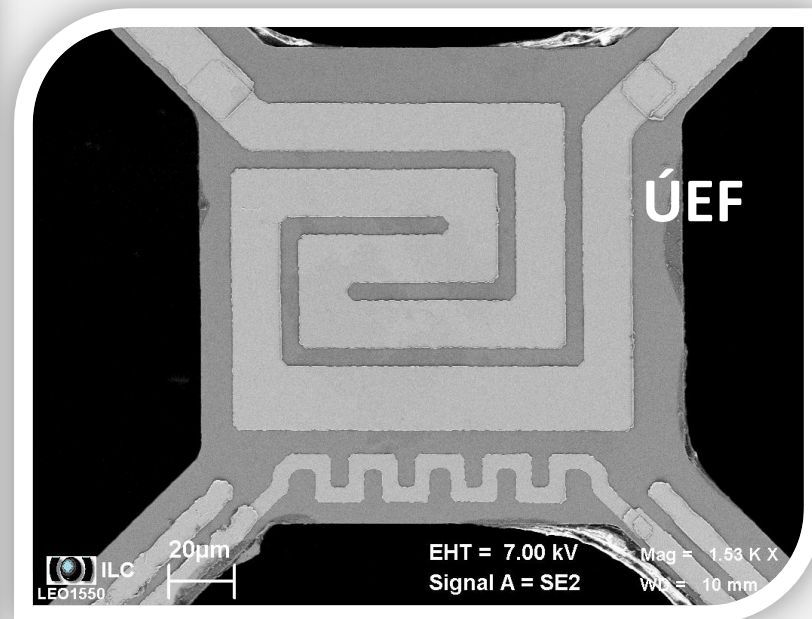
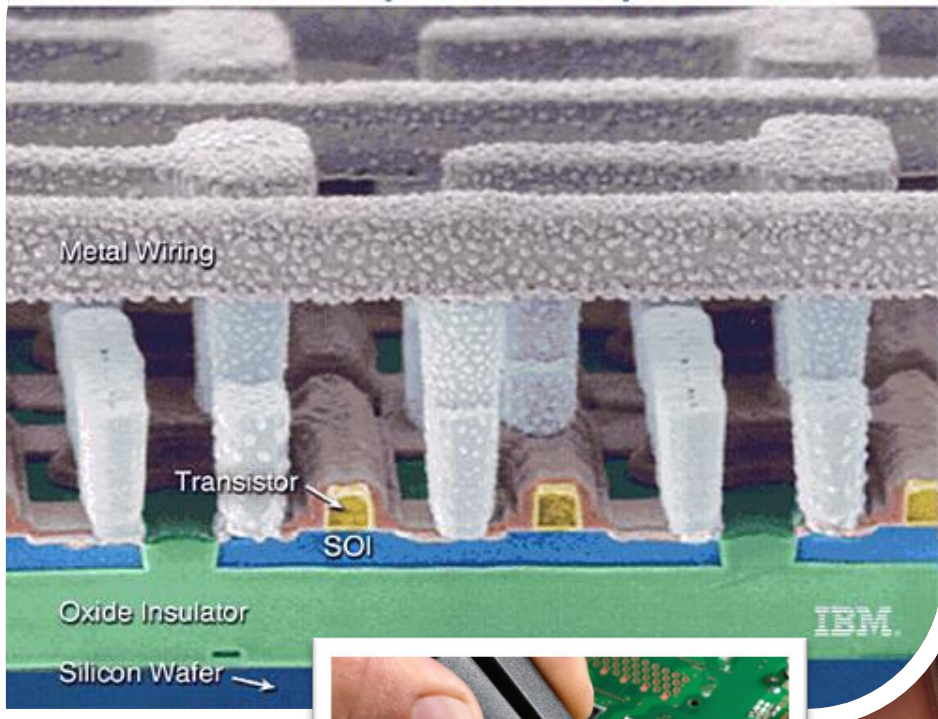
R2-D2



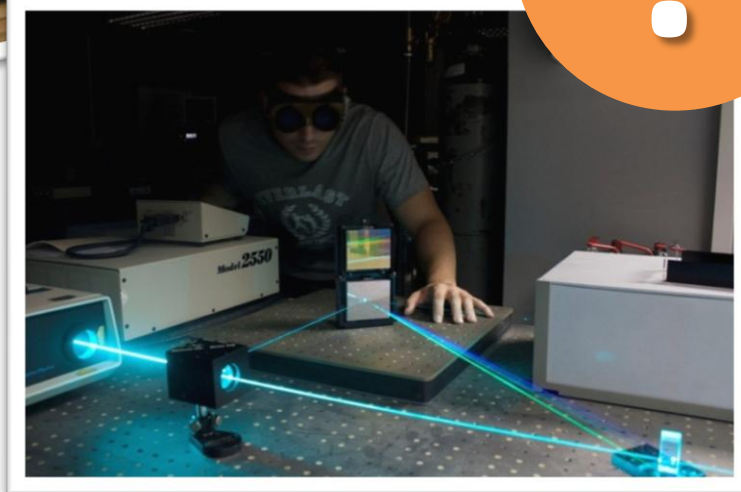
**Robot Han** vyvinutý v Hanson Robotics predstavený na Global Sources spring electronics show v Hong Kongu 18.4.2015

# Miniaturizácia v elektronike

SOI in Production  
180nm, 130nm, and 90nm



# S čím sa u nás môžete stretnúť?



# Elektronika okolo nás

Google Glass , 16.2.2014, iGlass: reality augmented by Apple,  
<https://worldofinnovations.files.wordpress.com/2014/01/iglass.jpg>



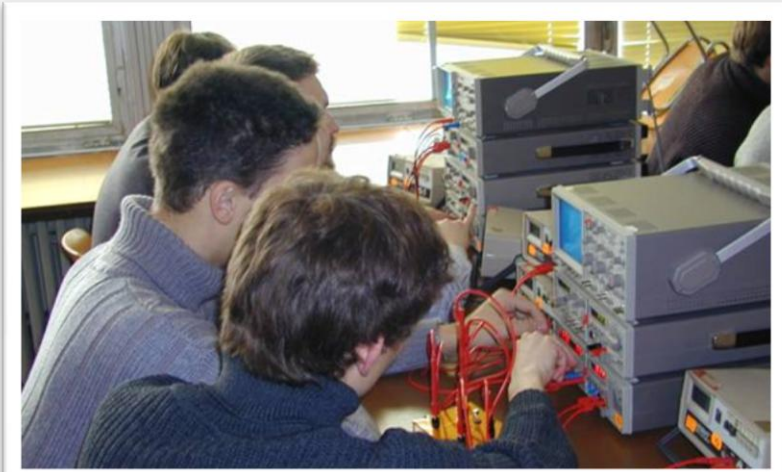


# Krúžky pre stredoškóľákov



- Tajomný svet polovodičov
- Štruktúra pod lupou
- Nie je priechod ako prechod
- Dióda v akcii
- Slnko v sieti
- Ako hreje studené svetlo
- Spútané svetlo
- Laser v akcii

# Krúžky pre stredoškóľákov

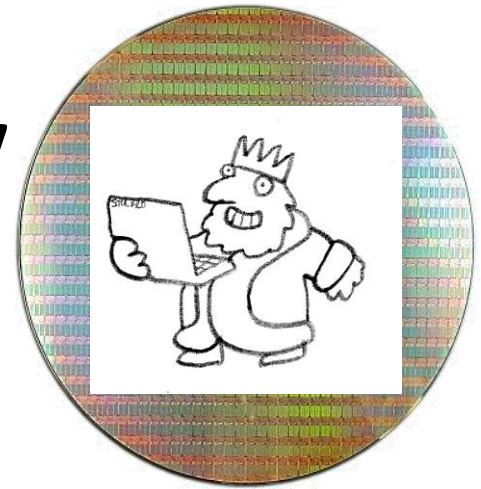


- Vynález 20.-teho storočia  
bipolárne tranzistory – princíp
- Poznávaj bipolárny tranzistor
- Tranzistor v akcii,
- Meranie či simulácia?
- MOS nie je most, štvornohý  
tranzistor
- Bez čoho nepostavíš procesor?
- 1000x menší ako vlas
- Cítia a vidia za nás – senzory
- Virtuálna realita

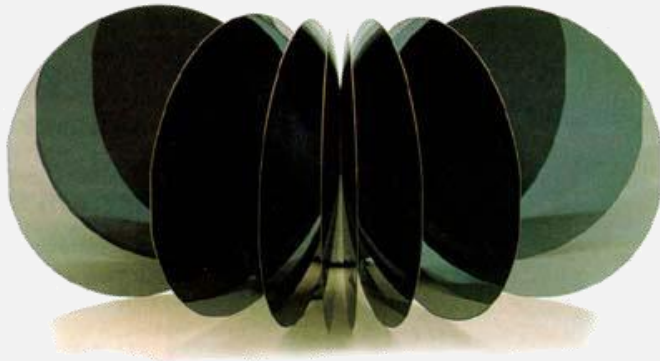
# Tajomný svet polovodičov



# Ríša polovodičov



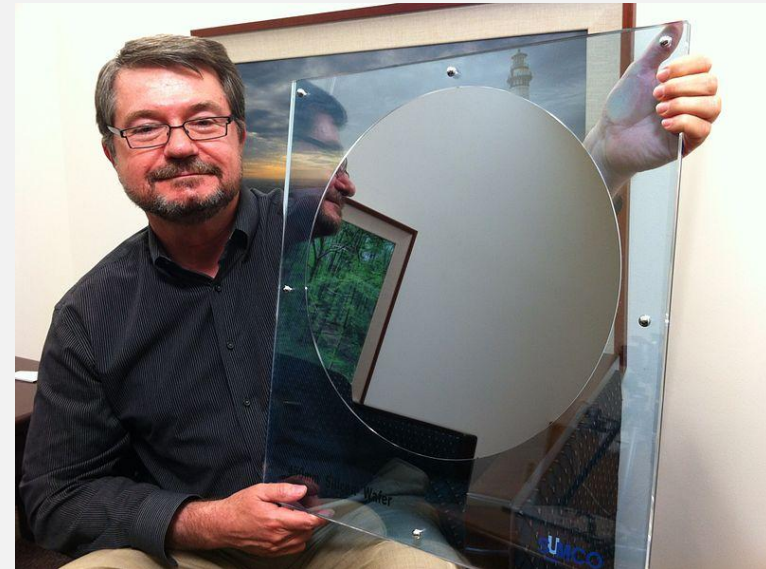
- od polovice 60-tych rokov minulého storočia vládne **KREMÍK (Si)** - **dnes už nestíha**
- Kto ho nahradí v nových, rýchlejších, menších, výkonnejších zariadeniach odolnejších voči vysokým teplotám i kozmickému žiareniu?
- **Bude to Silicon Carbid, Gallium Nitrid?**



Karbid kremíka,

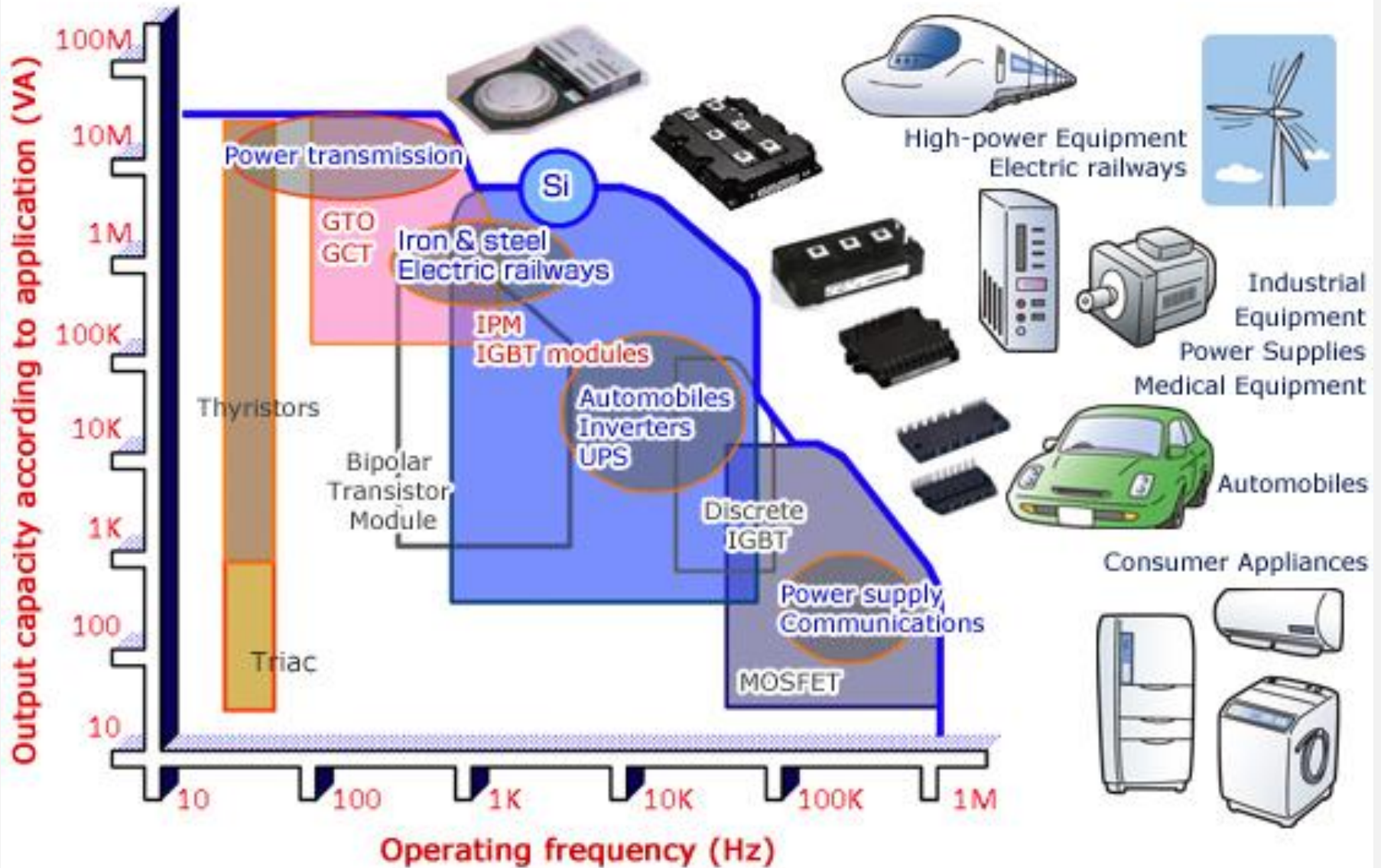


Gallium Nitrid ,



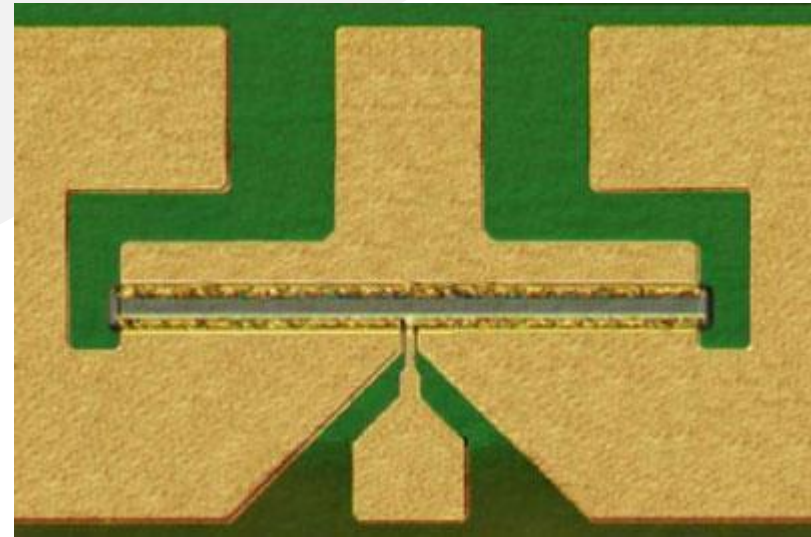
Dan Hutcheson CEO of VLSI Research holds a 450mm silicon wafer

# Výkonová elektronika

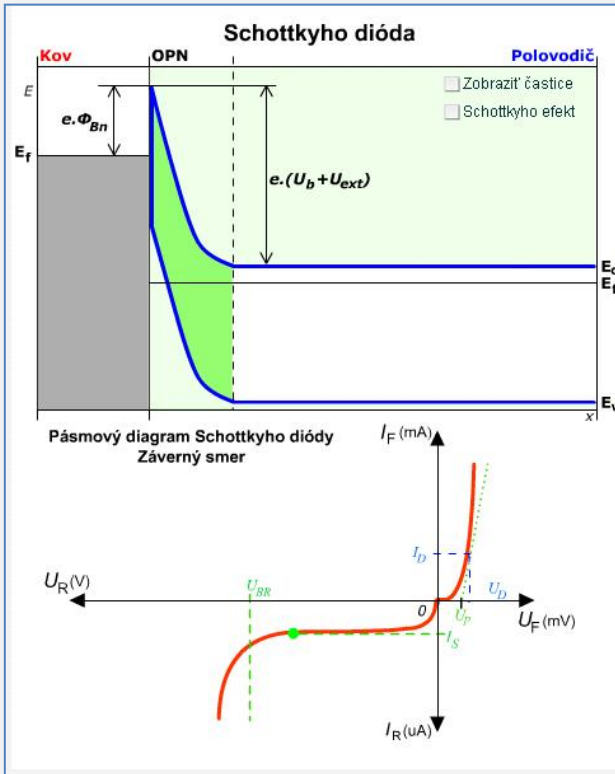


# GaN tranzistor

- rýchlejšie
- menšia spotreba
- menší tranzistor
- väčší výkon
- použiteľnosť pri vyšších teplotách
- vysoká pohyblivosť elektrónov



# Nie je priechod ako prechod



**Hlavné menu:**

VACH Schottky

VACH porovnanie

Štruktúra

Pásmové diagramy

Reset

---

Priepustný smer

Záverny smer

Reset

---

Teória

Pomoc



**Ovládacie tlačidlá**

Priepustný smer

Záverny smer

Reset

Pomoc Teória

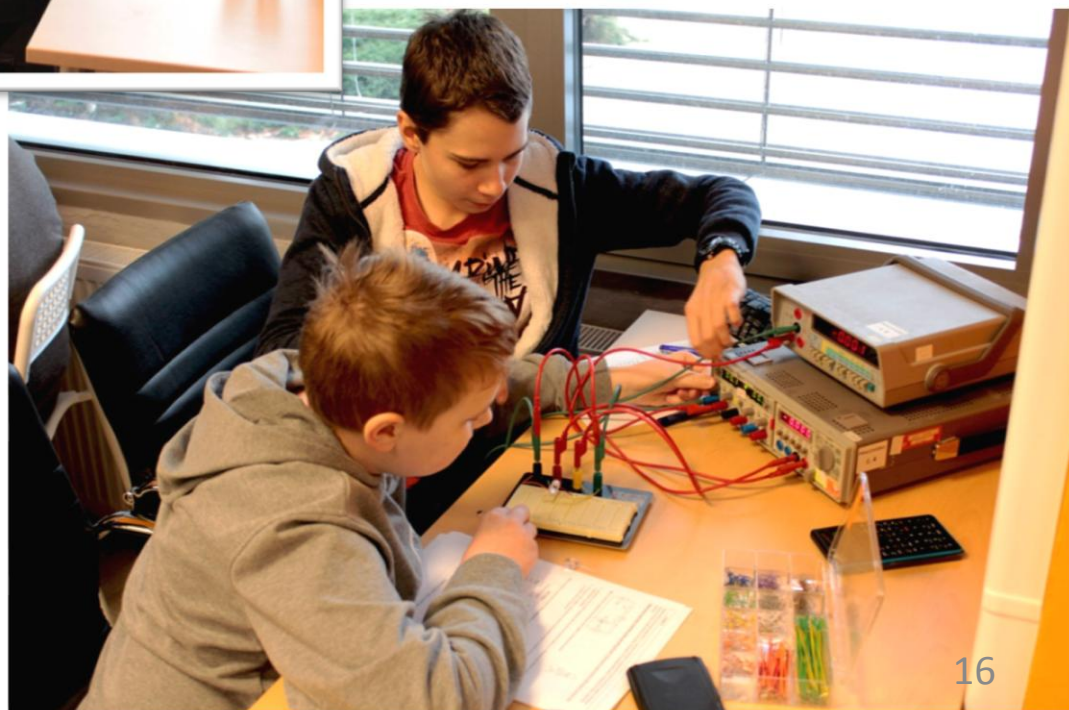
Si:  $U_p = 0,7V$   
Ge:  $U_p = 0,3V$   
GaAs:  $U_p = 1,3V$

**LEGENDA**

⊖ elektrón  $U_R$  záverné napätie  $U_F$  napätie v priepustnom smere **OPN** oblasť priestorového náboja

⊕ diera  $I_R$  záverný prúd  $I_F$  prúd v priepustnom smere

# Dióda v akcii





# Slnko v sieti

- Vstupujete do animovaných alebo simulovaných procesov, do ktorých môžete zasahovať a ovplyvňovať tak ich vývoj

### Hradlový režim

Teória
Konštrukcia
Aplikácie

(Transparent Conductive Oxide)  
 ■ Substrát, reflexné médium

**Príklady konštrukčných prevedení:**

- tenkovrstvové štruktúra
- hrúbka aktívnej vrstvy môže byť 2 až 10µm

**Si solárny článok**

- efektívnosť 15%
- výhodná cena

### Pásmový diagram

(bez pripojenej záťaže)

Sikry fotoprúd

VA Char.
P,V,I,E Char.
Spektr. Char.

**Max. výkon!**

**IV. Hradlový režim**

## Fotodióda

Reset

Intro

Hradlový Režim

Odporový režim

Osvetlenie  $E_A$

2000 lx

Čakaj...  
Záťaž  $R_L$

= R

Info

Pomoc

# Ako hreje studené svetlo

## ELEKTROLUMINISČNÉ DIÓDY - LED



### PREDSLOV

Tento študijný materiál vznikol v rámci individuálnej práce na Katedre mikroelektroniky na Fakulte elektrotechnickej pod vedením doc. Ing. Ľ. Stuchlíkovej, PhD., Ing. I. ...  
Pri zostavovaní študijných textov boli využité vzdy týkajúce sa Elektronických prvkov a Optoelektroniky autormi sú prof. Ing. J. Kováč, PhD., prof. Ing. F. U. doc. Ing. Ľ. Stuchlíková, PhD. ako aj iné literárne ...  
Pri grafickom spracovaní a skonvertovaní textu do vizuálneho tvaru boli využité skúsenosti eLearn central tímu.



## ELEKTROLUMINISČNÉ DIÓDY - LED

### 1 ÚVOD DO LED

#### Ciele

##### 1.1 Čo znamená skratka LED?

##### 1.2 Výhody, ktoré Vám prináša LED?

##### 1.3 Rozdelenie spektra elektromagnetického žiarenia

##### 1.4 Polovodiče pre elektroluminiscenčné diódy

##### 1.5 Fyzikálny princíp elektroluminiscenčnej diódy

### 2 PN PRIECHOD

#### Ciele

##### 2.1 PN priechod v termodynamike

##### 2.2 Heteropriechody

##### 2.3 Kvantové jamy

### 3 VLASTNOSTI LED DIÓDY

#### Ciele

##### 3.1 Injekčná elektroluminiscenčná dióda

##### 3.2 Volt - ampérová charakteristika

##### 3.3 Spektrálna charakteristika

##### 3.4 Vnútorná účinnosť a tok fotónov

##### 3.5 Výstupný tok fotónov a kvalita svetla

##### 3.6 Výstupný tok fotónov a kvalita svetla

##### 3.7 Prúdová citlivosť

##### 3.8 Štruktúra súčiastky

##### 3.10 Rozloženie emitovaného žiarenia

### 4 HISTORICKÉ MÍLNIKY

#### Ciele

##### 4.1 Prvá LED

##### 4.2 Vysoko svietivá LED

##### 4.3 Vysokosvietivá LED

##### 4.4 LED dióda s absorpčnou vrstvou

##### 4.5 AS LED dióda s Braggovým odrazom

##### 4.6 LED dióda s transparentným substrátom

##### 4.7 LED dióda so zdrsňovanou povrchovou vrstvou

##### 4.8 Modré a biele elektroluminiscenčné diódy

### 5 APLIKÁCIE LED

#### Ciele

##### 5.1 LED indikátory

##### 5.2 LED ako zdroj svetla v segmentoch

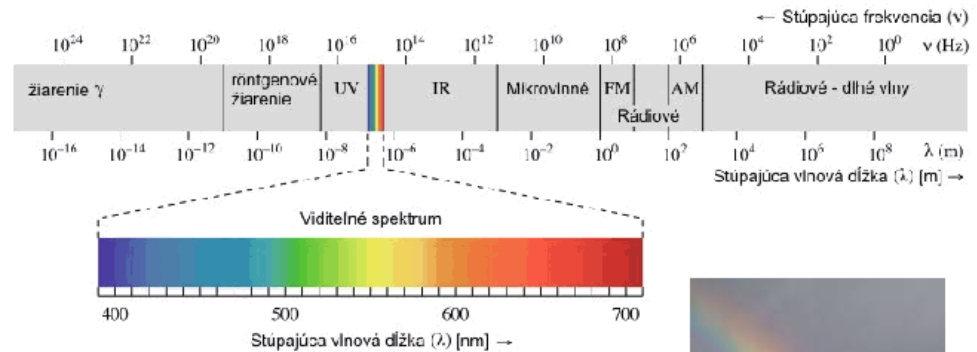
##### 5.3 LED ako zdroj svetla v bodových zdrojoch

##### 5.4 LED v automobilovom osvetlení

## 1 ÚVOD DO LED

### 1.3 Rozdelenie spektra elektromagnetického žiarenia

Elektromagnetické žiarenie je považované za formu hmoty, za nositeľa energie schopného konať prácu. Zahŕňa veľký rozsah vlnových dĺžok (Obr. 1.1), podľa ktorých rozlišujeme jednotlivé druhy žiarenia, tzv. elektromagnetické spektrum.



Obr. 1.1 Elektromagnetické žiarenie

Rýchlosť šírenia elektromagnetickej vlny je závislá na danom prostredí. Vlnenie sa v priestore ohýba, láme, rozptyľuje a je polarizované. Elektromagnetická vlna je charakterizovaná veľkosťou a smerom svojej elektrickej i magnetickej zložky.

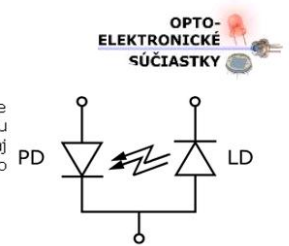
Optoelektronika sa zaoberá infračerveným, viditeľným a ultrafialovým žiarením, tzv. **Optickým spektrom žiarenia**.



4 KONŠTRUKCIA

### 4.7 Puzdro typickej laserovej tiódy

Vonkajšia konštrukcia (Puzdro) typickej laserovej diódy, ktorú mozeme najst napríklad v CD, alebo DVD prehravacoch je na Obr. V puzdre spolu s laserovou diódou je zo zadnej strany cipu laserovej diódy umiestenna aj fotodióda tak, aby mohla snímat luc vychadzajúci z laserovej diódy. Tato dióda sa nazýva monitorovacia a slúži na stabilizácie výkonu súčiastky.



OPTO-ELEKTRONICKÉ SÚČIASTKY

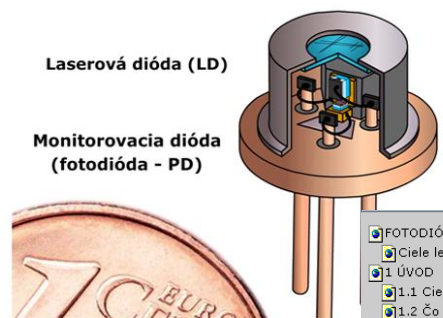
# Laser v akcii

LASEROVÁ DIÓDA (POLOVODIČOVÉ LASERY)

- Ciele Lekcie
- 1 ÚVOD
  - 1.1 Ciele kapitoly
  - 1.2 Čo je to LASEROVÁ dióda
  - 1.3 Princiálna konštrukcia polovodičového laseru
  - 1.4 Podmienky vzniku laserového žiarenia
- 2 PRINCÍP ČINNOSTI
  - 2.1 Ciele kapitoly
  - 2.2 Jednoduché vysvetlenie
  - 2.3 Pásmový diagram
  - 2.4 Stimulovaná emisia žiarenia
  - 2.5 Inverzná populácia
  - 2.6 Optický rezonátor (Fabry – Perot)
  - 2.7 Faktor ochránenia ?
  - 2.8 Práhová prúdová hustota J<sub>th</sub>
  - 2.9 VACH, vyžiarený výkon a kvantová účinnosť
- 3 VLASTNOSTI
  - 3.1 Ciele kapitoly
  - 3.2 Vlastnosti emitovaného žiarenia
  - 3.3 Modulačné charakteristiky
  - 3.4 Šum laserov a spektrálna pološírka
  - 3.5 Životnosť laserov
- 4 KONŠTRUKCIA
  - 4.1 Ciele kapitoly
  - 4.2 Polovodičové materiály pre lasery
  - 4.3 Od PN prechodu ku kvantovým jamám
  - 4.4 Pásový laser – vymedzený ziskom
  - 4.5 Hrebeňový laser – vymedzený ziskom
  - 4.6 Indexom vymedzený laser
  - 4.7 Puzdro typickej laserovej tiódy
  - 4.8 Špecifická štruktúra polovodičových laserov
  - 4.9 Lasery s kvantovými jamami
  - 4.10 Povrchovo emitujúci laser (VCSEL)
  - 4.11 Lase na báze GaN pre modrozelenú oblasť
- 5 APLIKÁCIE
  - 5.1 Ciele kapitoly
  - 5.2 Oblasť aplikácií laserov
  - 5.3 Príklady aplikácií laserovej diódy
- REFERENCIE
- ODPOVEDE
- SYMBOLY A SKRATKY

Laserová dióda (LD)

Monitorovacia dióda (fotodióda - PD)



Schematica konštrukcia puzdra, po veľkosti s 1c mincou a schematická značka

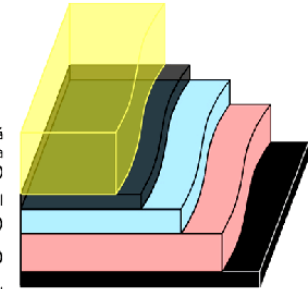
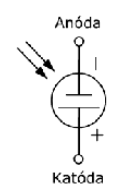
LASEROVA DIÓDA

1 ÚVOD

opto-elektronické súčiastky

1.3 Princiálna konštrukcia Solárny článok

Solárny článok má principiálne podobnú štruktúru ako fotodióda – fotodetektor, pričom veľkosť aktívnej plochy je výrazne väčšia. PN priedoch je tvorený tenkými vrstvami. Príklad konštrukcie solárneho článku na báze CdS je na Obr. 1.5.

ochranná antireflexná vrstva (sklo)

kontakt-Al

N-oblasť (CdS)

P-oblasť (CdTe)

kontakt-Al

Anóda

Katóda

Obr. 1.5 Princiálna konštrukcia solárneho článku (na báze CdS/CdTe) a jej schematická značka

<http://ec.elf.stuba.sk/moodle/course/view.php?id=270>

4.5 Tri generacie solárnych

4.6 Príklady konštrukcie so

5 APLIKÁCIE

- 5.1 Ciele kapitoly
- 5.2 Oblasť použitia fotodiódy
- 5.3 Príklady aplikácií fotodiódy
- 5.4 Oblasť použitia solárneho článku
- 5.5 Vývoj ceny solárnej energie
- 5.6 Príklady aplikácií solárnych článkov

ODPOVEDE

SYMBOLY A SKRATKY

REFERENCIE

FOTO-DIÓDA



FOTO-DIÓDA

# Prvý tranzistor



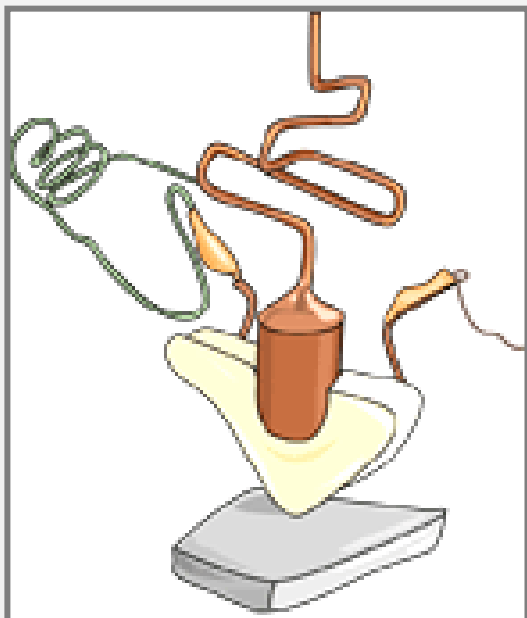
William Shockley, John Bardeen a Walter Brattain z Bell Labs úspešne vyrobili **prvý tranzistor**

16. december **1947**



# 70

# Vynález storočia



**1. hrotový tranzistor**  
**oficiálne predstavený 1948**



Bardeen



Shockley



Brattain

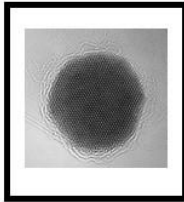


**1956 Nobelova cena za fyziku**

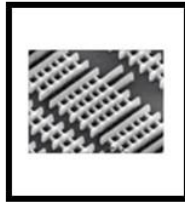
**Belove laboratória, Mountain Avenue, Murray Hill v New Yorku**

# Tranzistor a nanotechnológie

## Vyrobené človekom



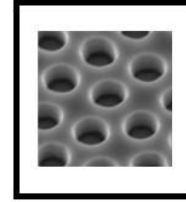
Nanočastica  
5 nm



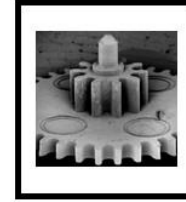
Tranzistor  
22 nm



NEMS  
200 nm

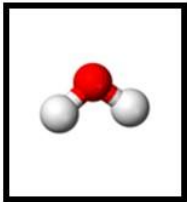


Fotonika  
1  $\mu\text{m}$

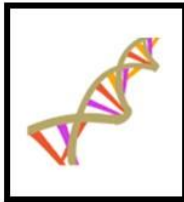


Kolesko  
2 mm

## Vytvorené prírodou



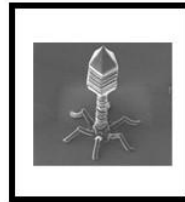
Voda  
0.3 nm



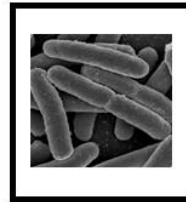
DNA  
2.5 nm



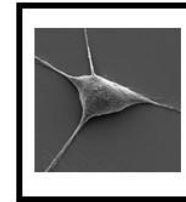
Proteín  
10 nm



Vírus  
300 nm



Baktérie  
1  $\mu\text{m}$



Bunka  
100  $\mu\text{m}$



Mravec  
5 mm

**Nanotechnológie**



# Tranzistory v nm

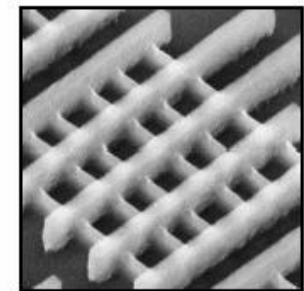
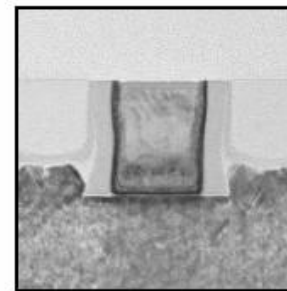
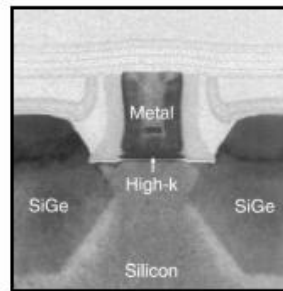
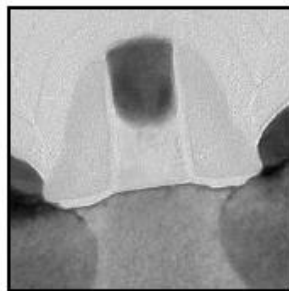
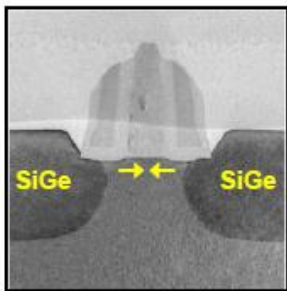
2003  
90 nm

2005  
65 nm

2007  
45 nm

2009  
32 nm

2011  
22 nm



Invented  
SiGe  
Strained Silicon

2<sup>nd</sup> Gen.  
SiGe  
Strained Silicon

Invented  
Gate-Last  
High-k  
Metal Gate

2<sup>nd</sup> Gen.  
Gate-Last  
High-k  
Metal Gate

First to  
Implement  
Tri-Gate

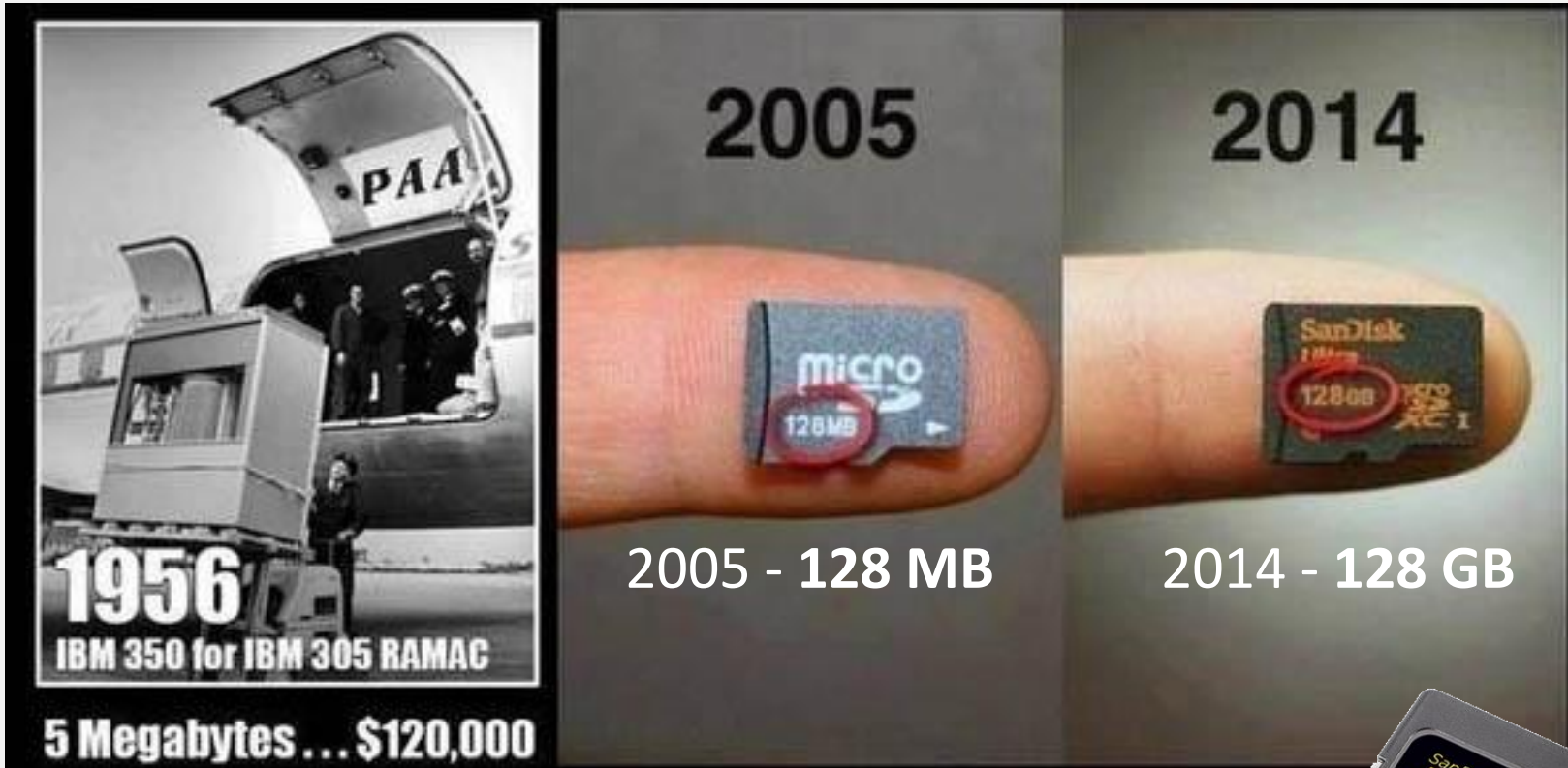
Strained Silicon

High-k Metal Gate

Tri-Gate



# Ako tranzistor zmenil svet?



Pamäte 1956 - 5MB

2017 - 1TB

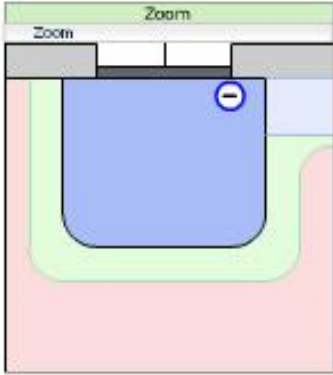




# Unipolárny tranzistor

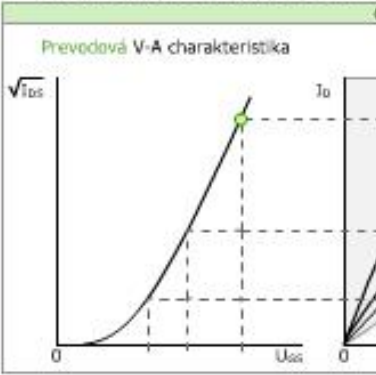
**Animácia tranzistora MOS FET**

**Zoom**

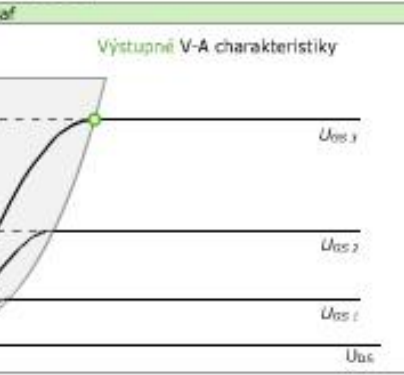


**Graf**

Prevodová V-A charakteristika



Výstupné V-A charakteristiky



**Ovládacie prvky**

Napätie  $U_{GS}$   
 $U_{GS} 3$

Napätie  $U_{DS}$   
 $U_{DS} +$

**Typ tranzistora**

- NMOS FET
- PMOS FET
- ochudobňovací
- obohacovací

**Pomoc**

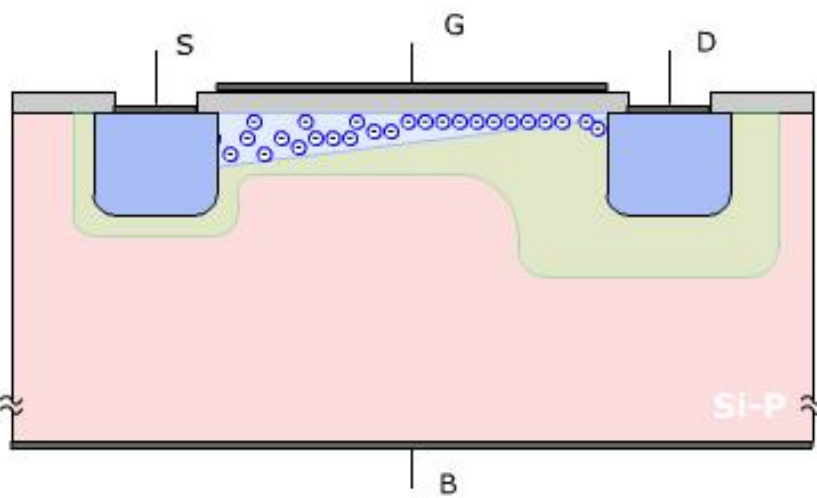
Ovládanie

Informácie o ovládaní animácií

MOS FET

Informácie o tranzistore: MOS FET

**S** **G** **D**



**B**

# První nanotechnologovia

## The First Nanotechnologists

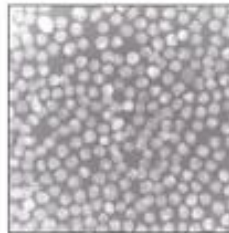
Ancient stained-glass makers knew that by putting varying, tiny amounts of gold and silver in the glass, they could produce the red and yellow found in stained-glass windows. Similarly, today's scientists and engineers have found that it takes only small amounts of a nanoparticle, precisely placed, to change a material's physical properties.

### Gold particles in glass

Size\*: 25 nm  
Shape: sphere  
Color reflected:

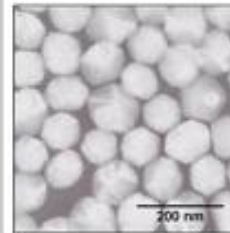


100 nanometers =  
0.0001 millimeter



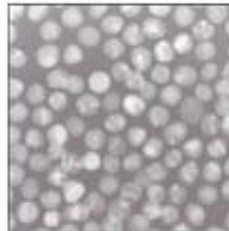
### Silver particles in glass

Size\*: 100 nm  
Shape: sphere  
Color reflected:

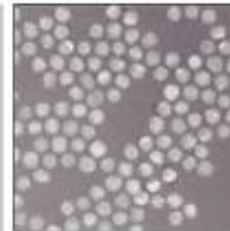


Had medieval artists been able to control the size and shape of the nanoparticles, they would have been able to use the two metals to produce other colors. Examples:

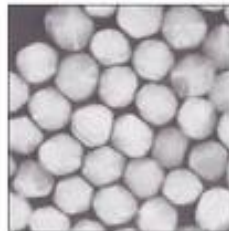
Size\*: 50 nm  
Shape: sphere  
Color reflected:



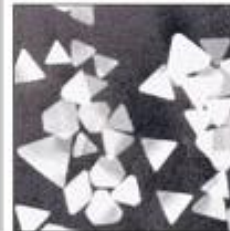
Size\*: 40 nm  
Shape: sphere  
Color reflected:



Size\*: 100 nm  
Shape: sphere  
Color reflected:



Size\*: 100 nm  
Shape: prism  
Color reflected:

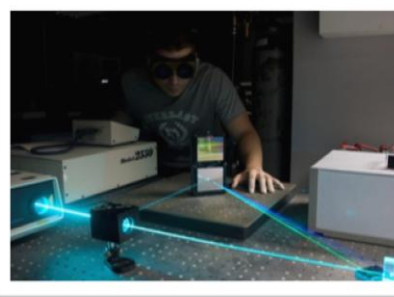
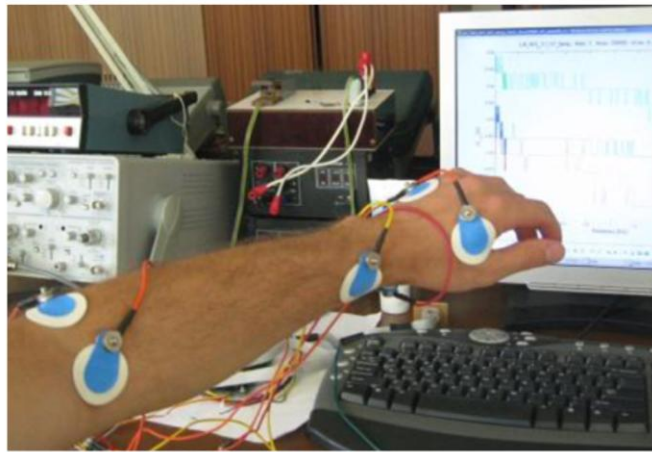


Source: Dr. Chad A. Mirkin, Institute of Nanotechnology, Northwestern University

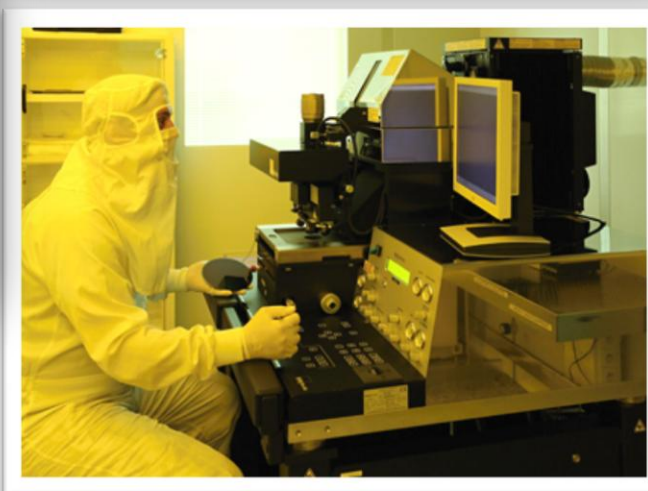
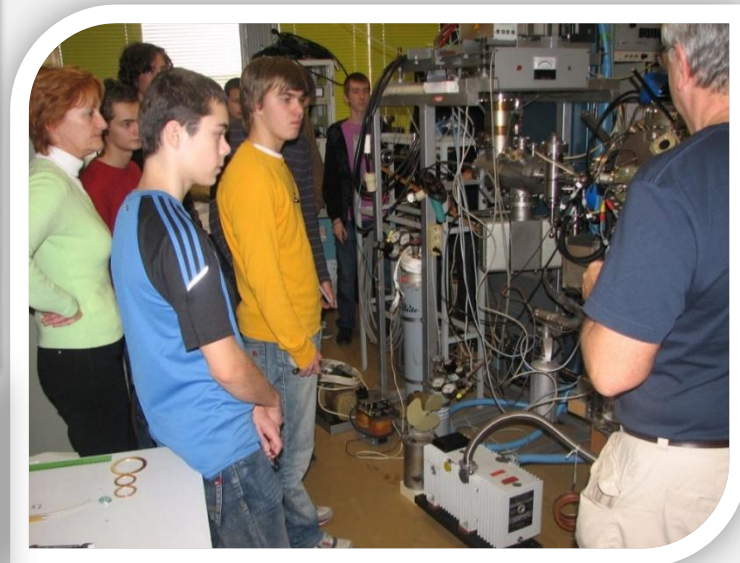
\*Approximate



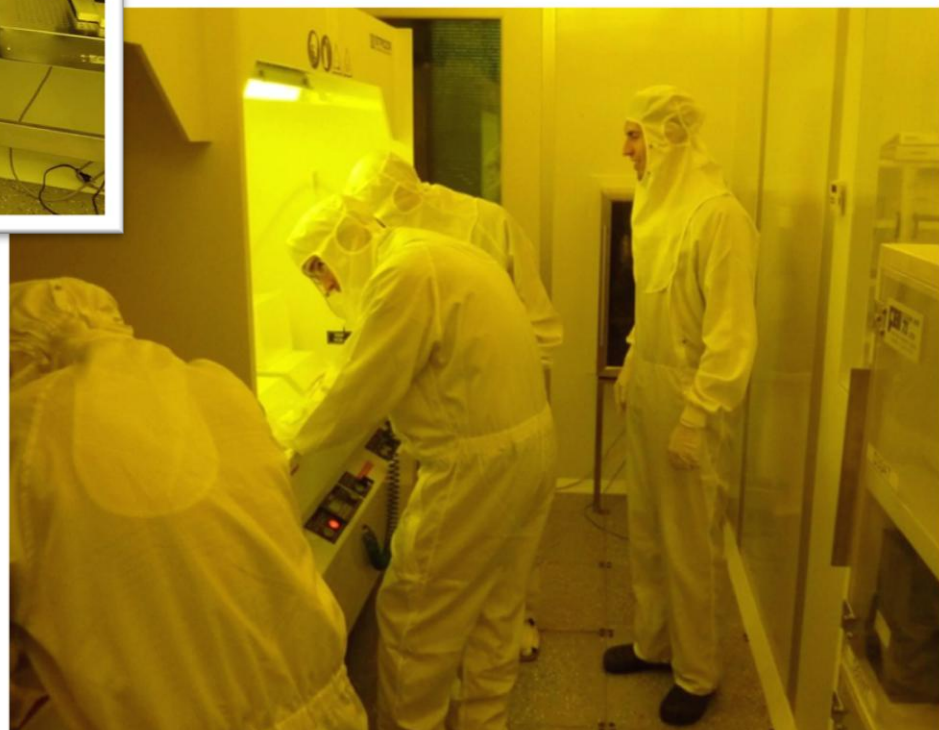
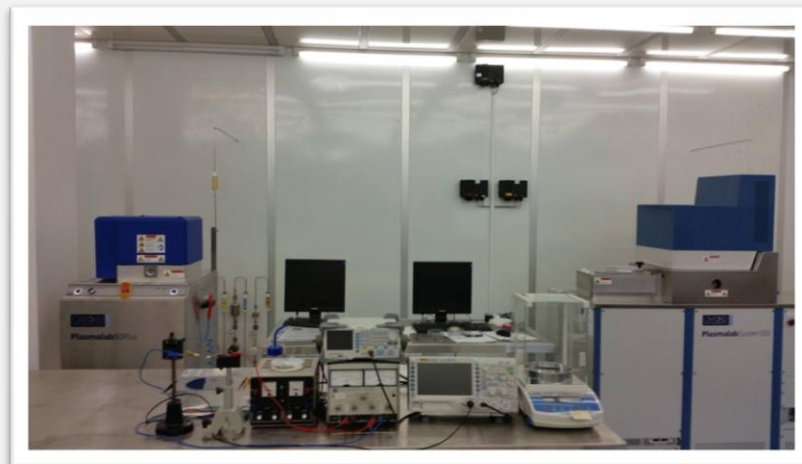
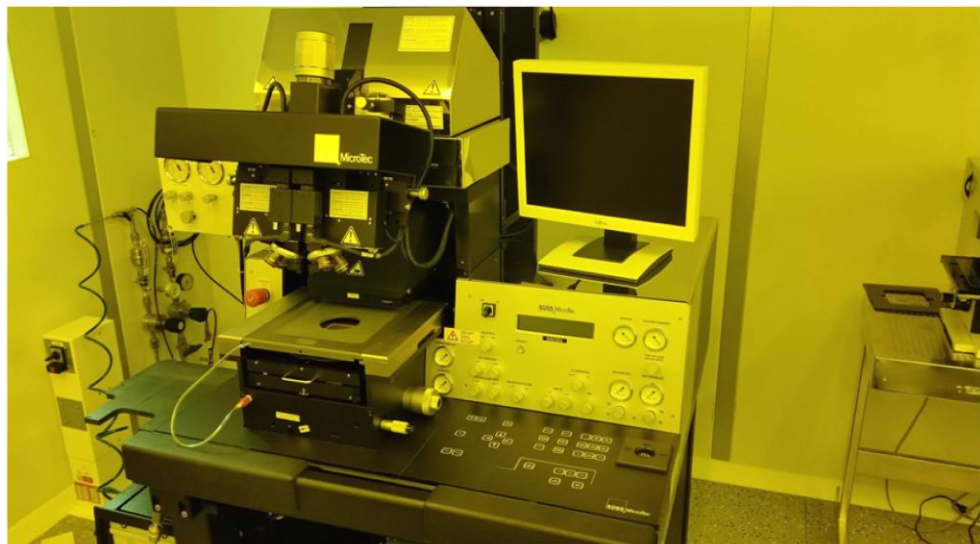
# Exkurzie po výskumných pracoviskách



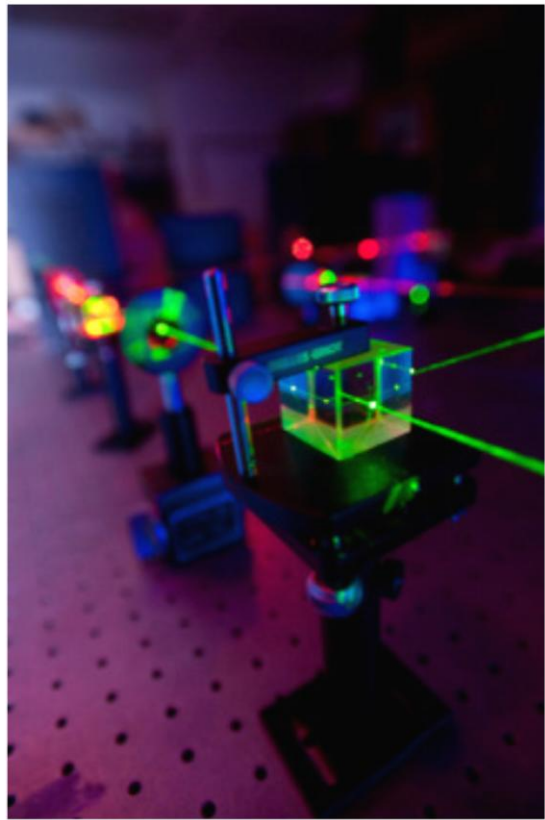
# Exkurzie po výskumných pracoviskách



# Exkurzie po výskumných pracoviskách



# Popularizačné prednášky



- Vynález 20. storočia - tranzistor, alebo **Ako tranzistor zmenil svet**
- **Elektronika okolo nás**
- Cesty svetla – nanoštruktúry a ich využitie v optoelektronike
- Transformovaná energia slnka - solárne články
- Uhlík náš každodenný alebo ako vyrábame diamanty na Slovensku
- **Internet vecí a biosondy**
- Nanotechnológie
- Solárne technológie a solárne palivá – umelá fotosyntéza

# ***e-Learning***

- **vzdelávacie kurzy a moduly**
  - s vysokou úrovňou interaktivity
  - s širokým pútavo spracovaným obsahom
  - **poskytujú efektívny suport štandardných foriem vzdelávania**



- pôvodný portál “eLearn central” old (2004), <http://ec.elf.stuba.sk/>
- portál “eLearn central” journal (2011), <http://uef.fe.i.stuba.sk/elearn/>
- Vzdelávací portál “eLearn central” (2011), <http://uef.fe.i.stuba.sk/moodle/>
- Vzdelávací portál “eLearn central” open (2015), <http://uef.fe.i.stuba.sk/moodleopen/>

# Sprístupnenie vzdelávacích online materiálov

naše vzdelávacie portály



**Schéma zapojenia tranzistorového spínača - invertor**

Napätová prevodová charakteristika

$U_1 = L$

**Invertor CMOS**

Vstupné napätie  $U_i$

Výstupné napätie  $U_o$

Prevodová charakteristika

Zakázaný oblasť

**Elektronická realizácia hradla NAND**

A=0, B=0

100%

Púzdro IO 7400

Vnútorná štruktúra

Hradlo NAND

Vnútorné zapojenie NANDu

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Ak chcete podporiť našu prácu, odpovedzte prosím na túto anketu. Ďakujeme.

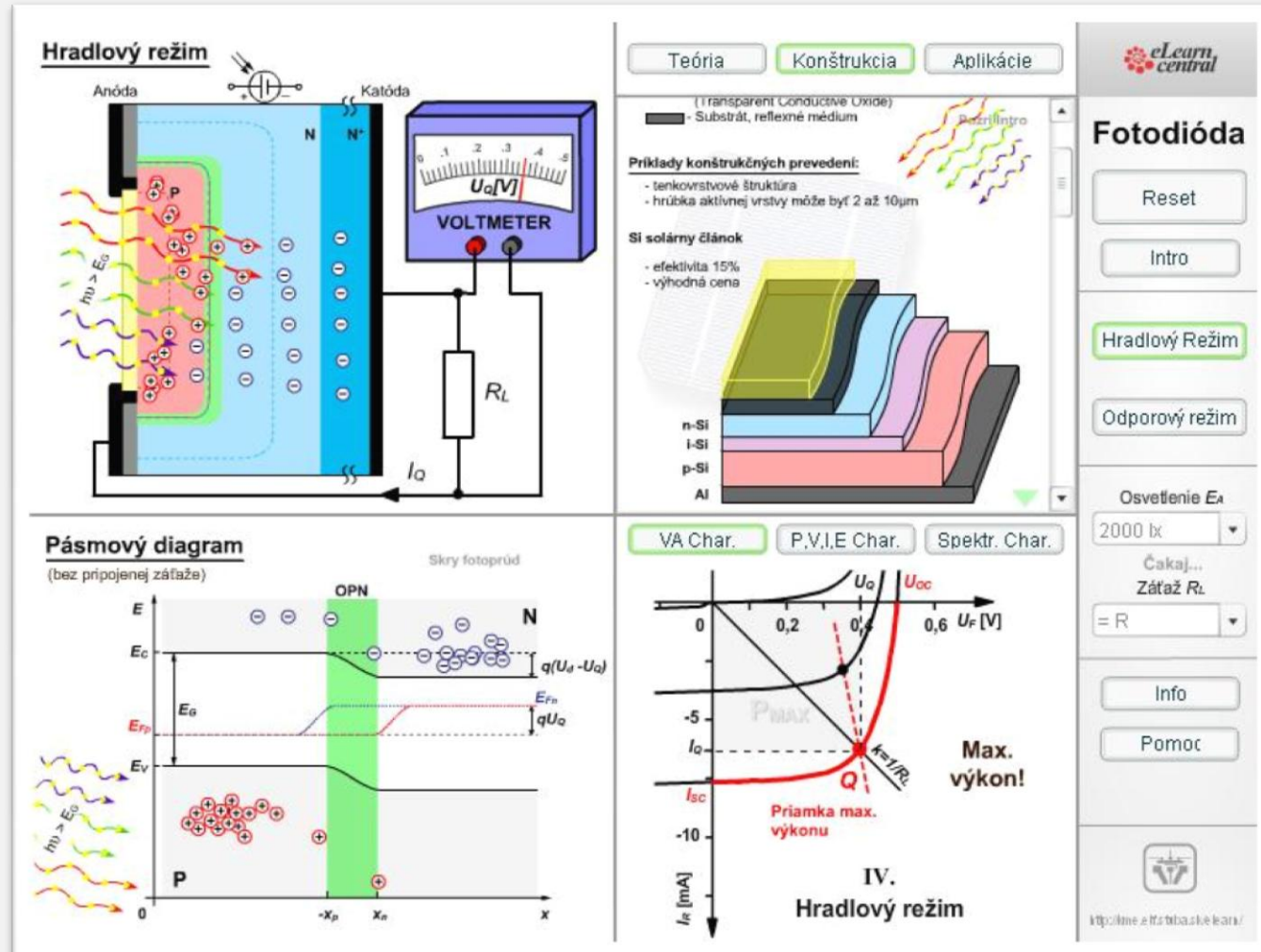


možnosti **interaktivity a vizualizácie**



# S nami je učenie hra

- Vstupujete do animovaných alebo simulovaných procesov, do ktorých môžete zasahovať a ovplyvňovať tak ich vývoj



The screenshot displays an interactive simulation of a photodiode in photoconductive mode, divided into four main panels:

- Hradlový režim (Photoconductive Mode):** Shows a cross-section of the photodiode with an Anóda (Anode) on the left and Katóda (Cathode) on the right. The active layer is an N-type semiconductor. Light ( $h\nu > E_g$ ) is incident on the anode. A voltmeter measures the output voltage  $U_a$  [V], and a load resistor  $R_L$  is connected. The current  $I_a$  is shown flowing out of the anode.
- Pásmový diagram (Energy Band Diagram):** Titled "Sikry fotoprúd (bez pripojenej záťaže)", it shows the energy levels (Conduction band  $E_c$ , Valence band  $E_v$ , and Bandgap  $E_g$ ) across the P, OPN (Optically Transparent Layer), and N regions. It illustrates the generation of electron-hole pairs and their separation by the electric field.
- VA Char. (I-V Characteristic):** A graph of current  $I_a$  [mA] versus voltage  $U_f$  [V]. It shows the dark current  $I_{sc}$  and the open-circuit voltage  $U_{oc}$ . A red line indicates the "Priamka max. výkonu" (Maximum Power Point Line), and the maximum power point  $Q$  is marked. The maximum power  $P_{max}$  is also indicated.
- Teória (Theory):** Provides information about the device, including "Príklady konštrukčných prevedení" (Construction Examples) and "Si solárny článok" (Si solar cell) characteristics (15% efficiency, cost-effective).

The right sidebar contains navigation and control elements:

- Buttons for "Teória", "Konštrukcia", and "Aplikácie".
- Navigation buttons: "Reset", "Intro", "Hradlový Režim" (selected), "Odporový režim".
- Control parameters: "Osvetlenie  $E_a$ " (2000 lx), "Čakaj... Zátáž  $R_L$ " (= R).
- Buttons for "Info" and "Pomoc".
- A small schematic of a photodiode at the bottom.

Technologický proces

Proces po krokoch

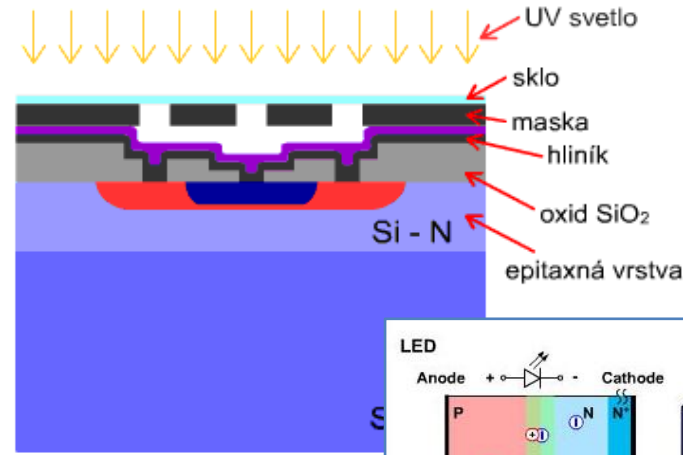
Play Pause  
Späť KROK Vpred

- Epitaxia
- Termická oxidácia
- Fotolitografia
- Difúzia bóru
- Odstránenie oxidu
- Nanosenie ochr. oxidu
- Fotolitografia
- Difúzia fosforu
- Odstránenie oxidu
- Nanosenie ochr. oxidu
- Fotolitografia
- Nanosenie hliníka
- Fotolitografia
- Nanosenie n...
- fotorezistu
- Vysušenie f...
- Expozícia c...
- Vyvolanie fo...
- Leptanie hli...
- Odstránenie...
- Nanosenie...
- Odbrousenie...
- Nanosenie...

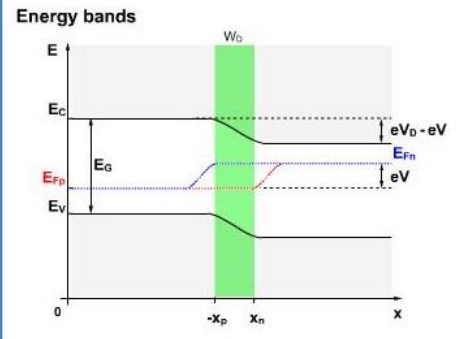
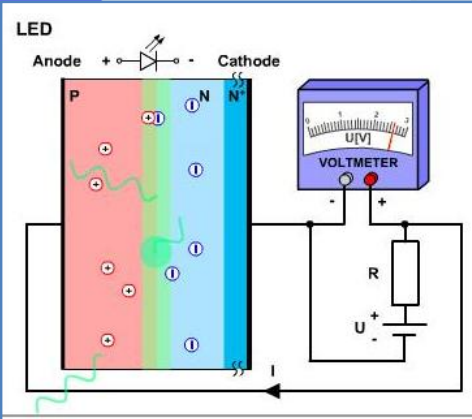
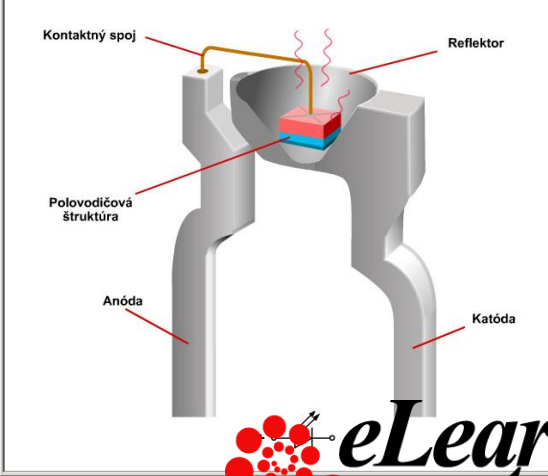
Popis

# Planárno-epitaxná technológia výroby diskrétného bipolárneho tranzistora

FOTOLITOGRAFIA:  
- expozícia cez masku



Konštrukcia LED



Theory Structure Application

**Explanatory:**

- Type P region
- Type N region
- Substrate with high doping density N<sup>+</sup>
- Active layer
- Depletion region
- Contacts

**Using semiconductors for LED manufacture:**

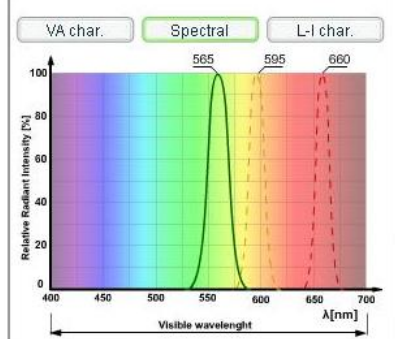
LEDs use mainly the composition of elements from III. and V. group of Periodic Table of Elements

	III	IV	V	VI
	B	C	N	O
II	Al	Si	P	S
	Zn	Ga	Ge	As
	Cd	In	Sn	Sb
			Te	

- binary composition: GaAs, GaP, GaN, InP

- ternary composition: Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As, GaAs<sub>1-x</sub>P<sub>x</sub>, Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N

- quaternary composition:



eLearn central

**LED**

Light off

Back to intro

---

LED

GaP  
λ = 565 nm

Info

www.kme.elf.stuba.sk/kr



# Zobrazovacie Technológie

Štart

Pomoc



<http://kme.elf.stuba.sk/elearn/>

Najdôležitejšie charakteristické veličiny sú:

- vstupný odpor pre striedavý signál  $r_{in} = R_G \parallel R_{GS} = \frac{R_G R_{GS}}{R_G + R_{GS}} \approx R_G$
- výstupný odpor pre striedavý signál  $r_{out} = R_D \parallel r_{DS} = \frac{R_D r_{DS}}{R_D + r_{DS}} \approx R_D$
- napätové zosilnenie  $A_u = S \cdot r_{out} = S \cdot \frac{r_{DS} R_D}{r_{DS} + R_D} = S \cdot R_D$
- fázový posun medzi vstupným a výstupným signálom  $\varphi = 180^\circ$

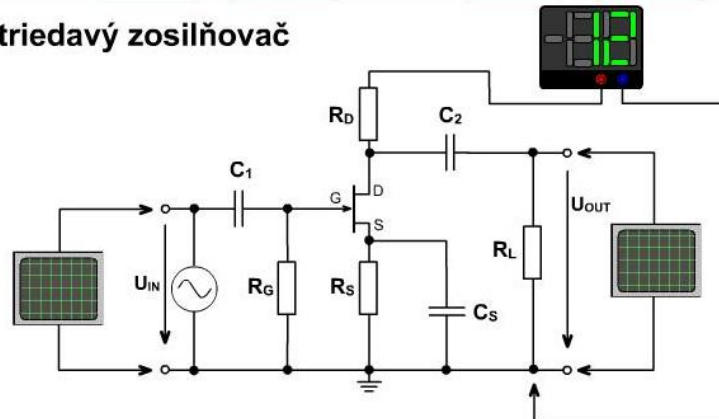
Vzťahy

Definície

Príklad

Späť

## Striedavý zosilňovač



## Aplikácia JFET

NF zos.

Sledovač

Dif. zos.

Zadanie

Náhradná Sch.



<http://kme.elf.stuba.sk/elearn/>


# Skúste si to...

- Interaktívny elektronický vzdelávací kurz

- odohrávajúci sa výlučne v prostredí Internetu
- ponúkajúci bohatú, pútavú a interaktívnu výučbovú skúsenosť
- obsahujúci mechanizmy pre zber spätnej väzby a jej vyhodnocovanie

Kurz: Elektronické prvky a o...

4



**Bipolárne tranzistory**  
Učebné materiály:  
Bipolárny tranzistor

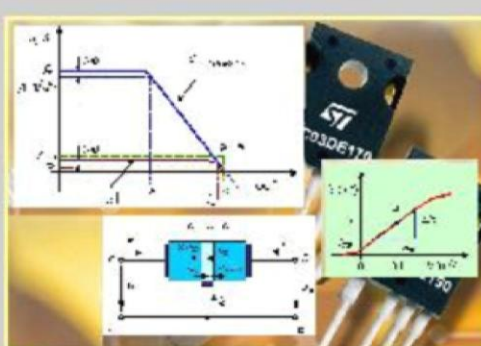
Flash animácie:

- f.4.1 Planárna technológia výroby BT
- f.4.3 Bipolárny tranzistor v zapojení so spoločnou
- f.4.4 Bipolárny tranzistor v zapojení so spoločným
- f.4.5 SiGe heterobipolárny tranzistor
- f.4.6 Tranzistor IGBT

Samohodnotiace testy:

- BT Auto test 01
- BT Auto test 02
- BT Auto test 03

5



**Dynamické parametre bipolárneho tran**

Učebné materiály:  
Dynamické parametre bipolárneho tranzistora

Samohodnotiace testy:



- DP Auto test 01
- DP Auto test 02
- DP Auto test 03
- DP Auto test 04

Solárne Články - Apliká  
 ÚVOD  
 APLIKÁCIE  
 Solárne články sa využijú  
 V ďalších kapitolách si u  
 1 Vesmírne aplikácie  
 2 Slnéčné elektrárne  
 3 Zdroj energie pre b  
 4 Automobilová a aer  
 5 Spotrebiteľská elekt

8 of 10 3 4 5 6 7 8 9 10

## APLIKÁCIE

### 4 Automobilová a aero technika


Slnéčná Energia  
 1 ÚVOD  
 2 SLNKO  
 3 SLNEČNÉ ŽIARENIE  
 3.1 Slnéčné žiarenie  
 3.2 Formy žiarenia  
 4 PASÍVNE VYUŽITIE  
 4.1 Pôsobenie sln  
 5 AKTÍVNE VYUŽITIE  
 5.1.1 Slnéčné i

Vedeli ste že  
 Prvé solárne i  
 dokázalo prele




7 of 15 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

## 4 PASÍVNE VYUŽITIE SLNEČNEJ ENERGIE

Pasívnym využívaním slnečnej energie bola nazvaná taká **architektúra a realizácia budov, ktorá pomocou stavebných úprav budov a pomocou vhodnej polohy a orientácie budovy využíva slnečnú energiu pri ich prevádzke** (napr. vykurovanie priestorov, osvetlenie).

1. orientovanie veľkých okien a presklených častí budovy na juh umožňuje znížiť čiastočne spotrebu energie na vykurovanie
2. vybudovanie „zimnej záhrady“ na balkóne zamedzuje stratám tepla cez stenu a úspora energie môže dosiahnuť až 20 %
3. vhodný tvar budovy umožňuje dostať sa slnečným lúčom v zimnom období čo najhlbšie do jej vnútra
4. zásadný význam má aj využívanie zelene, lebo stromy v zime chránia pred studenými vetrami a v lete bránia prehriatiu budovy
5. k priamym opatreniam patrí aj zafarbenie vonkajšieho plášťa budovy



<http://ec.elf.stuba.sk/moodle/course/view.php?id=195>

**Úloha:**  
 Predstavte si, že idete stavať svoj vlastný dom. Skúste schematicky

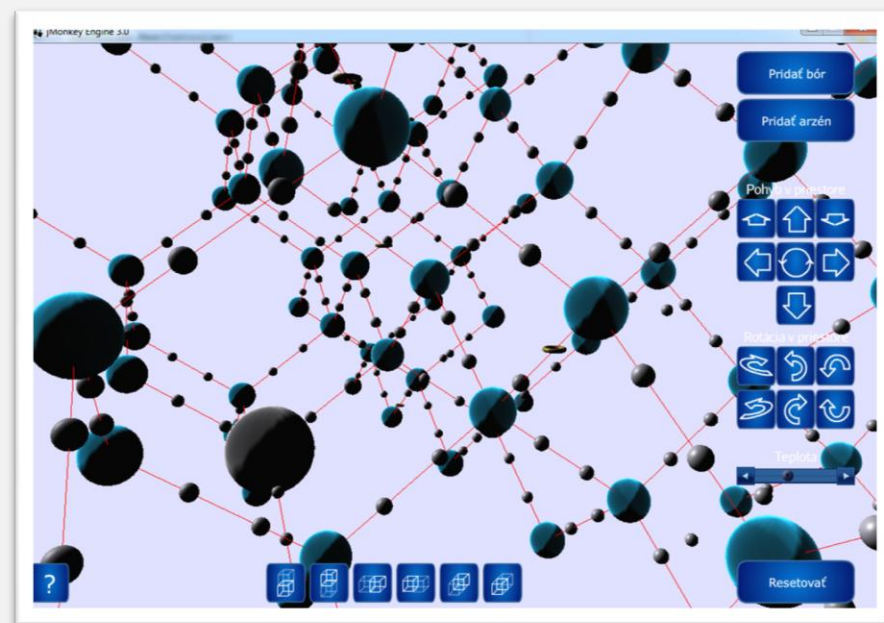


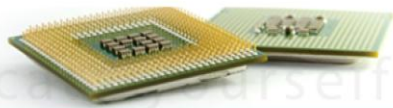
# Ďalší dostupný portál



eLearn central – journal <http://uef.fei.stuba.sk/elearn>

- Otvorené zdroje FREE
- Recenzný proces





Zobrazovacie technológie

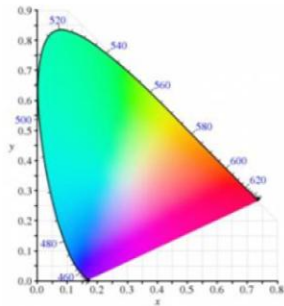
« Prvá « Predchádzajúca 2 3 4 5 6 7 8 9 Nasledujúca » Posledná »»



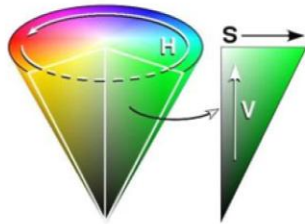
- 1. Úvod
- 1.1. Farby pri displejoch
- 1.2. Kritéria kvality displejov
- 1.3. Riadenie displejov
- 2. CRT Technológia
- 2.1. Úvod - CRT
- 2.2. Princíp činnosti - CRT
- 2.3. Klasifikácia - CRT
- 2.4. Výhody a nevýhody - CRT
- 2.5. Aplikácia - CRT
- 2.6. Prognóza - CRT
- 3. DLP Technológia
- 3.1. Úvod - DLP
- 3.2. Princíp činnosti - DLP
- 3.6. Prognóza - DLP
- 4. E-paper technológia
- 4.1. Úvod - E-paper
- 4.2. Princíp činnosti - E-Paper
- 4.3. Klasifikácia - E-paper
- 4.4. Výhody a nevýhody - E-paper
- 4.5. Aplikácia - E-paper
- 4.6. Prognóza - E-Paper
- 5. LCD technológia
- 5.1. Úvod - LCD
- 5.2. Princíp činnosti - LCD
- 5.3. Klasifikácia - LCD
- 5.4. Výhody a nevýhody - LCD
- 5.5. Aplikácia - LCD
- 5.6. Prognóza - LCD
- 6. LCoS technológia
- 6.1. Úvod - LCoS
- 6.2. Princíp činnosti - LCoS
- 6.3. Klasifikácia - LCoS
- 6.4. Výhody a nevýhody - LCoS
- 6.5. Aplikácia - LCoS
- 6.6. Prognóza - LCoS

Odstrániť stránku

... Farby pri displejoch



Obr. 3 CIE chromatický diagram. Krivka je spektrum farieb reprezentovaná x,y,z hodnotami pre všetky farby spektra od  $\lambda = 380 \text{ nm} - 770 \text{ nm}$ . Trojuholník zobrazuje schopnosť displeja zobrazovania farieb spektra. \*\*



Obr. 4 Systém odtieňa (H), sýtosti (S) a jas (V) určitej farby \*\*\*

Čo sa stane ak je jas = 0 ?



Ukáž odpoveď



### Princíp činnosti Elektroforéza

$$(1) \epsilon_{\text{vychybovanie}} = \frac{6 \pi d^2 \eta}{V \epsilon \ell}$$

Príloha: Úvod, Elektroforéza, Elektronománičane

### Zobrazovacie technológie / Holes / 2013

Zobrazovacie technológie « Prvá « Predchádzajúca 12 13 14 15 16 17 18 19 Nasledujúca » Posledná »»

## 2. CRT Technológia

Táto kapitola sa venuje CRT (Cathode Ray Tube) technológii. Popíše princíp činnosti, architektúru, výhody a nevýhody, aplikáciu a nové trendy tejto technológie pre lepšie pochopenie funkcie a vlastnosti technológie CRT.

Obsah kapitoly

- 2.1. Úvod - CRT
- 2.2. Princíp činnosti - CRT
- 2.3. Klasifikácia - CRT
  - 2.3.1 CRT s elektrostatickým vychyľovaním
  - 2.3.2 CRT s elektromagnetickým vychyľovaním
- 2.4. Výhody a nevýhody - CRT
- 2.5. Aplikácia - CRT
- 2.6. Prognóza - CRT

### 2.1. Úvod - CRT

CRT technológia je technológia zobrazovania, ktorá využíva na zobrazenie elektrónový lúč uzavretý v katódovej trubici (obr. 10). **Katódová trubica** je typ urýchľovača elektrónov, ktorý je uzavretý do vákuovej banky s fosforeskujúcou tienidlou maskou. Každý typ CRT obrazovky obsahuje **vákuovú banku**, **elektrónové delo** a **tienidlo**, na ktorom je nanesená lumínofórová vrstva. Služi predovšetkým ako zobrazovacie zariadenie, ktoré bolo dlhú dobu používané vo väčšine televízií, monitorov, osciloskopoch alebo projektoroch.<sup>8</sup> **Čiernobiele** obrazovky používajú iba jeden lúč na rozdiel od **farebných** kde sa používajú tri.

Obr. 10 Principiálna schéma CRT s elektromagnetickým zaostrnením a vychyľovacími cievkami. 1. Tri elektrónové delá (pre červené, zelené a modré fosforové body) 2. Elektrónový lúč 3. Zaostrňovacie cievky 4. Vychyľovacie cievky 5. Anódový kontakt 6. Maska \*\*

8 Federmann. Wikipedia CZ. [online]. 2007-03-25 [Citované: 2011-04-05] [https://cs.wikipedia.org/wiki/Obrázovka:\\_CRT](https://cs.wikipedia.org/wiki/Obrázovka:_CRT)

- 4.1.2. Štatistika elektrónov a dier v polovodičoch
- 1.3. Transportné javy v polovodičoch
- 2. Kontakt kov - polovodič
- 2.1. Ohmický kontakt
- 2.2. Schottkyho kontakt (ideálny)
- 2.3. Schottkyho kontakt (reálny)
- 2.4. Mechanizmy prenosu náboja cez Schottkyho bariéru
- 3. P-N prechod
- 3.1. Teória p-n prechodu
- 3.2. Ideálna I-V závislosť pn-prechodu
- 3.3. Ideálna C - V závislosť pn-prechodu
- 3.4. Reálna I-V závislosť pn-prechodu
- 3.5. Modelovanie a simulácia vybraných vlastností pn prechodu
- 4. Optické vlastnosti polovodičov
- 4.1. Svetlo a polovodič

... Základy teórie a princípy činnosti bipolárneho tranzistora

Animácia planárnej technológie výroby BT:

FOTOLITOGRAFIA: postupne sa menia

Emitor, Báza, Kolektor

Dozings/Concentration: 1.4E+19, 2.0E+16, 2.9E+13, -5.0E+12, -4.2E+15

SiGe Heterojunction bipolar transistor structure

Parameters of transistor

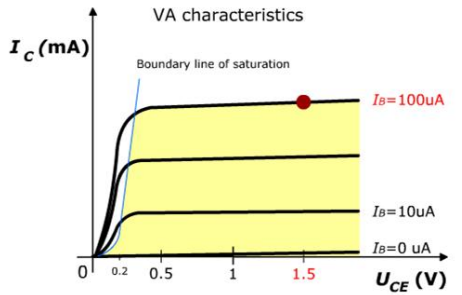
$I_b = 100 \mu A$   
 $I_b = 0 \mu A$   
 $I_b = 10 \mu A$   
 $I_b = 100 \mu A$   
 $U_{ce} = 1.5 V$

Mode: **conductive**

Show Description

SiGe  
 BT vs HBT  
 BiCMOS  
 Applications  
 Help  
 Info

www.kme.elf.stuba.sk/kme



Príspevok Všetky príspevky  
 Institute of Electronics and Photonics

eLearn central  
 be smart. educate yourself.

Číslicové obvody / Schreiber / 2011

« Prvá « Predchádzajúca 1 2 3 4 5 6 7 8 Nasledujúca » Posledná »

Číslicové obvody

Úvod

História

Princípy číslicových systémov

Tranzistor ako spínač

1.1. Správanie sa tranzistora v obvode

1.2. Princíp činnosti tranzistorového spínača

Klasifikácia číslicových vvodov

Priamo viazaná logika DCTL

1.1. Logický člen NOT

1.2. Logický člen NOR

1.3. Logický člen NAND

Diódová logika DTL

Tranzistorová logika TTL

1.1. Logický člen NAND TTL

Emitorovo viazaná logika CL

1.1. Logický hradlo NOR ECL

0. Unipolárne logické obvody MOS

1. Unipolárne logické obvody MOS

2. Logické obvody BiCMOS

literatúra

2. História

Obr. 1 "Analytical engine" Charlesa Babbagea

Rok 1837

Angličan Charles Babbage (1791 - 1871, Angličan), vynášiel prístroj "Analytical engine" (Obr. 1). Tento jeho vynález bol prvým krokom vývoja, napredujúceho smerom k modernej výpočtovej technike. Samotné logické hradlá tohto prístroja vykonávali logické funkcie pomocou prevodov mechanických častí (spínače, relé). Až roku 1991 bol podľa originálnych plánov zostrojený prvý fungujúci stroj <sup>1</sup>. Elektromagnetické polia sa začali využívať v logických hradlách až neskôr. Až do konca 30-tych rokov 19. storočia boli počítače vyrábané z mechanických spínačov a relé, tak ako "Analytical engine" Charlesa Babbagea. Boli však neporovnateľne väčšie, pomalšie a vysoko náročnejšie na elektrickú energiu v porovnaní s dnešnými počítačmi.

Obr. 2 elektronka \*\*

40-te roky 19. storočia

V tejto dekáde sa začali v oblasti elektroniky používať **elektrické diódy**. Najprv na báze elektróniek, neskôr sa však presadili diódy na báze polovodičov. Diódy boli v tej dobe elektronické súčiastky, ktoré síce boli lepšie ako mechanické spínače a relé, neboli však úplne spoľahlivé.

<sup>1</sup> Plan 28. [online] 2010-10-13 [Citované: 2012-05-02] <http://plan28.org/>  
 wikipedia. 2012-05-16 [Citované: 2009-05-05]  
[http://en.wikipedia.org/wiki/File:AnalyticalMachine\\_Babbage\\_London.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:AnalyticalMachine_Babbage_London.jpg)

\*\* Repro magazin. [online] 2003-02-20 [Citované: 2012-05-15]  
<http://mag.repro.cz/files/obrazky/tube1.jpg>

« Prvá « Predchádzajúca 1 2 3 4 5 6 7 8 Nasledujúca » Posledná »

copyright © eLearn central



GBT

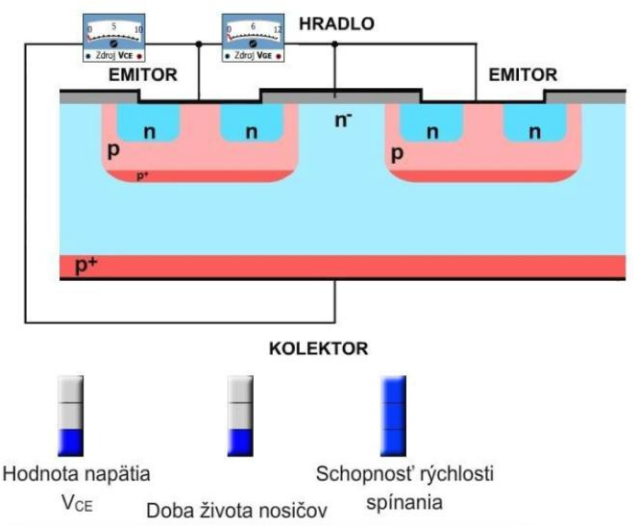
- 1. Úvod
- 1. Princíp činnosti
  - 2.1. Definícia
  - 2.2. Animácia princípu činnosti
  - 2.3. Volt-Amperové charakteristiky
  - 2.4. Výhody
  - 2.5. Nevýhody
- 1. Aplikácia
  - 3.1. Animácia Aplikácia
- 1. Vývoj
  - 4.1. Vývoj časť 2

## 2.2. Animácia princípu činnosti

### Animácia princípu činnosti

Pre spustenie animácie stačí kliknúť na obrázok.

### Štruktúra PT IGBT



## 2.1.3. Príklady protokolov

**Referenčný model TCP/IP** obsahuje len tie protokoly, ktoré sú potrebné na komunikáciu v sieti Internet (Tab 4)<sup>24, 25, 26, 27, 28</sup>.

**OSI model** obsahuje protokoly pracujúce na viacerých typoch sietí ako napr. Bluetooth<sup>29</sup>, Token Ring<sup>30</sup> a Ethernet<sup>31</sup>, vďaka čomu má uplatnenie aj v iných oblastiach.

Tab. 4 Príklady protokolov v TCP/IP a v OSI modeli

Príklady protokolov v TCP/IP	
Názov vrstvy [dátová jednotka]	Príklady protokolov v danej vrstve
4. aplikačná vrstva [dáta]	HTTP, FTP, DNS, DHCP, SMTP, SNMP
3. transportná vrstva [segment]	TCP, UDP, SCTP
2. sieťová vrstva [paket]	IPv4, IPv6, ICMP, IGMP
1. spojová vrstva [rámec]	OSPF, Media Access Control (Ethernet, ISDN)

Príklady protokolov v OSI modeli	
Názov vrstvy [dátová jednotka]	Príklady protokolov v danej vrstve
7. aplikačná vrstva [dáta]	FTAM, X.400
6. prezentačná vrstva [dáta]	X.216, X.226
5. relačná vrstva [dáta]	X.215, X.225
4. transportná vrstva [segment]	TP0, TP1, TP2, TP3, TP4
3. sieťová vrstva [paket]	CLNP, CLNS, CONP, CMNS
2. spojová vrstva [rámec]	802.5 Token ring, FDDI, X.25
1. fyzická vrstva [bit]	Token ring, FDDI a X.25 hardware, Bluetooth

**?** Ktorý z uvedených modelov sa využíva na komunikáciu po sieti Internet?

Ukáž odpoveď

semiconductor structure - LED

LED structure (under electron microscope)

Luminous LED

Type of contact

LED

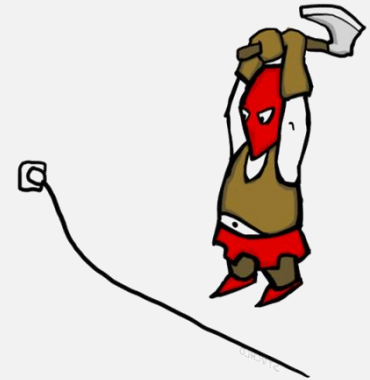
Continue

Back

Info

# [uef.fei.stuba.sk/moodleopen](http://uef.fei.stuba.sk/moodleopen)

- online **Energetický slovník** - kurz Energetický slovník (URL: <http://uef.fei.stuba.sk/moodleopen/course/view.php?id=117>) a odbornej knižnej publikácie „Energetický slovník pre základné a stredné školy“
  - viac ako 740 technických termínov, ktoré sú doplnené obrázkami, schémami zapojenia a grafmi, ktoré pomáhajú lepšie vysvetliť jednotlivé heslá



## Frekvencia (kmitočet) - Frequency

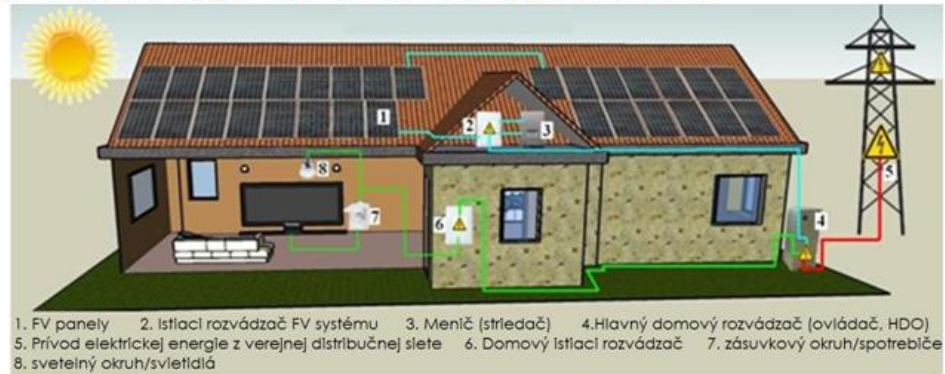
Frekvencia (kmitočet) je počet kmitov za jednotku času. Jednotkou frekvencie  $f$  je 1 Hz (hertz je počet kmitov za sekundu).



Táto publikácia vznikla vďaka podpore Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR v rámci riešenia projektu KEGA 018STU-4/2012 "Podpora vzdelávania v oblasti elektroenergetiky na stredných a základných školách"

## Fotovoltaická elektrárň - Photovoltaic power plant

Fotovoltaická elektrárň sa skladá z fotovoltaických článkov. Dochádza v nej k premene slnečného žiarenia na elektrinu. To, koľko elektriny dokáže fotovoltaická elektrárň vyrobiť, závisí od viacerých faktorov. K najhlavnejším patrí počet slnečných hodín a intenzita slnečného žiarenia.



### Otázka 6

Čiastočne  
správny

Známka 0,50 z  
1,00



Jednou z špecifických vlastností JFET je

Vyberte jednu alebo viac:

- a. veľký šum **X**
- b. lineárna závislosť kolektorového prúdu ID od napätia UDS **✓**
- c. veľký vstupný prúd a malý vstupný odpor
- d. malý vstupný prúd a veľký vstupný odpor

Správna odpoveď je

malý vstupný prúd a veľký vstupný odpor

lineárna závislosť kolektorového prúdu ID od napätia UDS



### 3. Rozdelenie materiálov podľa vodivosti



Aby sme sa dostali ku polovodičom, musíme si zdefinovať pojem elektrická vodivosť a rozdeliť materiály.

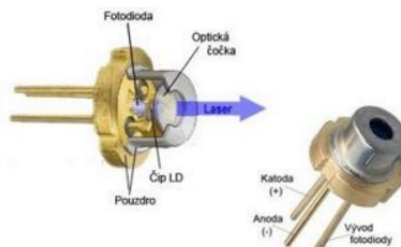
**Elektrická vodivosť** je fyzikálna veličina ktorá vyjadruje schopnosť vodiča viesť elektrický prúd.

Materiály podľa elektrickej vodivosti rozdeľujeme na:

- **Vodiče** sú látky, ktoré majú vysokú mernú elektrickú vodivosť  $> 10^3$  S/m - kovy.
- **Izolanty** majú nízku mernú elektrickú vodivosť, teda vysoký merný elektrický odpor  $> 10^8$  Wm.
- **Polovodiče** sa nedajú jednoznačne zaradiť do ani jednej z uvedených kategórií, vyznačujú sa rozdielnymi vlastnosťami v závislosti od vonkajších podmienok.



### 2.7. Laserová dióda



Obr. 7 Vnútrná štruktúra a realizácia laserovej diódy

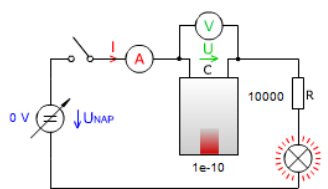
**Laserová dióda** je polovodičová optoelektronická súčiastka, ktorá vďaka stimulovanej emisii vyžaruje koherentné úzkospektrálne žiarenie/laserové svetlo. Žiarenie je vybudené priepustným prúdom. Patrí do skupiny polovodičových laserov.

**Laser** - Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

- Svetlo zosilnené žiarením, ktoré bolo vybudené stimulovanou emisiou
- Koherentné žiarenie s vysokou energiou (fotóny majú rovnakú fázu, smer, polarizáciu)

Adobe Flash Player 10

Kondenzátor v obvode jednosmerného prúdu



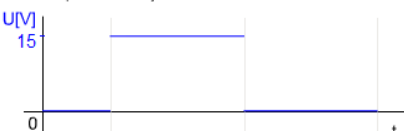
Volby parametrov:

Kapacita C:

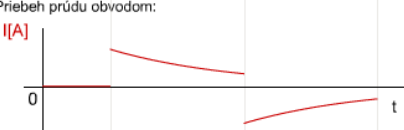
Odpor R:

Napätie zdroja:


Priebeh napätia na zdroji:



Priebeh prúdu obvodom:



Priebeh napätia na kondenzátore C:



0,18ns 0,54ns 0,9ns

help teória

<http://kme.elf.stuba.sk/elearn>

# Interaktívne aplikácie

- interaktívne hry napr. Energy Robot, Solaris, Osemsmerovky a Tajničky, náučných videí so zameraním na oblasť energetiky URL: <http://www.oze.stuba.sk/minimapa/>, edukačného energetického Pexesa,
- interaktívna odborná monografia „*Tajomný svet energie*“-multimediálneho informačno-vzdelávacieho DVD zameraného na oblasť elektroenergetiky, ktoré interaktívnou formou popularizuje problematiku elektroenergetiky na základných a stredných školách

**Premena energie**  
**8 Technológie geotermálnej premeny**  
**8.1 Parné geotermálne elektrárne**

Parné elektrárne poháňa priamo horúca para z podzemných zásobníkov. Takto vzácne zásoby sa nachádzajú len v niekoľkých lokalitách a musia sa vyznačovať vysokou teplotou geotermálnej tekutiny. Získaná para putuje sústavou potrubí do centrálnej budovy elektrárne, odkiaľ ide priamo na turbínu. Počas celého procesu sa od pary oddeľuje vlhkosť. Tá sa ako prebytočná v kvapalnom skupenstve vracia reinjektážnym vrtom naspäť do geotermálneho zásobníka, čím sa predlžuje životnosť zásobníka.

Obr. 8.1 Princípna schéma parnej geotermálnej elektrárne

Di Pippo, R.: Small geothermal power plants design, performance and economics, Geo-Heat Center Bulletin, 20 (2) 1999, pp. 1–8



**SLOVENSKÁ TECHNICKÁ  
UNIVERZITA V BRATISLAVE**  
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY  
A INFORMATIKY



MINISTERSTVO ŠKOLSTVA,  
VEDY, VÝSKUMU A ŠPORTU  
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Tento projekt vznikol vďaka podpore Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR v rámci riešenia projektu KEGA 018STU-4/2012 "Podpora vzdelávania v oblasti elektroenergetiky na stredných a základných školách".

Domov

Vítajte vo svete energie



Moje kurzy

TAJOMNÝ SVET ENERGIE



© 2014

Autori:

prof. Ing. František Janíček, PhD.

doc. Ing. Ľubica Stuchlíková, PhD.

doc. Mgr. Miroslava Farkas Smitková, PhD.

Ing. Jozef Holjenčík, PhD.

Ing. Anton Čerman

Navigácia

Domov

Moja domovská stránka

Stránky portálu

**Navigácia**

- Domov
- Moja domovská stránka
  - Stránky portálu
  - Mój profil
  - Moje kurzy
    - TAJOMNÝ SVET ENERGIE
      - Účastníci
      - Všeobecné
      - Téma 6
      - Zdroje energie
      - Premena energie
      - Prečo môže byť každý elektrárneň?
      - Hry o svete energie
      - Energetický slovník

**Nastavenia**

- Administratíva kurzu
  - Známky
- Nastavenia môjho profilu

**Aktuálna činnosť**

Aktivita od Sunday, 11 January 2015, 04:03

Kompletná správa o Vašej aktuálnej činnosti

Od Vášho posledného prihlásenia sa nič nezmenilo

# TAJOMNÝ SVET ENERGIE

- Úvodné strany
- Predslov
  - O autoroch
  - Obsah

Úvod

## 1 Zdroje energie



## 2 Premena energie



## 3 Prečo môže byť každý elektrárneň?



## 4 Hry o svete energie



## 5 Energetický slovník



## 6

- História elektrotechniky na Slovensku
- Záver

- Zoznam často používaných skratiek a označení
- Dotatok – Veľičiny, jednotky a prevody

Kapitola	
1	<b>Zdroje energie</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ÚVOD</li> <li>2. ENERGIA</li> <li>3. FOÍLNE PALIVÁ</li> <li>4. JADROVÁ ENERGIA</li> <li>5. VODNÁ ENERGIA</li> <li>6. SLNEČNÁ ENERGIA</li> <li>7. VETERNÁ ENERGIA</li> <li>8. BIOMASA</li> <li>9. GEOTERMÁLNA ENERGIA</li> </ol>
2	<b>Premena energie</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ÚVOD</li> <li>2. TEPELNÉ ELEKTRÁRNE</li> <li>3. JADROVÉ ELEKTRÁRNE</li> <li>4. VODNÉ ELEKTRÁRNE</li> <li>5. SLNEČNÉ ELEKTRÁRNE</li> <li>6. VETERNÉ ZARIADENIE</li> <li>7. SPÔSOBY VYUŽITIA BIOMASY</li> <li>8. TECHNOLÓGIE GEOTERMÁLNEJ PREMENY</li> <li>9. ĎALŠIE ASPEKTY POROVNANIA ELEKTRÁRNÍ</li> <li>10. TEPELNÉ ČERPADLÁ</li> <li>11. PRENOS A DISTRIBÚCIA ELEKTRINY</li> </ol>
3	<b>Prečo môže byť každý elektrárneň?</b>
4	<b>Hry o svete energie</b>
5	<b>Energetický slovník</b>

obtížnosť:

LAMA

AMATÉR

PROFÍK

# Hry - Gamifikácia

Energy  
PEXESO

Martin Stuchlík 2014

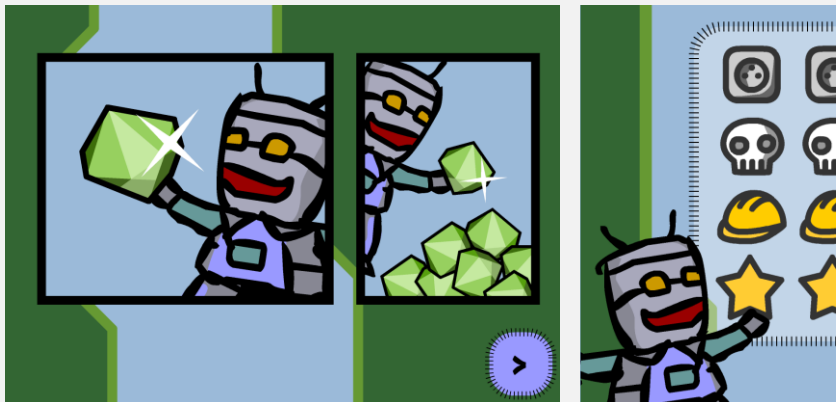


čas:  
0:2:25

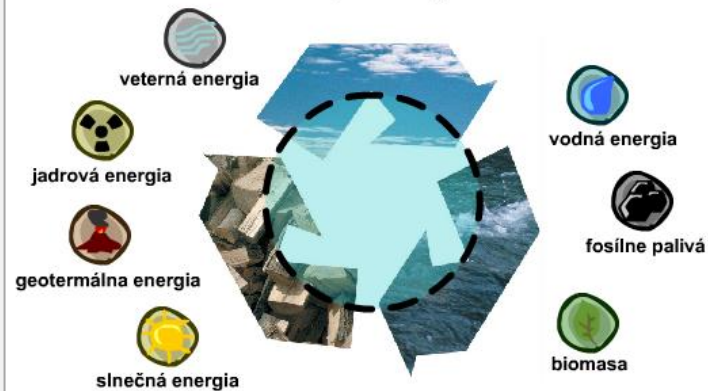
Počet  
ťahov:  
39

Menu

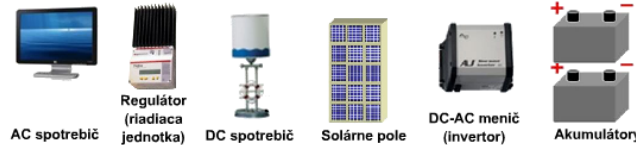
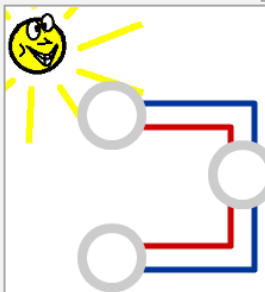
# Hry o svete energie



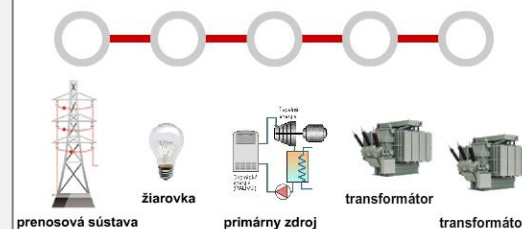
Kvíz: ťahaním myši vyberte z uvedených zdrojov tie, ktoré patria medzi obnoviteľné zdroje energie.



Kvíz: Zapojte solárne panely a pripojte k nim regulátor a jednosmerné zariadenie (DC spotrebič).



Kvíz: pospájaj jednotlivé obrázky tak, aby si vyrobil a prepravil elektrickú energiu od zdroja k spotrebiču.





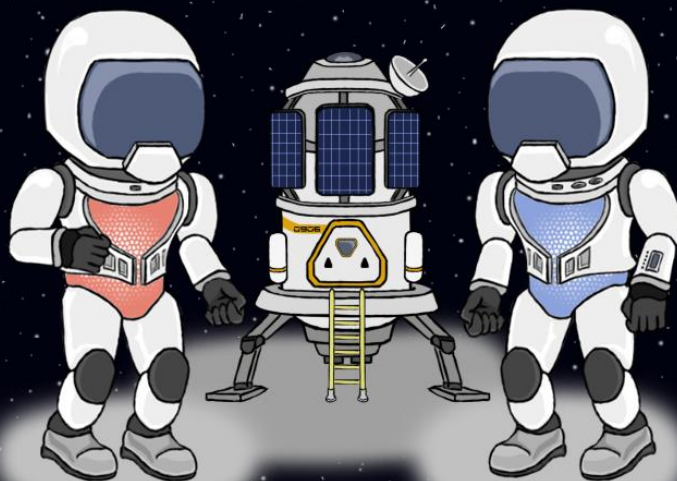
# Tajomstvá elektroniky a fotoniky

edukačná hra

PRIPOJIŤ SA  
DO HRY

VYTVORIŤ  
HRU

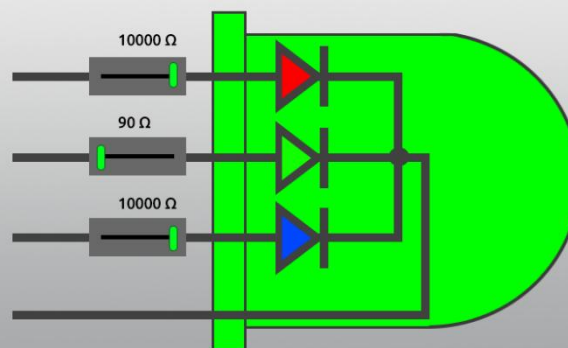
OVLÁDANIE



# Tajomstvá elektroniky a fotoniky

edukačná hra

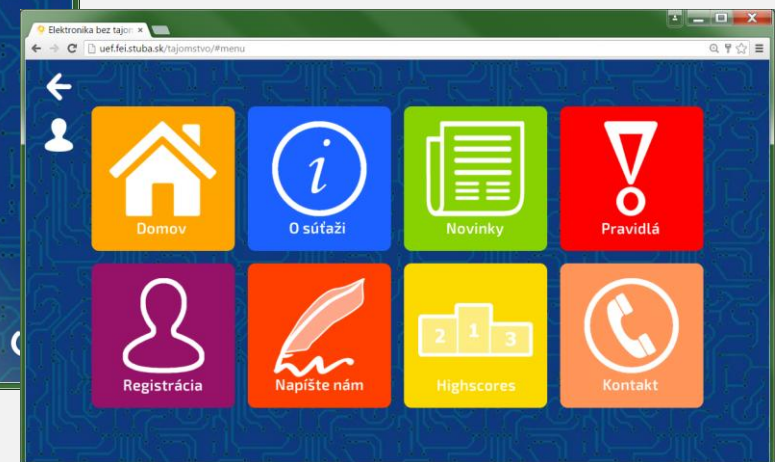
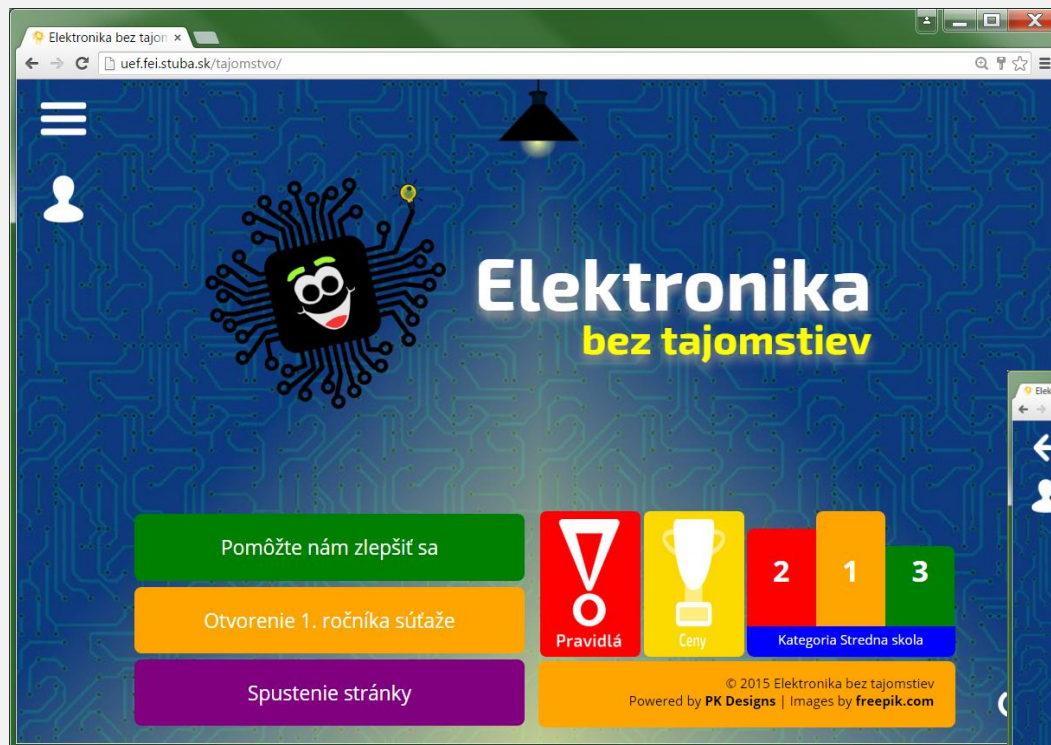
Nastav odpory na jednotlivých diódach tak, aby RGB LED svietila ako zelená.



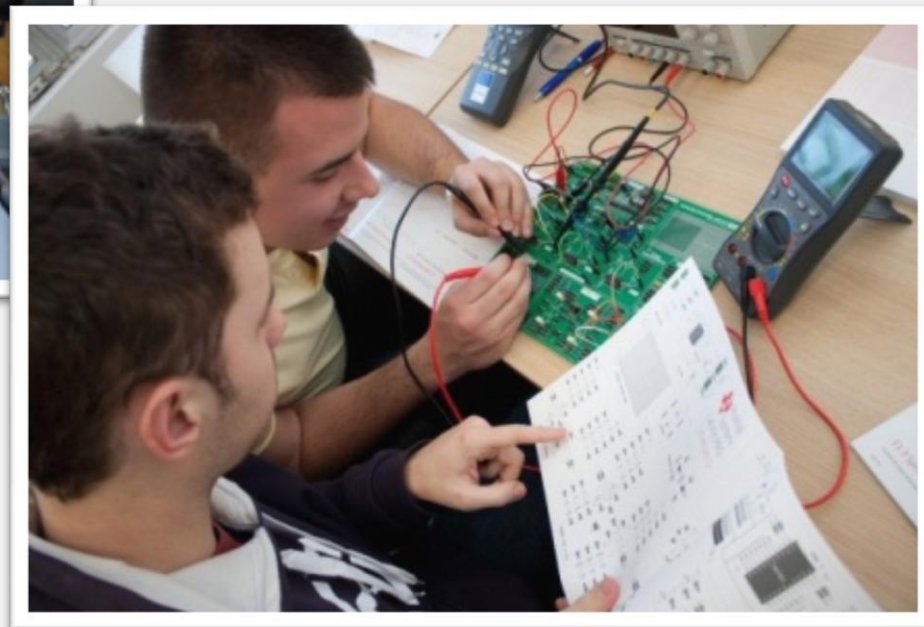
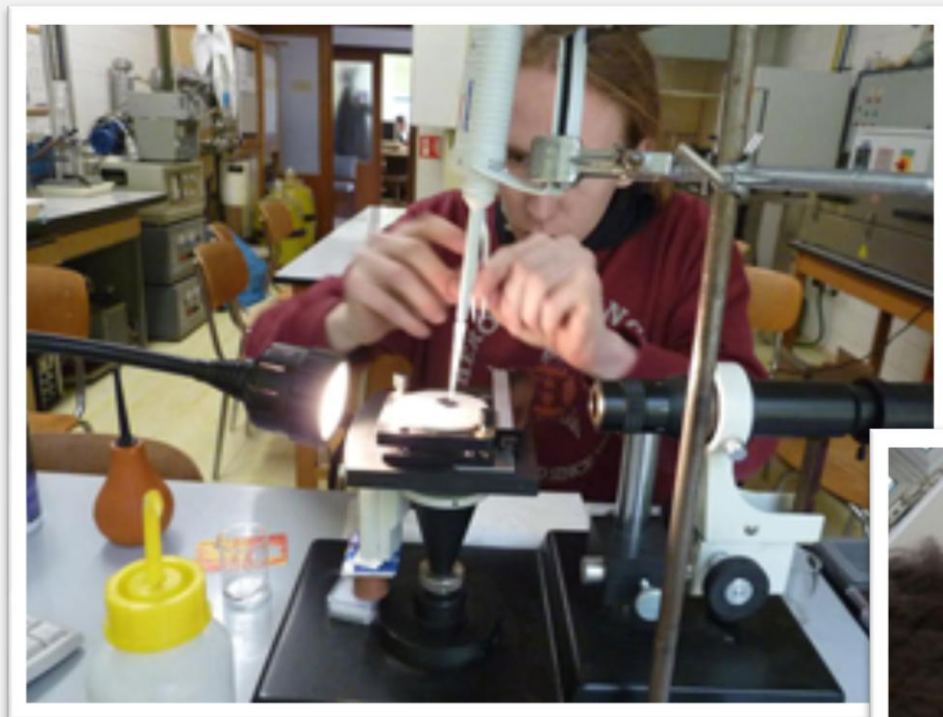
# Súťaž „Elektronika bez tajomstiev“

<http://uef.fei.stuba.sk/tajomstvo/>

2.Ročník  
Začíname  
**21.12.2017**



# Prax stredoškolákov na STU



**UEF**

ÚSTAV ELEKTRONIKY A FOTONIKY

# Letná univerzita pre stredoškóolákov



# Ďakujem za pozornosť

<http://onlinewmu.com/512-2/>

[lubica.stuchlikova@stuba.sk](mailto:lubica.stuchlikova@stuba.sk)

STU  
FEI

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ  
UNIVERZITA V BRATISLAVE  
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY  
A INFORMATIKY

