

MEMS Inteligentné senzory a aktuátory

Ing. Richard Balogh

Optické senzory polohy I.

31. 3. 2020

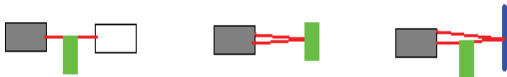


7.1. Optické proximní snímače

Základné typy

- jednocestná závora
- reflexný senzor
 - difúzny (divergentný, konvergentný)
 - s potlačením (pozadia, popredia)
- reflexná závora (odrazka, reflektor) retro-reflexive

through-beam
diffuse



7.1. Optické proximní snímače Jednocestná závora



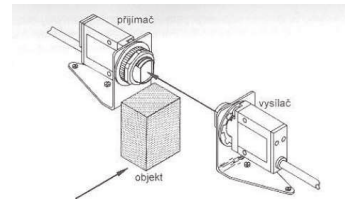
7. Proximitné snímače

Proximitný snímač – bezkontaktný senzor určený na detekciu prítomnosti blízkych objektov. Vlastnosti sú definované v IEC 60947-5-2

Podľa princípu

- optické
- indukčné a indukčnosťné
- kapacitné

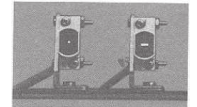
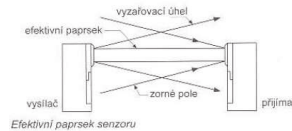
7.1. Optické proximní snímače Jednocestná závora



- + lesklé objekty
- + zašpinenie OK
- inštaláčné náklady
- nastavenie

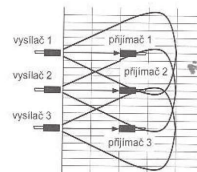
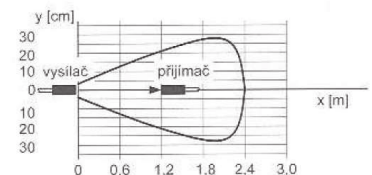
- efektívny lúč

malé rozmery: clonka

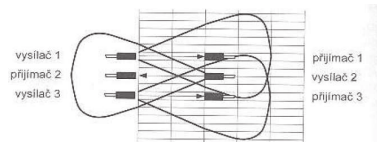


7.1. Optické proximní snímače Jednocestná závora

Smerové charakteristiky



Směrová charakteristika definuje min. vzdálenost senzorů



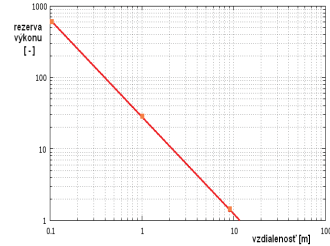
Těsná montáž jednocestných závor

7.1. Optické proximní snímače Jednocestná závora

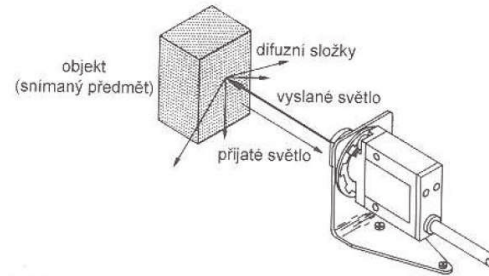
$$\text{Výkonová rezerva} = \frac{\text{energia na prijímacom prvku}}{\text{prahová úroveň}}$$

Minimální výkonová rezerva	Provozní prostředí
1.5x	Čistý vzduch, špina se na čočkách neusazuje.
5x	Mírné znečištění, mírné usazování prachu, špiny, oleje a vlhkosti, čištění čoček je předepsáno.
10x	Střední znečištění, usazování nečistot zřejmé, předepsáno jem příležitostné čištění čoček.
15x	Velké znečištění, husté usazeniny na čočkách, mlha, kouř, olejový film, čištění není předepsáno.

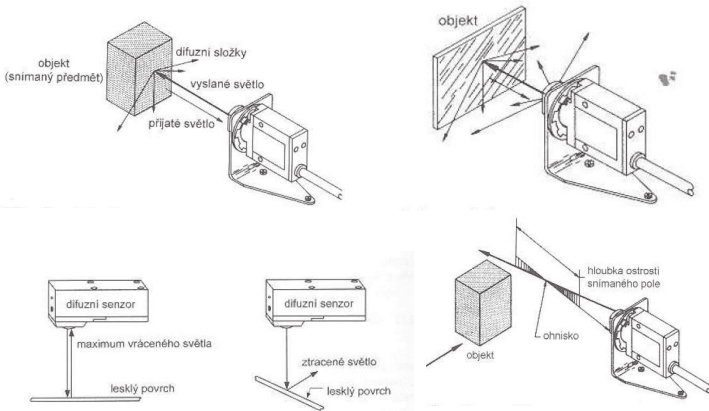
Obr. 6.49 Orientační pomůcka pro volbu výkonové rezervy



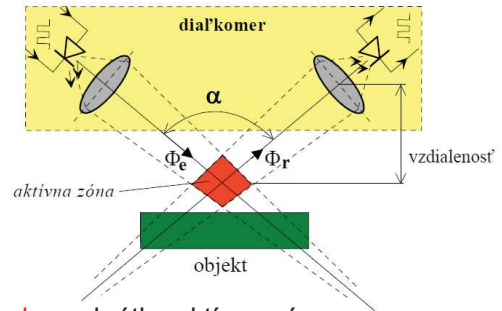
7.1. Optické proximní snímače Reflexný senzor: difúzný



7.1. Optické proximní snímače Reflexný senzor: divergentný a konvergentný

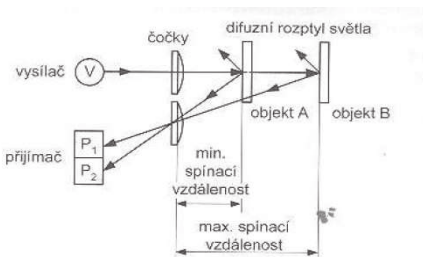


7.1. Optické proximní snímače Reflexný senzor: konvergentný



- veľký uhol α → krátka aktívna zóna
- zachytí predmet v pásme citlivosti → logický výstup
- meraná vzdialenosť rádovo mm
- menší vplyv porúch

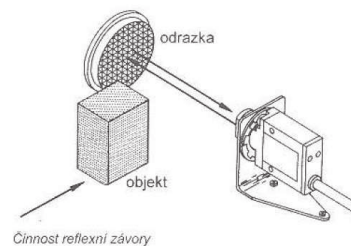
7.1. Optické proximní snímače Reflexný senzor: s potlačeným pozadím



Reflexní senzor s pevnou vzdáleností potlačení pozadí

- Porovnáva sa intenzita P_1 a P_2 : $P_2 \geq P_1$
- Ak je A, nesmie odraz B dopadnúť na P_1
- $P_2 < P_1 \Rightarrow$ neprítomnosť A

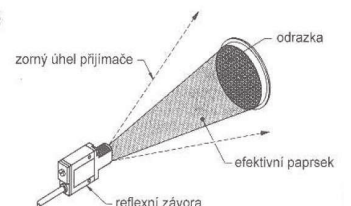
7.1. Optické proximní snímače Reflexná závora



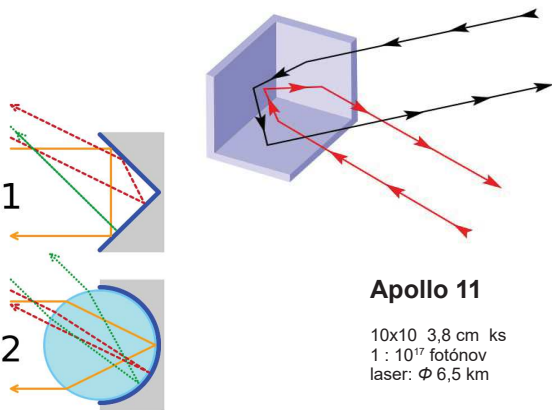
0,1 – 10 metrov

ODRAZKA

spoľahlivé aj pri odklone 20°



7.1. Optické proximní snímače Kúťový odrážač corner reflector



Apollo 11

10x10 3,8 cm ks
1 : 10¹⁷ fotónov
laser: Φ 6,5 km



7.1. Optické proximní snímače Odrážka retroreflector

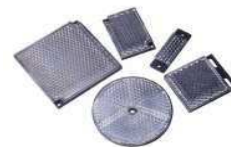
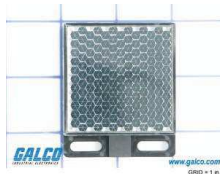


Priemyselné odrazky

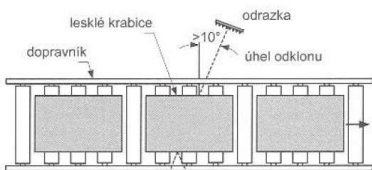
- vyššia kvalita ako dopravné

3000 x

viac svetla ako biely papier

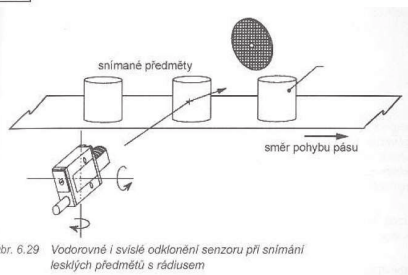


7.1. Optické proximní snímače Reflexná závoľa



- + lesklé objekty
- + zašpinenie OK
- inštalčné náklady
- nastavenie

Odstránení vlivu silné reflexe – odkloněním senzoru



Obr. 6.29 Vodrovomé i svislé odklonění senzoru při snímání lesklých předmětů s rádiusem

7.1. Optické proximní snímače Systémy s optickými svetlovodmi

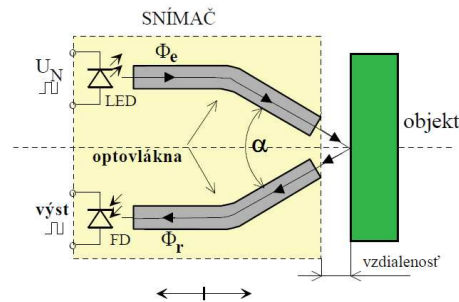
Optické systémy sa dajú nahradit' svetlovodmi

- tzv. "V" systém (logický výstup)
- koncentrický svetlovod (spojitý výstup)

"V" systém

prednastavená vzdialenosť (dosiahnutie)

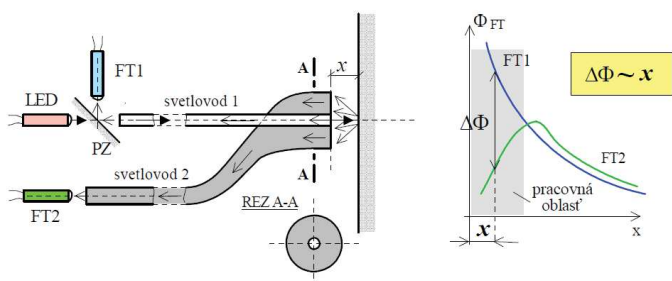
→ logický výstup (zmena)



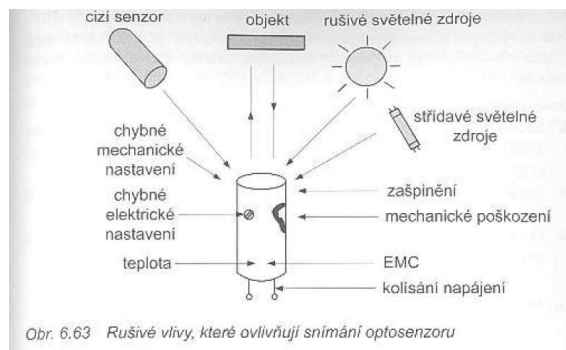
7.1. Optické proximní snímače Systémy s optickými svetlovodmi

Koncentrický svetlovod (spojitý výstup)

- má spojitý výstup
- čiastočne kompenzuje odrazivosť povrchu a uhol

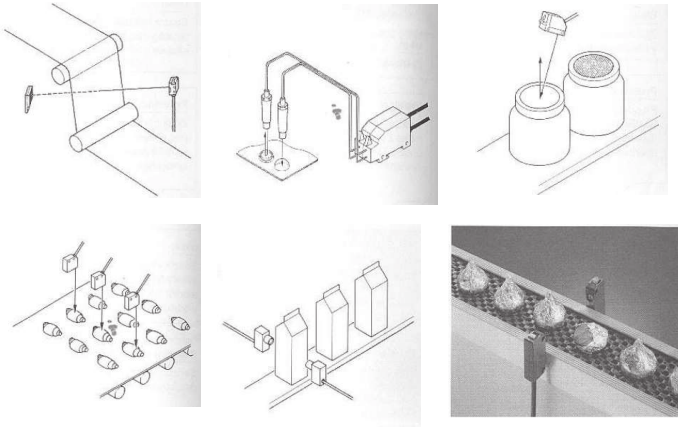


7.1. Optické proximní snímače Poruchové veličiny



Obr. 6.63 Rušivé vlivy, které ovlivňují snímání optosenzoru

7.1. Optické proximní snímače Applikácie



6. Senzory pre orientáciu v priestore

- dotykové - kontaktné
- bezdotykové
 - optické
 - akustické

6.1. Kontaktné systémy

- polohovací systém
(x, y, z, alebo sférické súradnice - ϕ , θ , r)
- snímač vzdialeností - polohy

Poznámka:

Systémy sú veľmi presné, zložitá konštrukcia. Vyžadujú mechanický dotyk s objektom. Mäkký objekt môžu ovplyvniť - poškodiť.

6.1. Kontaktné systémy



1.2m (4 ft.) spherical working volume
Accuracy of 0.018mm (0.0007 in.)
Accuracy $\pm 35\mu$ (± 0.0014 in.)
Scan rate up to 45,120 points/sec

6.1. Kontaktné systémy



6.2. Optické princípy

- snímače prekážok
- optické diaľkomery
- laserové 3D scannery a diaľkomery
- kamery

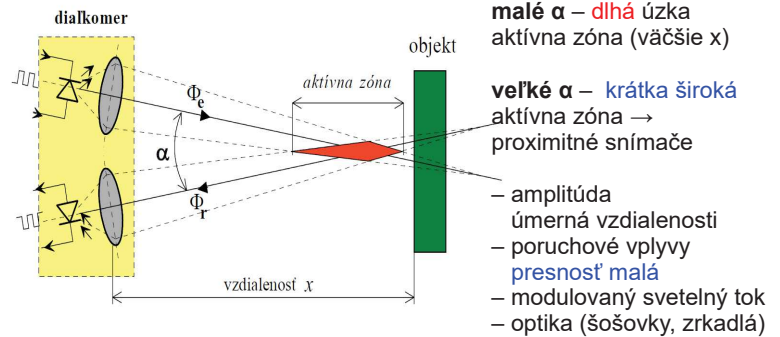
6.2. Optické princípy Snímače překážek

- Princípy reflexných diaľkometerov
– len logický signál

Popis ďalej

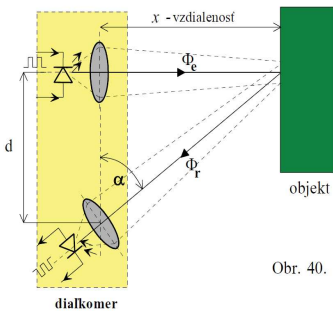
6.2. Optické princípy Optické diaľkomery

Optical rangefinder



Reflexný optický diaľkometer

6.2. Optické princípy Koincidenčný diaľkometer



d – optická základňa diaľkometeru (30 ÷ 100 mm)

x – meraná vzdialenosť

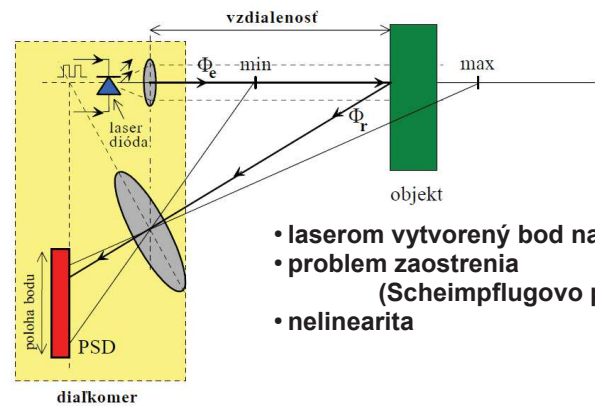
- amplitúda ako abs. hodnota nezaujímavá
- poruchové vplyvy (zrkadlový odraz)
- modulovaný svetelný tok
- optika, natáčanie nízkoohmotných elementov

Obr. 40.

$$x = d \tan(\alpha)$$

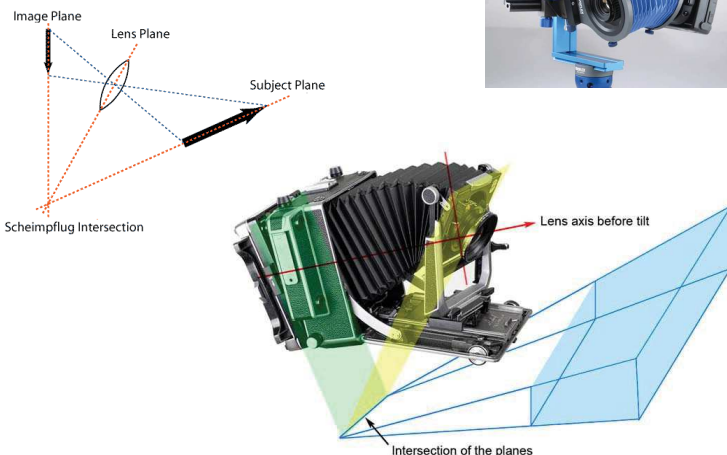
Poznámka:
Čiste optický princíp – okom sa sleduje dvojité obrazy v hľadáčku, pri "splynutí" sa odčíta vzdialenosť.

6.2. Optické princípy Triangulačný diaľkometer

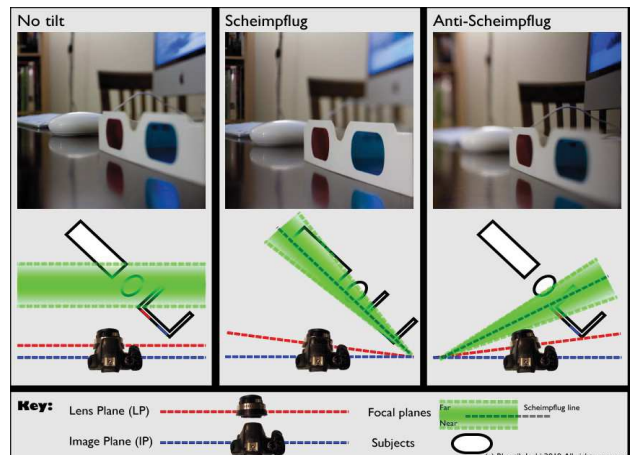


- laserom vytvorený bod na telese
- **problem zaostrenia (Scheimpflugovo pravidlo)**
- **nonlinearita**

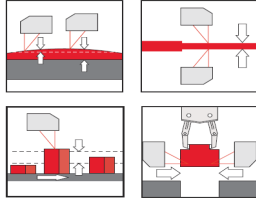
6.2. Optické princípy – Triangulačný diaľkometer Scheimpflugovo pravidlo



6.2. Optické princípy – Triangulačný diaľkometer Scheimpflugovo pravidlo



6.2. Optické princípy Triangulačný dial'komer



CMOS CCD technology

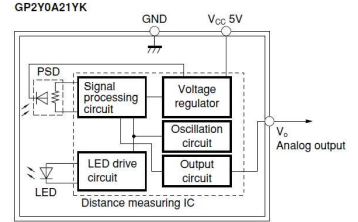
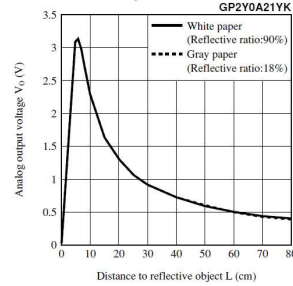
- range 5 m (10, 50, 100, 200 mm)
- resolution 0.01 % FSO (1 μ m static, 3 μ m dynamic 1kHz)
- 1000 readings per second
- Output 4 ... 20 mA and RS232
- Fast adaption to varying surface properties
- Compact self-contained sensor (IP67)

6.2. Optické princípy Triangulačný dial'komer

SHARP GP2Y0A21YK



Fig.5 Analog Output Voltage vs. Distance to Reflective Object



6.2. Optické princípy Laserové systémy

Meranie vzdialeností

- fázová metóda
- rádiolokačný princíp (impulzná metóda)
- triangulačná metóda

Fázová metóda

- kontinuálne budenie, sínusová amplitúdová modulácia svetelného toku
- fázový posun (prijímača a vysielača) je úmerný vzdialenosti (inkrementálna metóda)
- pri $f_{\text{modulač.}} = 300 \text{ MHz}$ je $\lambda = 1 \text{ m}$

6.2. Optické princípy Laserové systémy

Rádiolokačný princíp

- krátky svetelný impulz (laser)
- prijatie odrazeného impulzu - odmeranie času
- určenie vzdialenosti ako $d = c \cdot t/2$

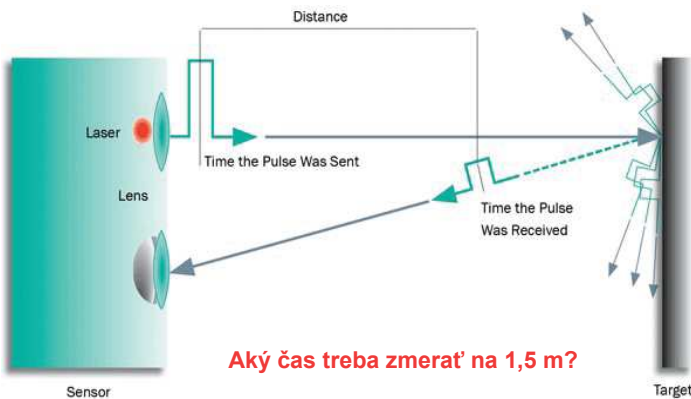
Problémy

- precízne meranie času, 1 mm = 3,3 ps
- veľmi rýchle fotodetektory
- elektronika bez oneskorení
- rýchle čítače s veľkým rozlíšením

Dosah je značný, desiatky až stovky metrov

6.2. Optické princípy Laserové systémy

Time-of-flight



6.2. Optické princípy Laserové systémy

Laserový snímač vzdialenosti
optoNCDT ILR 1030-8

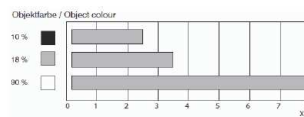


- time-of-flight technology
- vzdialenosť objektu je odvodená od doby letu

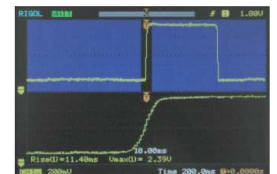
- Impulz dĺžky 5 ns sa opakuje s frekvenciou 250 kHz
- zdroj impulzu laserová dióda (Class 2)
- vlnová dĺžka 660 nm
- rozbíhavosť lúča 1 mrad

D = 100 cm	current
white	6,62
yellow	6,62
red	6,62
green	6,61
blue	6,61
black	6,61
black foam	6,61
mirror	6,62

- analógový výstup 4-20 mA
- 278 Eur



Obj. 2. Rozsah merania snímača ILR 1030-8.



6.2. Optické princípy Laserové systémy

Triangulačný princíp

(viď. predošlé)

Dosah je menší, rádovo metre

Snímanie v priestore

- vytvorenie polohovacieho (súradného) systému (*uhly*)
- zmeranie vzdialeností jednotlivých bodov v tomto priestore (systéme) (*rádiolokačne*)

Súradný systém – väčšinou sférický, laser v počiatku (ϕ, θ, r)

Uhly sa získajú

- natáčaním lasera (pomalšie)
- rotujúcimi zrkadlami

Zrkadlá - až $10^4 - 10^5$ bodov/s.

6.2. Optické princípy Laserové systémy

Triangulačný princíp v priestore

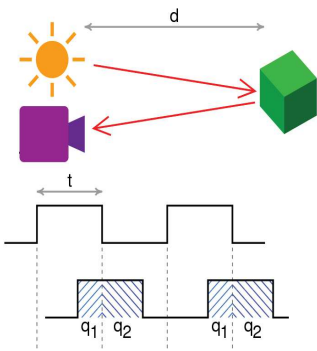
- na telese sa namiesto bodu vytvorí sústava bodov v priamke - pásik (multiplexne)
- CCD snímač registruje tieto body - vzdialenosti

Poznámka:

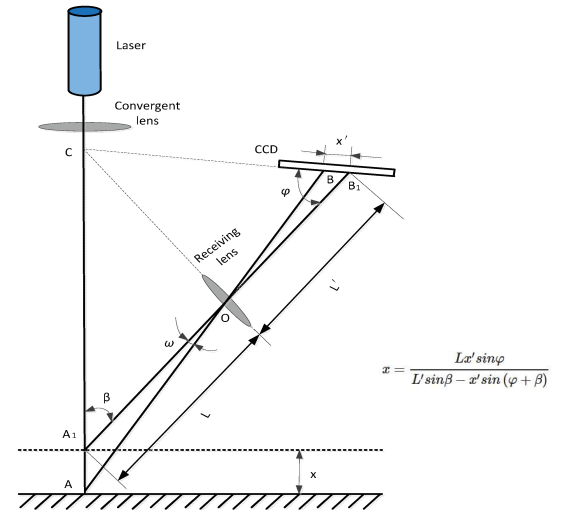
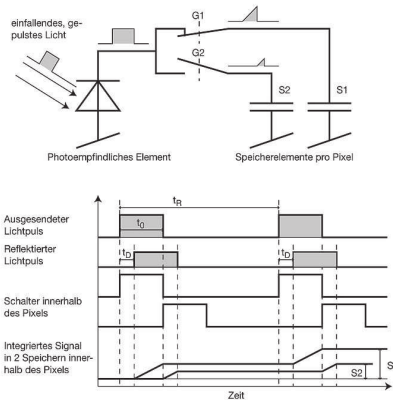
CCD (lineárny s "natočením", alebo plošný) - je rýchlejší ako PSD

Spätne poskladanie informácií sa nazýva **rekonštrukcia**

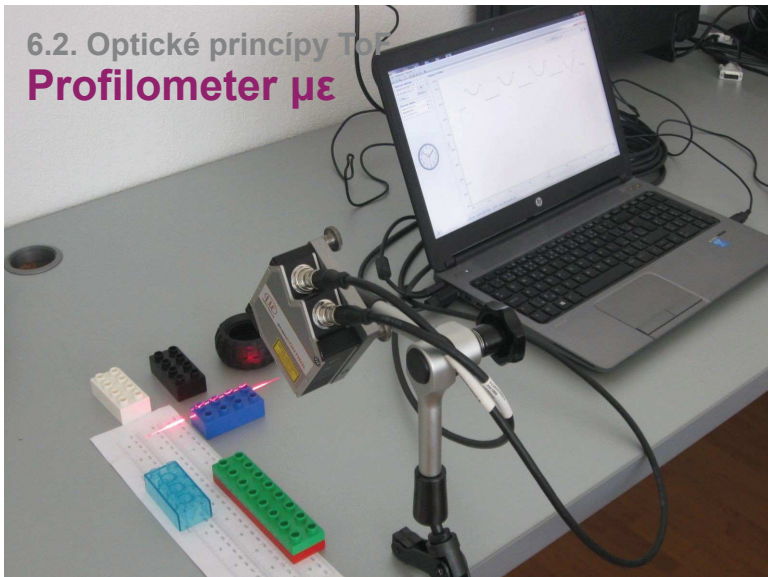
6.2. Optické princípy Time of Flight camera



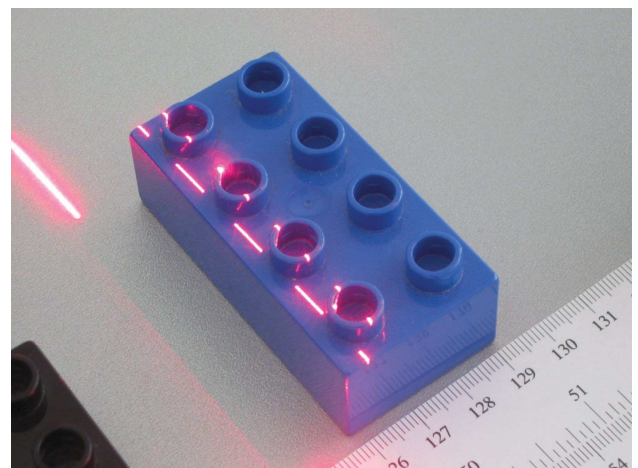
$$d = \frac{c t}{2} \frac{q_2}{q_1 + q_2}$$



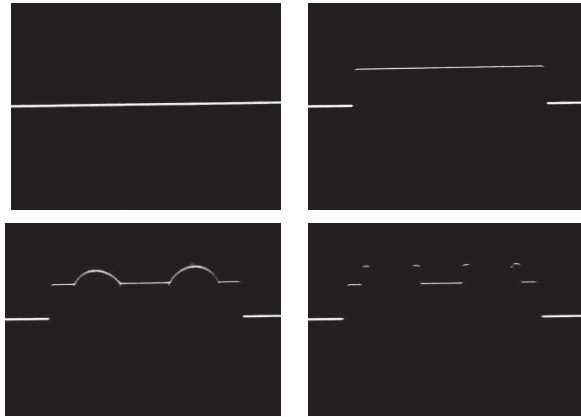
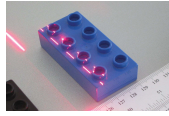
6.2. Optické princípy ToF Profilometer $\mu\epsilon$



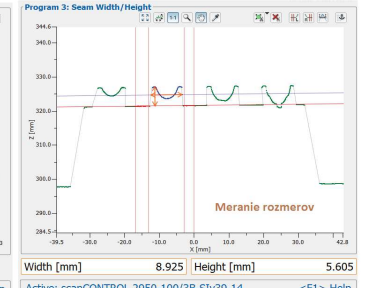
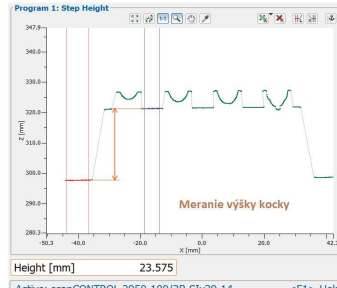
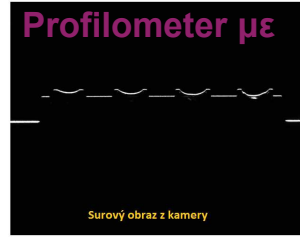
6.2. Optické princípy ToF Profilometer $\mu\epsilon$



6.2. Optické princípy ToF Profilometer μ e



6.2. Optické princípy ToF Profilometer μ e



6.2. Optické princípy ToF Depth camera (Kinect)

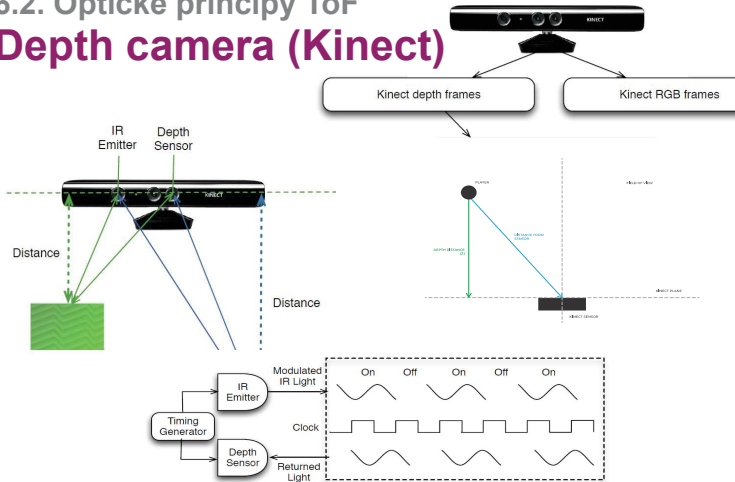
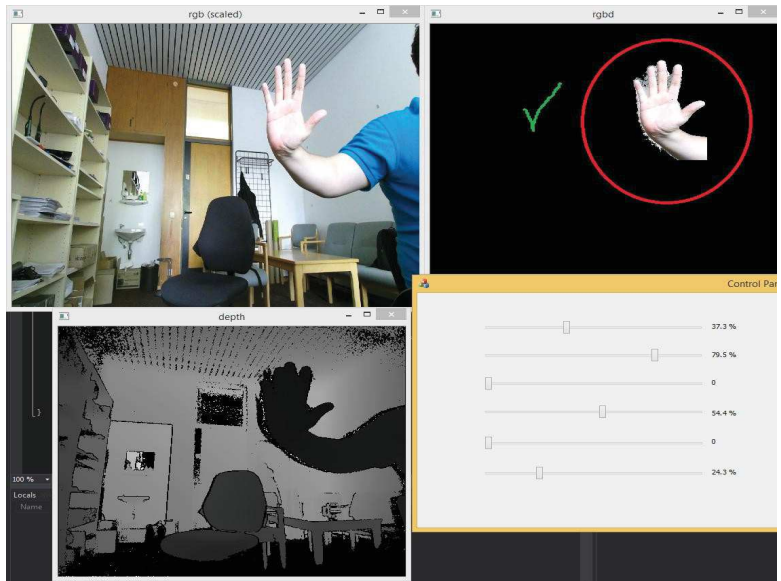
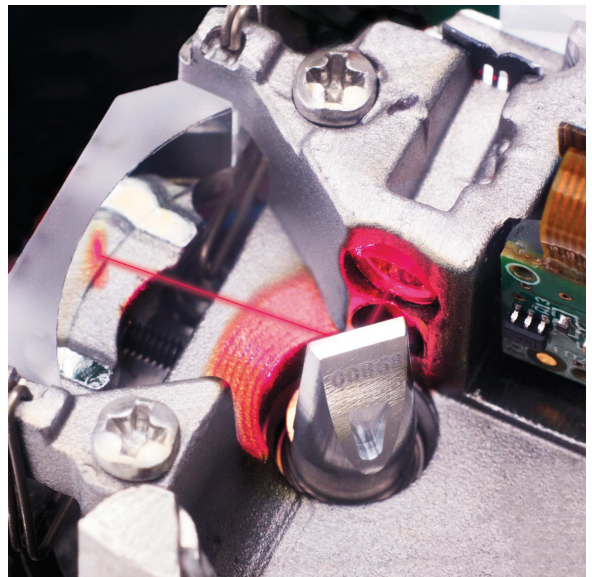
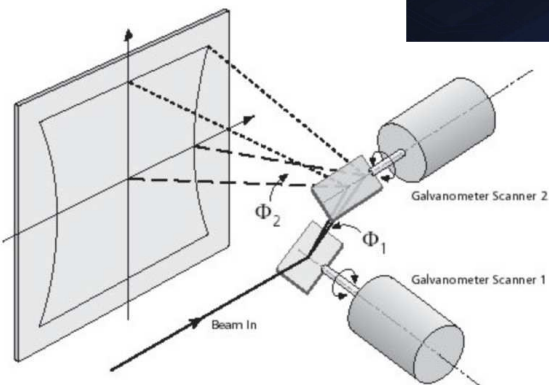


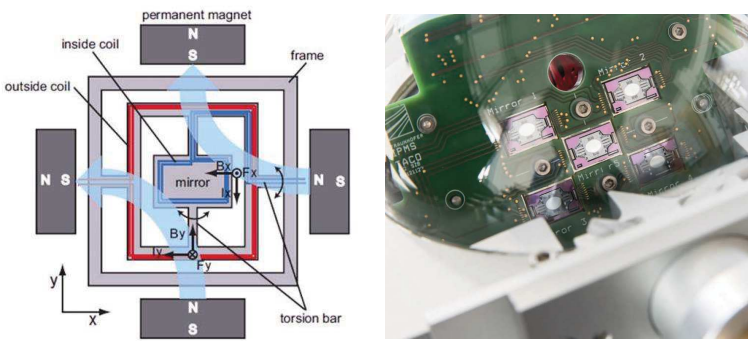
Fig. 3. Kinect v2 uses the time-of-flight method for depth sensing.



6.2. Optické princípy ToF LIDAR



6.2. Optické princípy ToF MEMS LIDAR



6.2. Optické princípy ToF Flash LIDAR

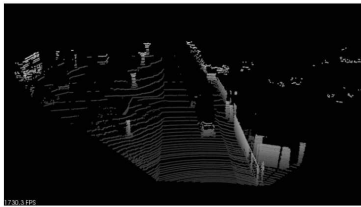
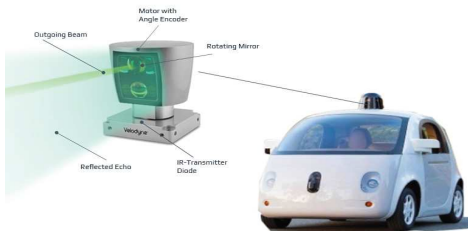
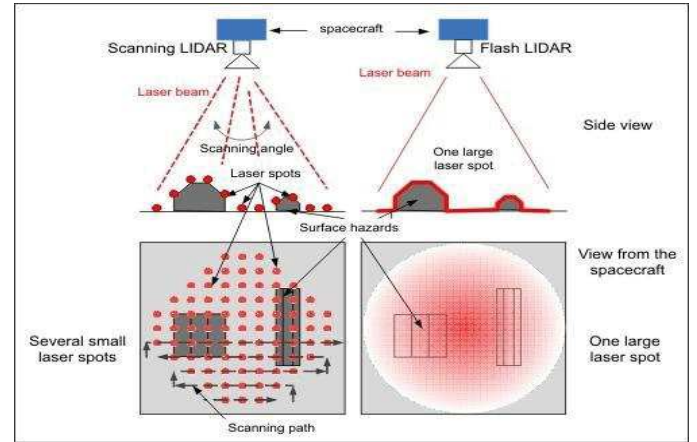


Figure 1: On the left is a LIDAR point cloud (only the data overlapped with the FOV of image are shown, grayscaled by height). On the top right is the corresponding image captured by camera. On the bottom right is the result of image and LIDAR point cloud fusion (the well aligned tree trunks).



6.2. Optické princípy Laserové systémy



8. Snímače polohy

Podľa princípu

- **optické**
 - laserové
 - impulzné
- **magnetické**
 - magnetostrikčné
 - magnetické
 - LVDT
- **ultrazvukové**
- **kapacitné**