



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# GYROSKOPY, AKCELEROMETRY A INFRAČERVENÉ SNÍMAČE

(2.8, 2.9 a 2.10)

Ing. Pavel VYLEGALA

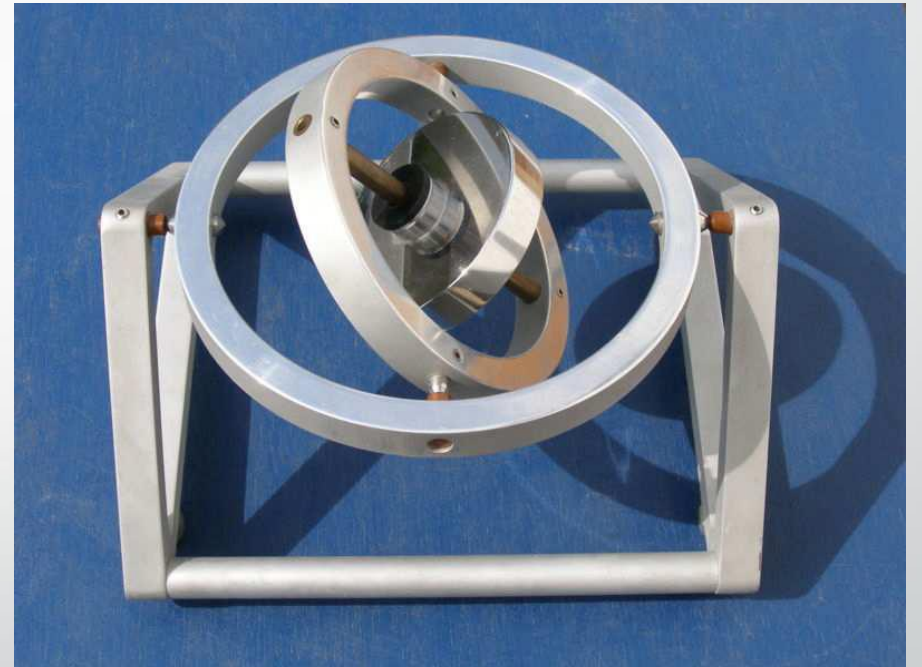
2014

ROBOTI

VE ŠKOLE PRO PRAKTICKOU VÝUKU, MOTIVACI I ZÁBAVU

# Gyroskopy

- Gyroskop byl vyvinut vědci pro studium spinu a rotace Země. Studium pohybu gyroskopu vedlo k porozumění pohybů Země a k sestrojení mnoha užitečných přístrojů – gyrokompas, zařízení pro letectví, autopilot, gyroskopická stabilizace a navigace lodí, letadel, vesmírných stanic a satelitů.



*Obr. 1 Gyroskop*

# Gyroskopy

## Cardanův závěs



Obr. 2 Cardanův závěs

- Cardanův závěs je způsob zavěšení nějakého tělesa tak, aby jeho poloha co nejméně závisela na pohybech podkladu a aby byla neustále svislou. Těleso visí na dvou diametrálně protilehlých bodech (nýtech) kruhu, který sám je zavěšen na jiných bodech. Těžisko tělesa leží přitom co možná nehlouběji pod průsekem oboch os. Cardanova závěsu.

# Gyroskopy

## Mechanický gyroskop

- Gyroteodolit je přístroj k přímému určování azimutů zvolených směrů. Gyroskop je těleso tvaru kovového prstence, nebo kovové desky rychle rotující kolem osy na toto těleso kolmé. Není-li gyroskop ovlivněn vnějšími silami, udržuje jeho rotační osa v prostoru stálý směr.



*Obr. 3 Mechanický gyroskop*

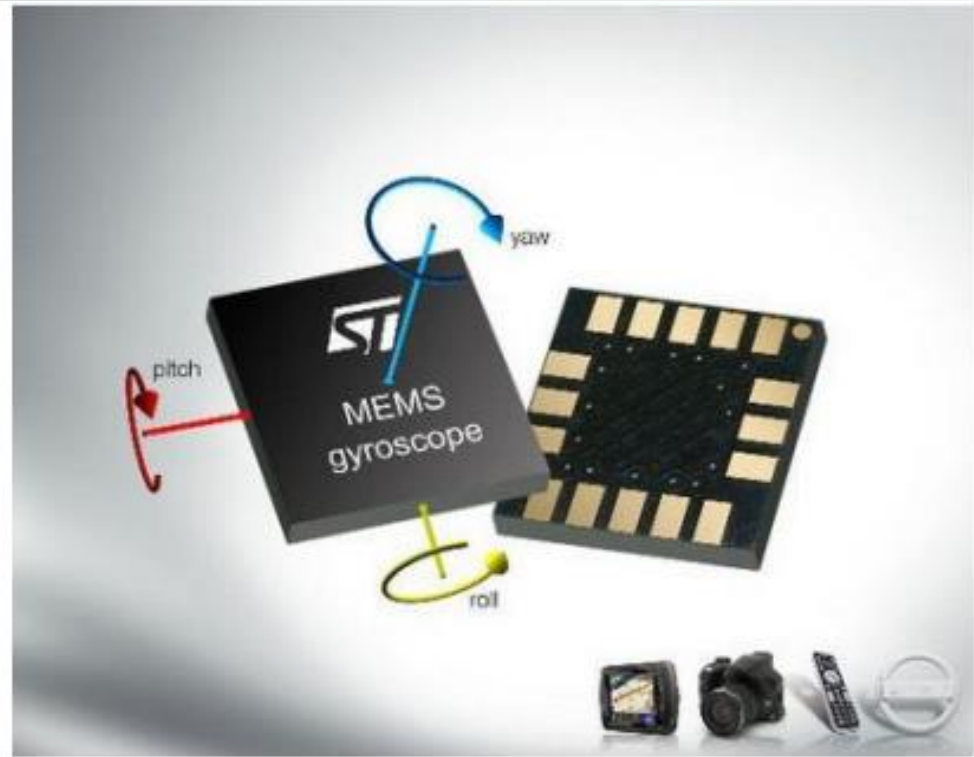
# Gyroskopy

## Jaderný gyroskop

- Využívá principu jaderného paramagnetismu látek (voda, organické roztoky, helium, páry rtuti). Atomy nebo molekuly těchto látek mají v základním stavu magnetický moment daný spiny (vlastní moment hybnosti) jader. Orientujeme-li magnetické momenty jader magnetickým polem a potom pole zrušíme, pak nepůsobí-li jiné magnetické pole, zachová si výsledný magnetický moment po jistou dobu svoji prostorovou orientaci, nezávisle na změně polohy zařízení obsahujícího látku. Hodnota výsledného magnetického momentu bude v důsledku relaxace postupně klesat.

# Gyroskopy MEMS

- Stejně jako v případě MEMS akcelerometrů obsahují MEMS gyroskopy mimo samotného snímače i celou škálu vyhodnocovacích, řídicích obvodů a logiky. Výstupní signál je pak analogový nebo digitální. Rotaci je možné typicky měřit vzhledem k jedné ze tří os z, y, x. Gyroskopy vyráběné jako integrované MEMS obvody pracující na principu Coriolisovy síly, umějí měřit pouze v jednom směru, a to je směr kolmý na plochu obvodu.



Obr. 4 MEMS gyroskop

# Gyroskopy Využití



Obr. 5 Letecký gyroskop

- Detekce a měření rotačního pohybu.
- Stabilizační jízdní systémy automobilů.
- Zpřesňování pozice systémů GPS.
- Stabilizace obrazu a předmětů.
- Zjišťování změny polohy, detekce pohybu.
- Měření setrvačnosti.
- Detekce převrácení, např. automobilu.
- Navádění a řízení raket, letadel, robotů apod.

# Akcelerometry

- Činnost snímačů zrychlení je založena na vyhodnocování setrvačných účinků těles při urychlování nebo zpomalování jejich pohybu. Využívá se přitom Newtonův zákon, podle něhož pro zrychlení platí:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{F}{m}$$

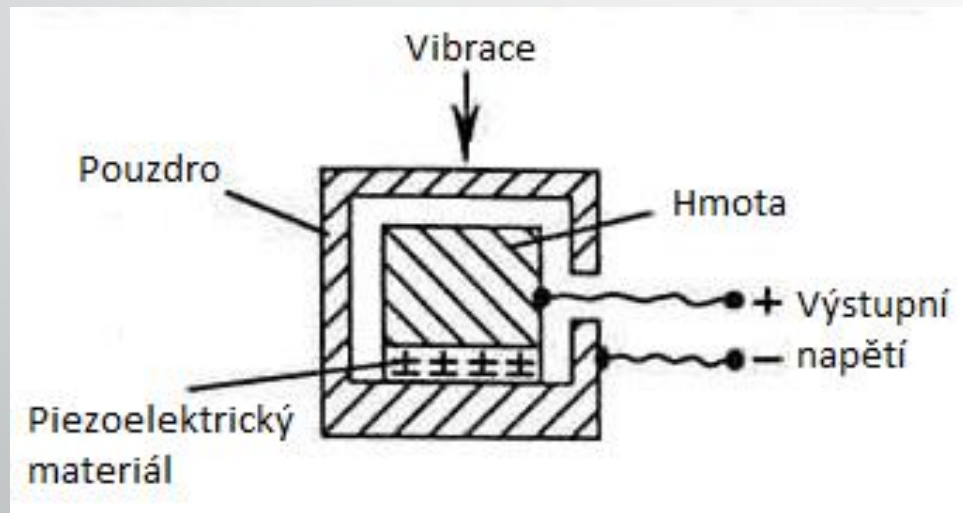
Kde  $a$  je zrychlení,  $F$  je síla a  $m$  je hmotnost



# Druhy akcelerometrů

- Akcelerometry měří zrychlení, tj. přeměňují zrychlení (změnu pohybu) na měřitelný elektrický signál. V zásadě se využívá hlavně následujících tří principů:
  - **piezoelektrické akcelerometry (PE)** - využívají piezoelektrický krystal (přírodní nebo keramiku), který generuje náboj úměrný působící síle, která při zrychlení působí na každý objekt
  - **piezoresistivní akcelerometry (PR)** - využíví mikro křemíkovou mechanickou strukturu, kde zrychlení odpovídá změně odporu
  - **akcelerometry s proměnnou kapacitou (VC)** - využíví mikro křemíkovou mechanickou strukturu, kde zrychlení odpovídá změně kapacity

# Piezoakcelerometry



Obr. 6 Vnitřní struktura piezo měniče

- využívají piezoelektrický materiál, který generuje náboj úměrný mechanickému namáhání působící akcelerací
- měření náboje piezokrystalu probíhá buď přímo pomocí externí elektroniky s vysokou vstupní impedancí, nebo častěji vnitřní elektronika senzoru konvertuje náboj na napěťový výstup s nízkou impedancí
- nemohou být použity pro měření frekvencí nižších než 0.1 Hz, tedy měření konstantního zrychlení

# Použití akcelerometrů

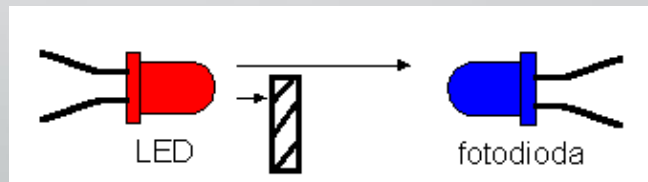
- Automobilový průmysl- senzory v airbagu, čidla systému EZS, ESP
- Měření náklonu
- Měření zrychlení
- Měření odstředivé síly
- Navigační systémy
- Měření vibrací (u strojů může třeba odhalit vadné ložisko)
- Detekce otáčení

# Infračervené senzory

- Snímače s infračerveným spektrem záření patří mezi nejužívanější a bezesporu nejvíce rozšířené senzory.
- Mezi nejběžněji používané infračervené senzory patří senzory proximální, zvané též difuzní. Princip těchto snímačů spočívá v přítomnosti nebo nepřítomnosti světla na přijímači. Tuto změnu způsobí buď přítomnost, nebo nepřítomnost objektu (snímaného předmětu) v ozařovacím poli snímače. Tato změna je zaznamenána na výstupu přepnutím výstupního členu (NPN/PNP nebo relé).

# Infračervená závora

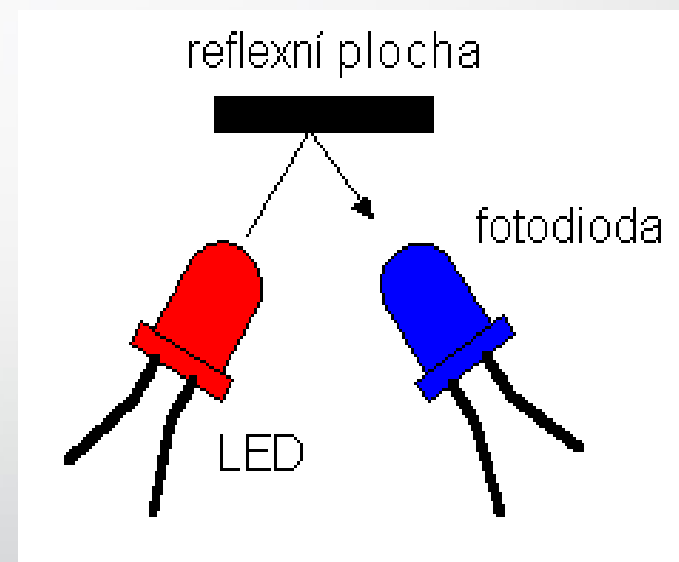
- Mezi další velmi používané infračervené senzory patří řada tzv. snímačů v režimu závory. U těchto snímačů je nutné zdůraznit jejich výbornou detekci na dlouhé vzdálenosti.
- Dosahy senzorů v režimu závory jsou až do 50 m. Jedinou možnou nevýhodou těchto snímačů je jejich nutná montáž na obou stranách snímaného předmětu a s tím spojené nutné napájení těchto senzorů. V případech, kdy je nemožné oboustranné napájení, je ovšem možné použít snímače, které umožňují napájení vysílače lithiovým akumulátorem



*Obr. 7 Provedení infra závory*

# Infračervená závora Reflexní snímač

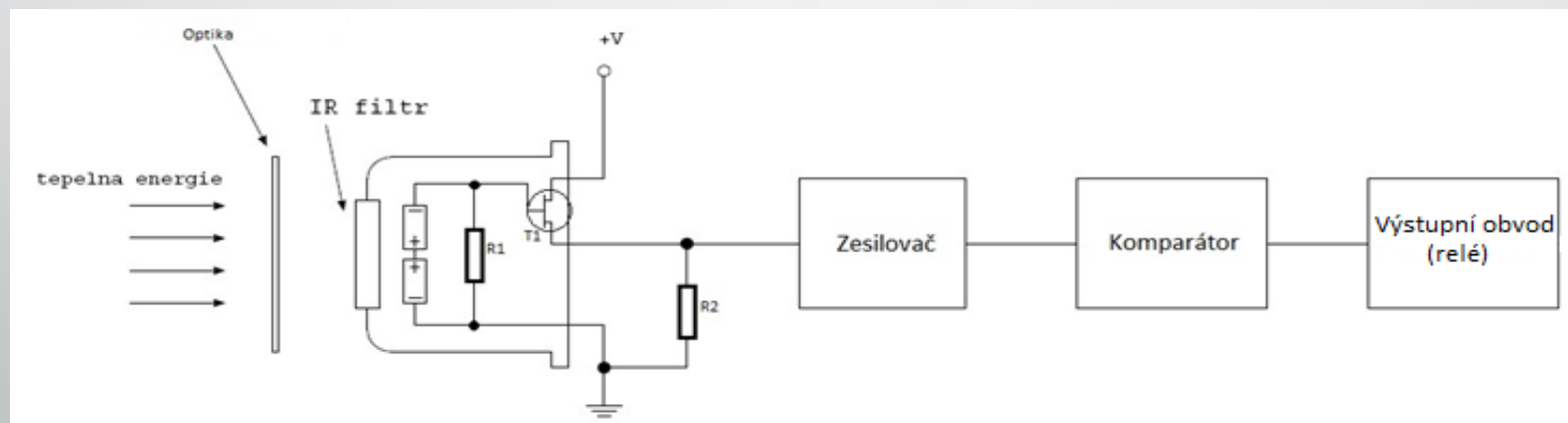
- Princip spočívá v odrazu paprsku od odrazky. Dosah reflexních senzorů je přes 10 m. Snadno se instalují a mají trochu lepší odolnost proti znečištění než snímače difuzní.
- Světelný zdroj a detektor jsou v jednom celku. Rozdíl spočívá v tom, že odraz emitovaného světla je získán pomocí reflektoru - tedy odrazky. Detekce je založena na přerušení odraženého světelného svazku, ke kterému dojde, když objekt vnikne mezi vysílač a reflektor.



Obr. 8 Provedení reflexní závory

# PIR čidla

- Zkratka PIR je z anglického názvu „passive infrared detector“ - pasivní infračervený detektor. Čidlo funguje na principu **pyroelektrického jevu**. Obecně lze pyroelektrický jev definovat jako schopnost materiálu generovat dočasný elektrický potenciál při změně jeho teploty.
- V případě PIR detektoru se pracuje s vlněním s vlnovou délkou kolem  $10\mu\text{m}$ .

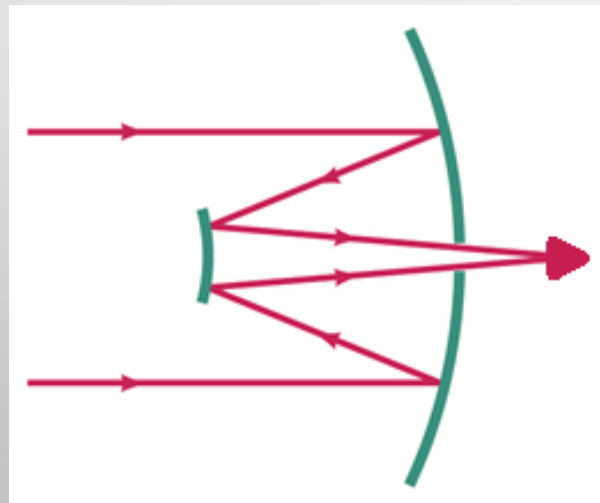


Obr. 9 Vnitřní struktura PIR čidla

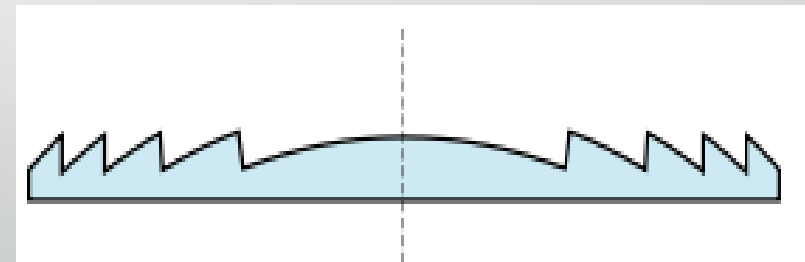
# PIR čidla

## Optika

- Úkolem optiky PIR detektorů je soustředit infračervené záření vyzařující z povrchu objektů, které se nacházejí v detekčních zónách, do PIR elementu. Snímaný prostor je rozdělen na tzv. detekční zóny, jejichž počet je dán počtem segmentů zrcadla nebo čoček, popřípadě geometrií předsažené mřížky. V praxi se používají dva optické systémy - pomocí zrcadel nebo Fresnelových čoček.



Obr. 10 Zrcadlová optika



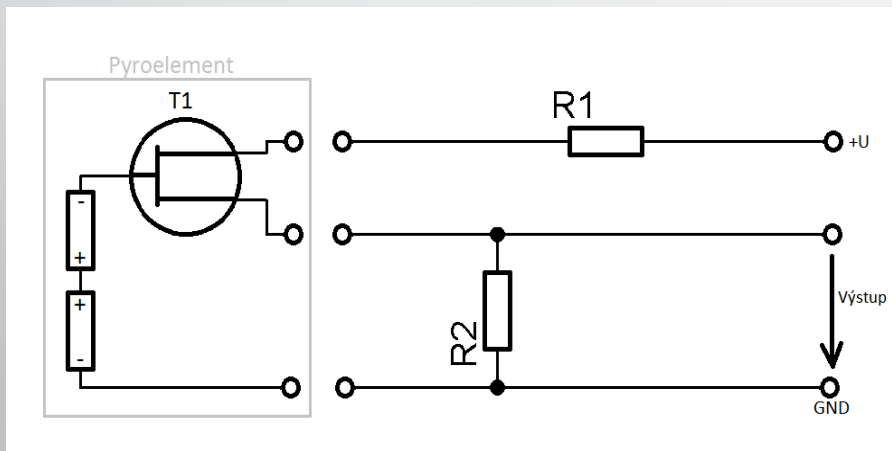
Obr. 11 Fresnelova čočka



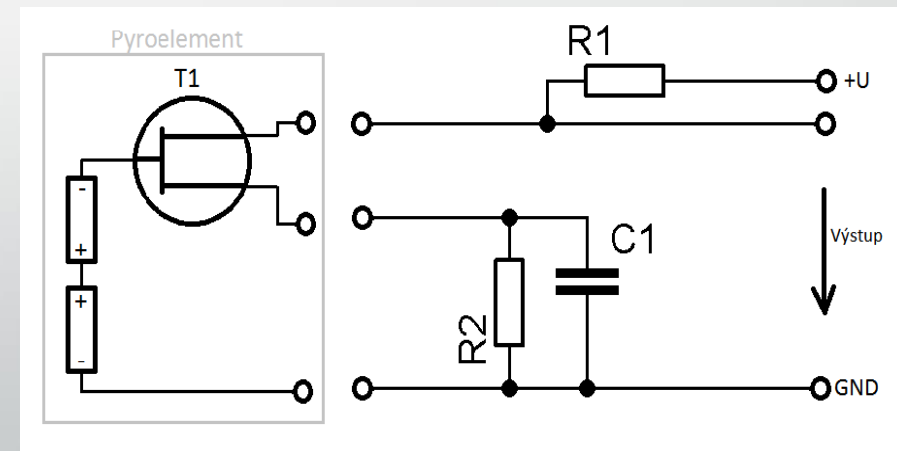
# PIR čidla

## Zesilovač

- Jelikož je výstupní napětí pyroelementu malé, je třeba jej patřičně zesílit kvůli vyhodnocování dalšími obvody. Jelikož je již v pyroelementu integrován FET tranzistor, stačí k jeho výstupu pouze vhodným způsobem připojit rezistory tak, aby byl zesilovač kompletní. U tohoto se používají dva druhy zesilovačů, buď zesilovač jako emitorový sledovač, nebo upravená verze, kdy odebíráme výstupní napětí z kolektoru.



Obr. 12 Emitorový sledovač

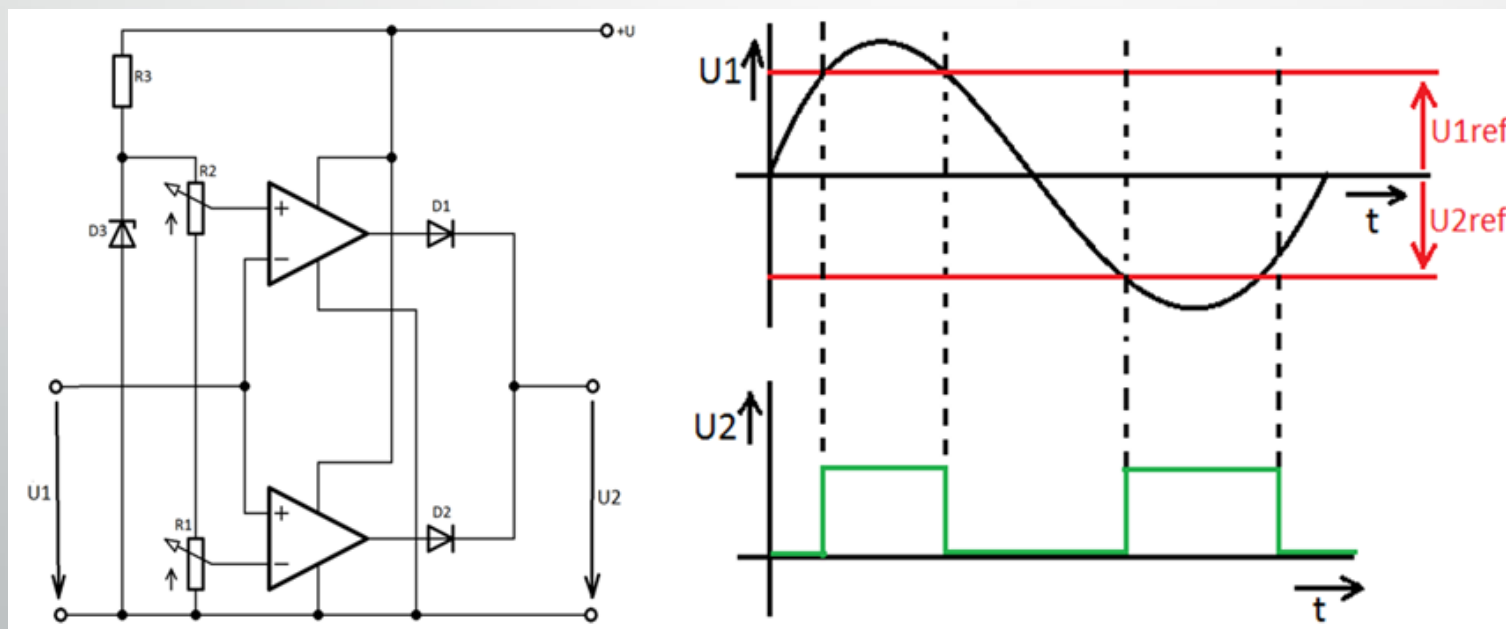


Obr. 13 Zesilovač s výstupním napětím z kolektoru

# PIR čidla

## Dvojité komparátor

- Komparátor porovnává napětí přivedená na vstupy + a -. Pokud je vyšší napětí na vstupu +, je na výstupu kladné saturační napětí operačního zesilovače, je-li vyšší napětí na vstupu -, je na výstupu záporné saturační napětí operačního zesilovače.

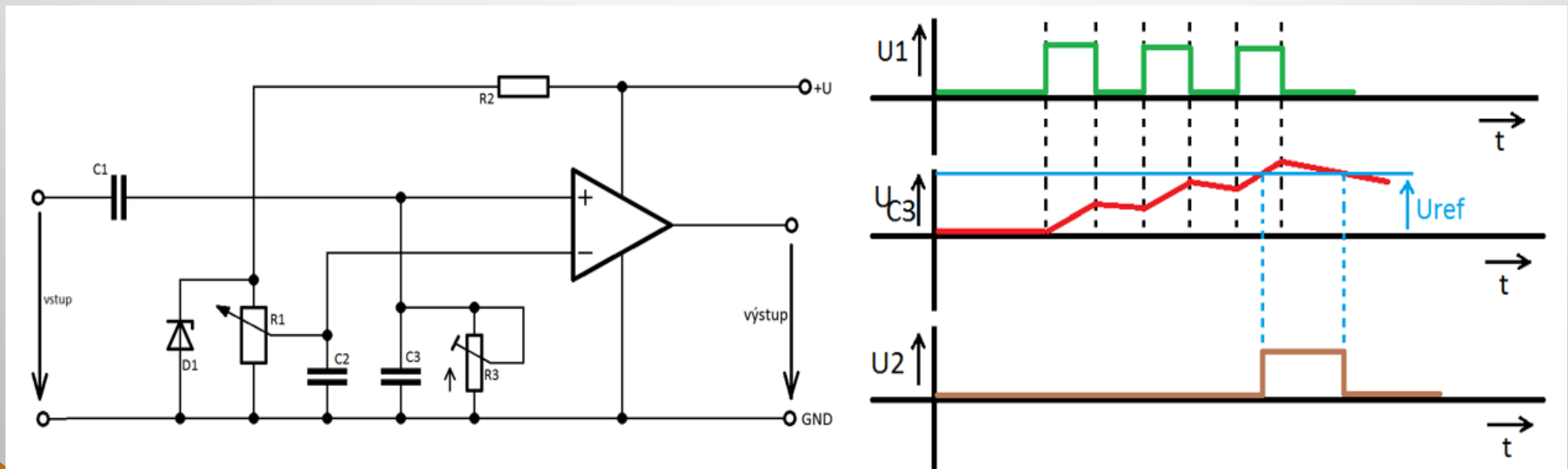


Obr. 14 Dvojité komparátor + průběhy napětí

# PIR čidla

## Komparátor s nábojovou pumpou

- Komparátor s nábojovou pumpou eliminuje falešné poplachy. Na jeho vstup totiž musí přijít několik obdélníkových impulsů za sebou, aby se nabil kondenzátor  $C_3$ . Teprve potom se napětí dostane na vstup operačního zesilovače



Obr. 15 Komparátor s nábojovou pumpou + průběhy napětí



# ROBOTI- Senzory a snímače

Gyroskopy, akcelerometry a infračervené snímače

Zdroj informací a obrázků: VYLEGALA, Pavel. *ROBOTI: Snímače a senzory*. 2013. CZ.1.07/1.1.24/01.0066

<http://automatizace.hw.cz/clanek/2007011401>