

# MEASUREMENT OF VIBRATIONS WITH POSITION SENSITIVE DETECTOR

Martin VITIKÁČ, Master Degree Programme (5)  
Dept. of Radio Electronics, FEEC, BUT  
E-mail: xvitik02@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Dr. Otakar Wilfert

## ABSTRACT

Position sensitive detectors (PSD) have many applications for over 30 years. They work in the background of CD/DVD focus and tracking controls, heat-seeking missile guidance systems, and metrology instruments such as range sensors and 3-D laser trackers. Basically, the PSD gives the continuous position data spot of light by making use of the surface resistance of the photodiode. Compared with discrete element detectors, such as the charge-coupled device (CCD) sensor, the PSD features nanometer positioning resolution, sub-microsecond response times, simple interface circuits, and high reliability.

## 1 ÚVOD

Existujú rôzne typy detektorov používaných na detekciu dopadajúceho svetelného lúča. Medzi ne napr. patria multi-elementové detektory (CCD senzory) alebo polohovo citlivé detektory - PSD (position sensitive detectors). PSD sú vytvorené z aktívnej plochy, na ktorej dochádza k rozloženiu elektrického náboja v závislosti na polohe ťažiska stopy svetelného lúča. V predloženej práci je PSD použitý na meranie vibrácií respektíve stability optických stolov v laboratóriu.

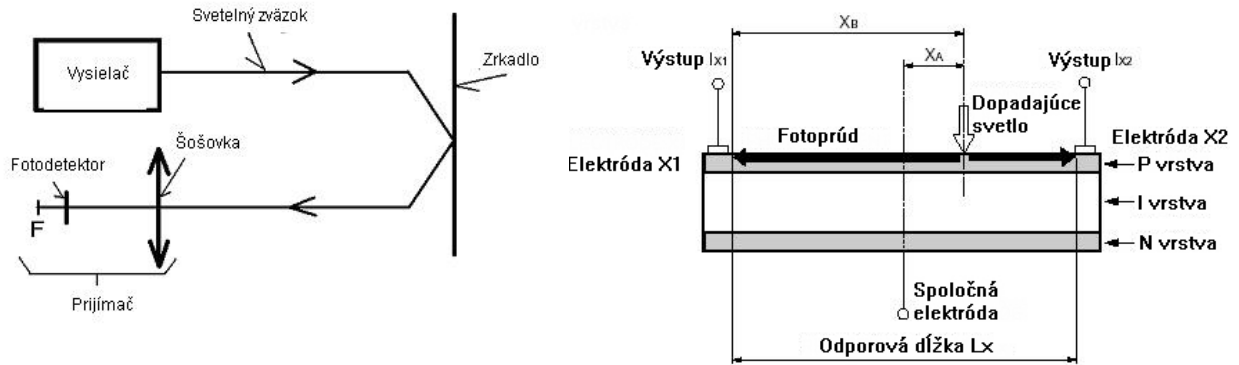
## 2 ROZBOR

PSD sa skladá zo súvislej odporovej vrstvy pokrývajúcej jednu alebo obe strany vysoko odporového polovodičového substrátu a páru elektród umiestnených na oboch koncoch odporovej vrstvy (viď. obr. 1b). Na mieste dopadu svetelného lúča sa generuje elektrický náboj úmerný svetelnej intenzite dopadajúceho lúča. Generovaný elektrický náboj je odvádzaný elektródami  $X_1$  a  $X_2$  cez odporovú vrstvu ako fotoelektrický prúd, ktorý je nepriamo úmerný vzdialenosti medzi miestom dopadu svetelného lúča a elektródou.

### 2.1 PRAKTICKÉ ZOSTAVENIE MERACEJ APARATÚRY

Experimentálne pracovisko je usporiadané podľa obr. 1a. Uvažujme zdroj úzkeho svetelného zväzku, ktorý je uložený na optickom stole, ktorý vibruje. Torzná zložka

vibrácii (uhlová výchylka) rastie úmerne so vzdialenosťou od zdroja signálu. Ako prijímač bol použitý vyhodnocovací obvod s jednorozmerným polohovo citlivým detektorom PCD3004. Ako zdroj svetelného lúča bol použitý He-Ne laser pracujúci na vlnovej dĺžke 630 nm. Vzdialenosť medzi vysielateľom a zrkadlom bola 5 m. Svetelný lúč bol v stave bez vibrácii nasmerovaný na stred aktívnej plochy fotodetektoru.



Obr. 1: a) Štruktúra meracieho pracoviska b) Štruktúra PSD

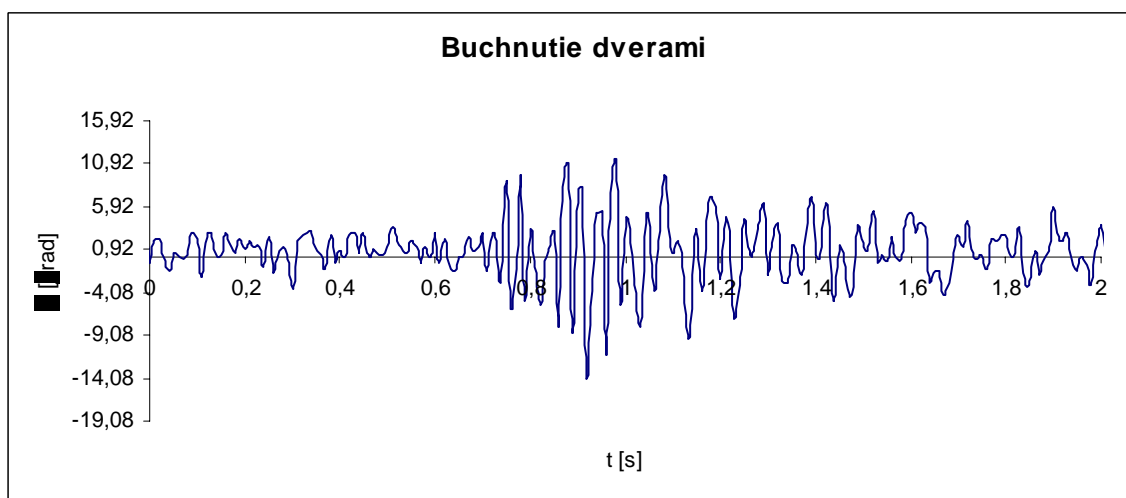
Fotodetektor PCD3004 má obdĺžnikovú aktívnu plochu s rozmermi  $(26,5 \times 4) \text{ mm}^2$ . V rámci spresnenia meraní sa pracuje na požití dvojrozmerného PSD S5991-01. Pre zistenie okamžitej polohy zväzku na aktívnej ploche fotodetektoru platí vzťah (1) (začiatok súradnicovej sústavy je v strede aktívnej plochy fotodetektoru):

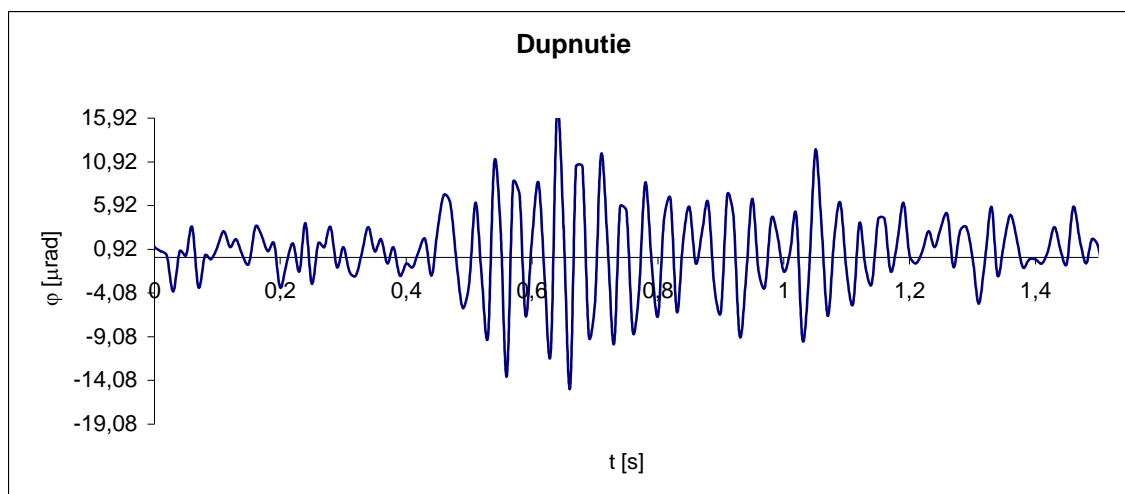
$$x = \frac{L_x}{2} \cdot \frac{I_{x2} - I_{x1}}{I_{x1} + I_{x2}} \quad (1)$$

kde  $I_{x1}, I_{x2}$  sú prúdy z jednotlivých elektród;  $x$  je súradnica svetelného zväzku na aktívnej ploche fotodetektoru a  $L_x$  dĺžka aktívnej plochy fotodetektoru.

## 2.2 NAMERANÉ HODNOTY

Vibrácie môžu nepriaznivo pôsobiť pri niektorých experimentoch v laboratóriu (napr. pri





**Obr. 2:** *Príklady odmeraných výchyliek spôsobených vibráciami*

použití interferometru). Merané vibrácie boli spôsobené bežnými javmi v laboratóriu, takže ich intenzita bola zakaždým náhodná. Na obr.2 sú znázornené výsledky namerané pomocou fotodetektoru PCD3004. Uhlová výchylka sa vypočítala pomocou celkovej dĺžky trasy svetelného lúča  $d$  a priečnej výchylky svetelného lúča od stredu aktívnej plochy fotodetektoru  $\Delta x$  (viď. vzťah (2)).

$$\varphi = \arctg \frac{\Delta x}{d} \quad (2)$$

## POĎAKOVANIE

Tento príspevok vznikol za podpory Grantovej agentury Českej republiky v rámci projektu č. 102/05/0571.

## LITERATÚRA

- [1] Banerjee, Partha P., Ting-Chung, P.: Principles of Applied Optics. Irwin, Boston, 2001
- [2] Pollock, C.R.: Fundamentals of optoelectronics. Irwin, Chicago 1995
- [3] Tryzna, B.: Polohově citlivý křemíkový fotodetektor PCD3004, Tesla VÚST.
- [4] Datasheet for PSD S5991-01, Hamamatsu Photonics K.K. 2001