

Polovodiče - - vodivost čistých polovodičů

Polovodivé vlastnosti křemíku

Využití polovodičů

Termistor

Fotorezistor

Rozdělení látek

- **VODIČE** - látky, které dobře vedou elektrický proud (např. kovy, vodné roztoky, taveniny látek).
- **NEVODIČE (IZOLANTY)** - nevedou elektrický proud, zeslabují elektrické pole (guma, plasty, dřevo).
- **POLOVODIČE** - vedou elektrický proud za určitých podmínek.

Co jsou polovodiče

- Jsou to pevné látky, za určitých okolností vodiče a za jiných okolností izolanty.
- Jejich vodivost je **větší** než vodivost **izolantů** a **menší** než vodivost **vodičů**.
- Mezi nejznámější polovodiče patří prvky IV. A skupiny (germanium Ge, křemík Si, selen Se), ale i některé sloučeniny např. sulfid měďný Cu_2S , galiumarsenid GaAs, sulfid kademnatý CdS.

Polovodivé vlastnosti křemíku

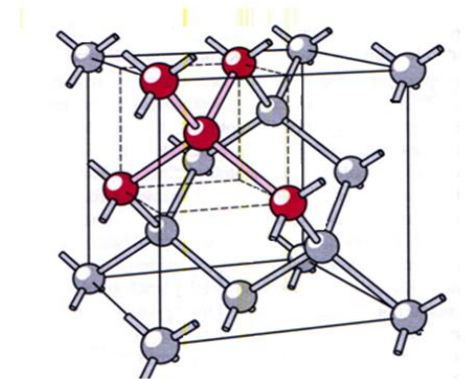
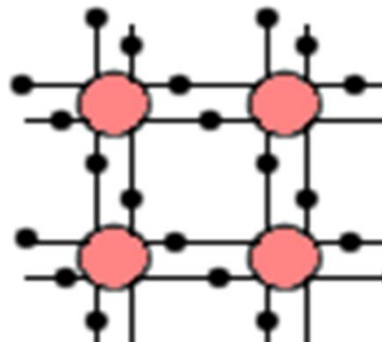
- Krátce o prvku
 - druhý nejrozšířenější prvek na Zemi,
 - základní stavební prvek zemské kůry (25,7 %),
 - v přírodě se vyskytuje ve sloučeninách, nejrozšířenější je křemen (SiO_2 – oxid křemičitý),
 - ve valenční vrstvě 4 elektrony.

Polovodičové vlastnosti křemíku objevil v 1. polovině 19. století švédský vědec J.J. Berzelius.



Polovodivé vlastnosti křemíku

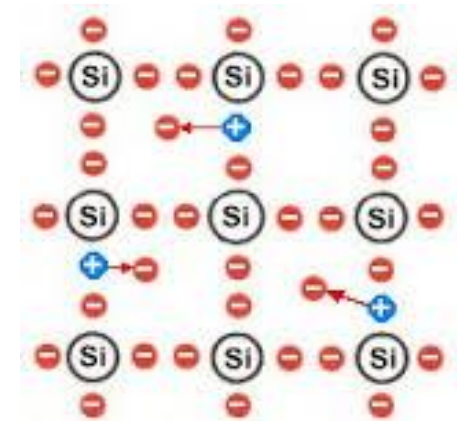
- Atom křemíku má ve vnější vrstvě 4 elektrony.
- V krystalové mřížce je každý atom křemíku vázán s dalšími čtyřmi atomy křemíku pomocí těchto elektronů.
- Znamená to tedy, že neexistují volné částice (elektrony).
- Toto platí jen za velmi nízkých teplot.



Polovodivé vlastnosti křemíku

- Při vyšších teplotách se vazebné elektrony uvolňují, po nich vznikne volné místo, tzv. **volná díra, která se chová jako kladná částice.**
- S rostoucí teplotou přibývá těchto volných částic.
- Volné elektrony a volné díry konají pohyb neuspořádaný.

<http://fyzmatik.pise.cz/635-animovane-polovodice.html>



Polovodivé vlastnosti křemíku

Vlastní vodivost (vodivost čistých polovodičů)

Valenční elektrony atomů vytvářejí elektronové páry se sousedními atomy v krystalické mřížce. Elektrony se z vazby mohou uvolňovat, získají-li dostatečnou energii např. zahřátím, dopadajícím zářením:

- vznikají páry záporných a kladných nosičů náboje – elektrony a díry
=> generace nosičů náboje

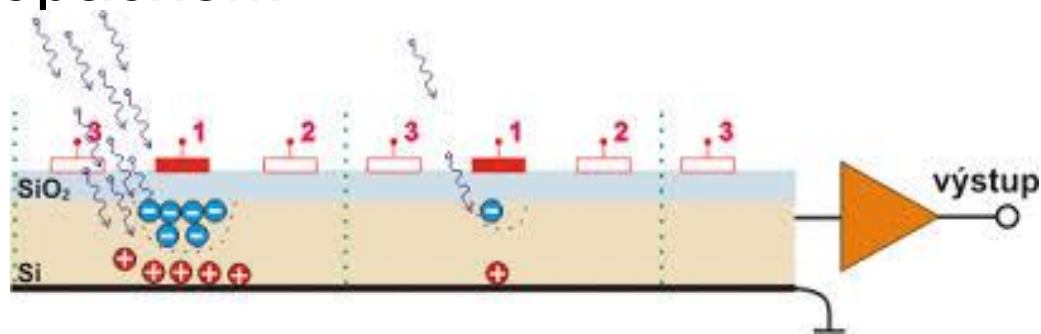
Při nízkých teplotách žádný elektron tuto energii nemá a látka je elektricky nevodivá.

Vlastní polovodič v elektrickém poli

- generace páru elektron – díra
rekombinace: zánik páru elektron – díra

Při stálé teplotě jsou generace a rekombinace v **rovnováze**.

- Zapojíme-li polovodič do el. obvodu, vzniká v něm **el. pole**. To způsobuje uspořádaný pohyb děr k zápornému pólu zdroje a volných elektronů ve směru opačném.



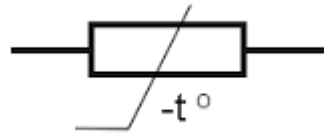
Výsledný proud je součtem proudu elektronového a děrového:

$$I = I_e + I_d$$

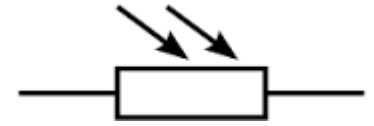
$$I_e = I_d$$

Využití polovodičů

Temistor



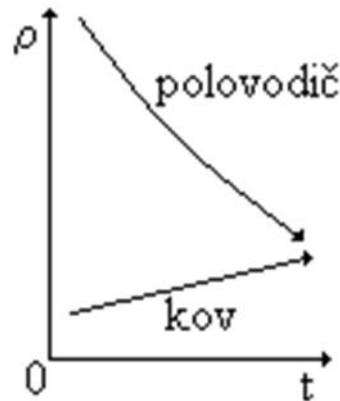
Fotorezistor



Vliv teploty na odpor vodičů

- Kovy - s rostoucí teplotou roste odpor.
- Polovodiče - s rostoucí teplotou většinou odpor klesá.

Elektrické vlastnosti záleží na dalších podmínkách (teplota, záření, příměsi)



- http://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=pol_termistor&l=cz

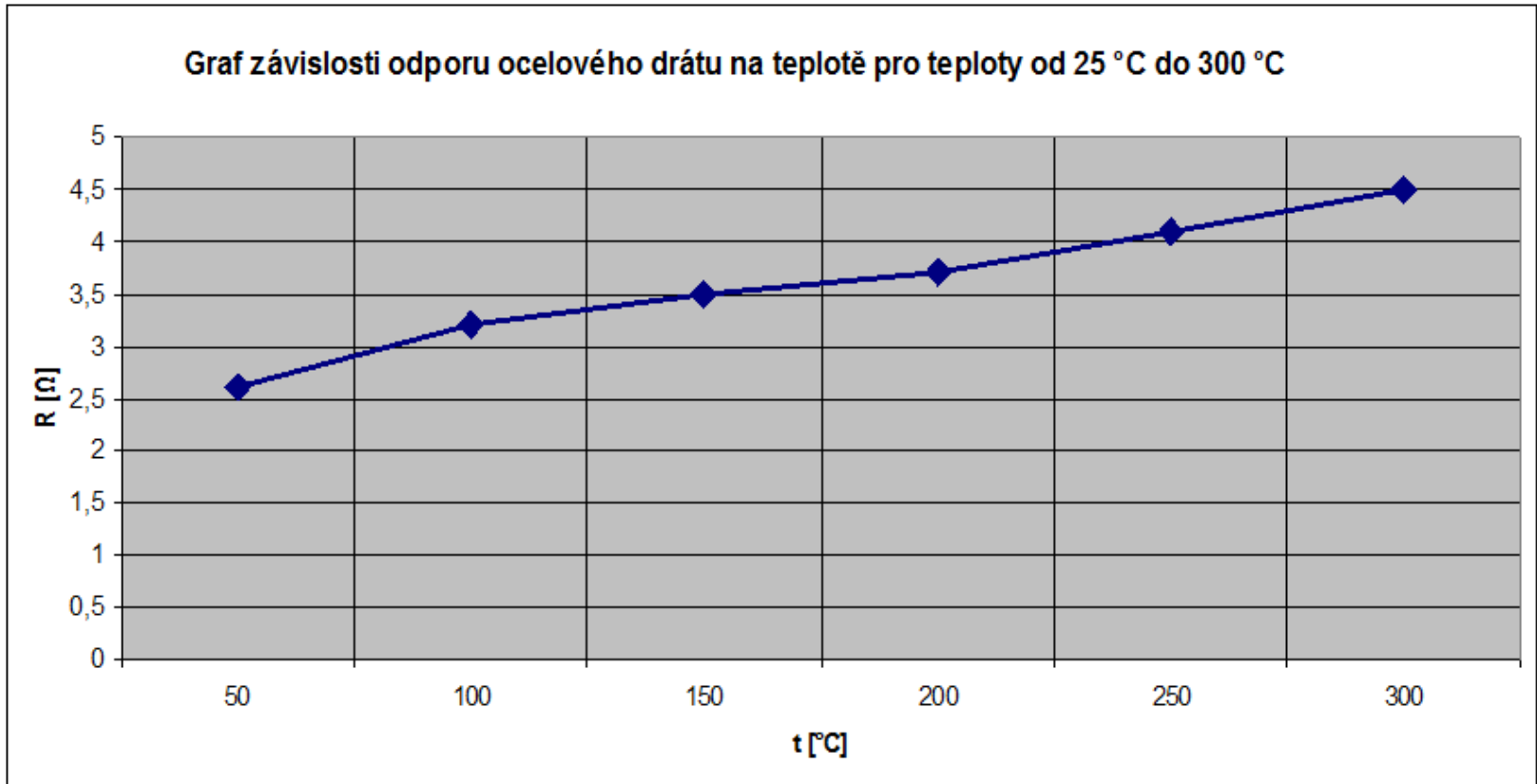
Zjištění hodnot

| | t [°C] | I [mA] | R [Ω] |
|--------------------------------|----------|-------------|---------|
| Ocelový drát ($U = 1,5$ V) | 25 | 741 | 2,7 |
| | 85 | 500 | 3 |
| Termistor ($U = 3,0$ V) | 25 | 14 | 212 |
| | 85 | 30 | 100 |

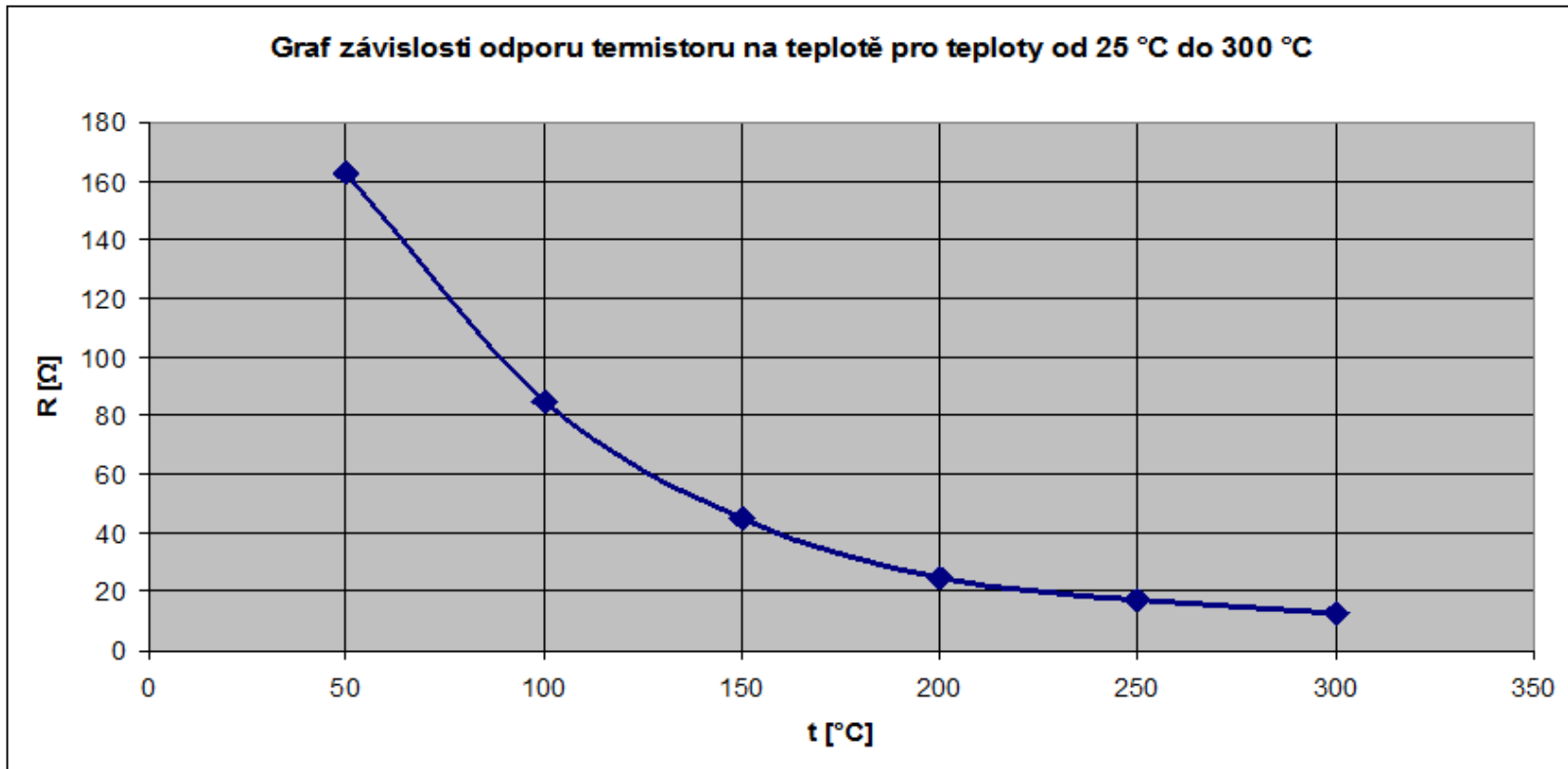
Změřit proud procházející ocelovým drátem při 25°C a při 85°C. Stejně i u termistoru.

Z naměřených hodnot vypočítat elektrický odpor podle Ohmova zákona.

Závislost odporu ocelového drátu na teplotě



Závislost odporu termistoru na teplotě

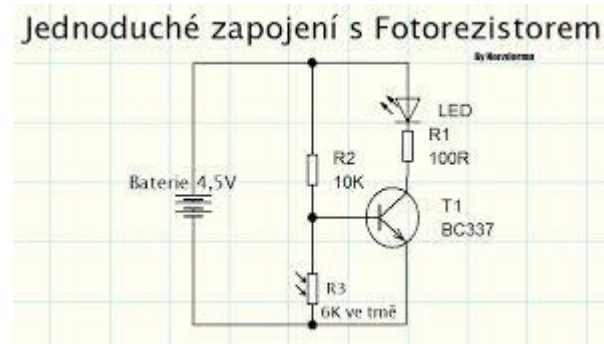
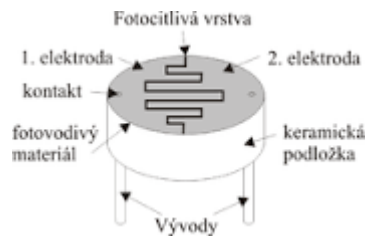


Využití a výroba termistoru

- Měření teploty
- Měření průtokového množství. Termistor se napřed elektrickým proudem ohřeje na jistou teplotu a pak se ponoří do proudu kapaliny nebo plynu a tak se ochlazuje. Ochlazení závisí na průtoku (při dané teplotě látky, která protéká).
- Meteorologie – měření rychlosti větru.
- Rozmezí teplotního použití termistorů bývá od $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+300\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Termistory se vyrábějí z oxidu různých kovů (Mn, Cu, Ni, Mg, Cd, Ti, U aj.), jenž se rozemele na prášek (vyrábí se tzv. práškovou metalurgií), přidají se další příměsi a pojídlo a poté se za vysokého tlaku slisuje na žádaný tvar a spéká při vysoké teplotě (přes $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$). Výrobek se nechá zestárnout, aby se jeho vlastnosti stabilizovaly. Lisuje se do tvaru tyčinek, perliček, korálek, kotoučků nebo podložek malých rozměrů (řádu 1 až 10 mm).

Změny odporu polovodičů při osvětlování

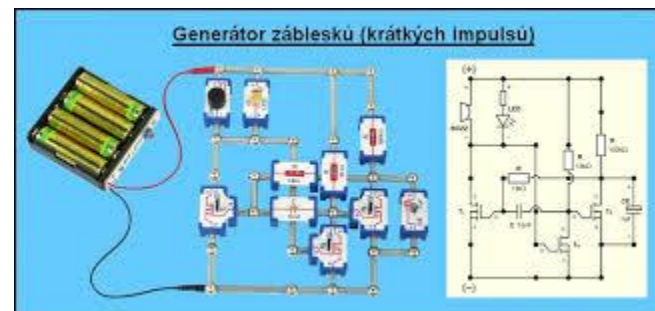
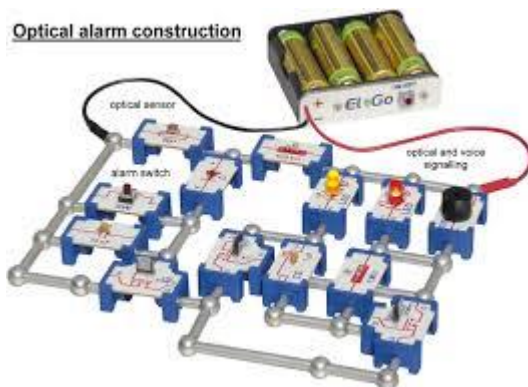
- Osvětlením fotorezistoru proud v obvodu vzroste – odpor se zmenší.
- Zacloněním fotorezistoru, proud poklesne – jeho odpor se zvýší.



<http://www.vacak.cz/data/android/physicsatschool/akce.php?f=92&l=cz>

Využití a výroba

- Měření osvětlení
- Automatické počítání předmětů (pečivo, lahve)
- Automatické otvírání a zavírání dveří
- Fotorezistor se vyrábí z polovodičových materiálů, které jsou citlivé na světlo – sulfid kademnatý CdS.



- <https://www.google.cz/search?q=k%C5%99em%C3%ADk&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=BOuqVKv1K9TtarnLgsAF&ved=0CIEBEIke>
- https://www.google.cz/search?q=k%C5%99em%C3%ADkov%C3%BD+polovodi%C4%8D+v+elektrick%C3%A9m+poli&biw=1366&bih=634&tbm=isch&source=Inms&sa=X&ei=sPGqVILYEs3palvSgYAF&ved=0CAcQ_AUoAg
- https://www.google.cz/search?q=termistor&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=jxKsVN_DHIjtarnYglAJ&ved=0CCgQsAQ&biw=1366&bih=634#imgdii=_
- <http://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/akce.php?f=92&l=cz>
- http://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=pol_termistor&l=cz
- https://www.google.cz/search?q=fotorezistor&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=GlytVMzKAdPiatrUgvgE&ved=0CCgQsAQ&biw=1366&bih=634#tbm=isch&q=fotorezistor+vyu%C5%BEit%C3%AD&imgdii=_
- https://www.google.cz/search?q=fotorezistor&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=GlytVMzKAdPiatrUgvgE&ved=0CCgQsAQ&biw=1366&bih=634#tbm=isch&q=fotorezistor+&imgdii=_
- Vlastní poznámky