

Použitie 3D snímačov polohy pre určenie náklonu vozidiel

Bartoš Róbert · Elektrotechnika

31.01.2011



Cieľom tejto práce je implementácia snímača na meranie zrýchlení do zariadenia na zisťovanie nebezpečného náklonu vozidla. Najprv bol vytvorený návrh plošného spoja s mikrokontrolérom a akcelerometrom. Hlavnou úlohou zariadenia je detekovať náklon vozidla a v prípade nebezpečného náklonu upozorniť na tento stav. Zariadenie vyhodnocuje náklon v dvoch osiach. Softvérové riešenie je založené na open source C# aplikácii.

V softvérovom riešení je možné sledovať simuláciu akcelerometra v 2D alebo 3D zobrazení v súradnicovom systéme X,Y,Z. Jednotlivé hodnoty natočenia sú zobrazované v reálnom čase v textových poliach. Súčasné možnosti sú meranie náklonu zariadenia - 90° až 90° a na základe týchto informácií prebieha indikácia nebezpečného náklonu, na základe ktorého bude príslušné zariadenie reagovať.

1. Úvod

Snímač prevádza informáciu z fyzikálnej oblasti meranej veličiny do inej fyzikálnej oblasti, najčastejšie na elektrický signál alebo na elektrický parameter. V súčasnosti sa s takýmito snímačmi môžeme stretnúť takmer v každom priemyselnom odvetví, ako je napríklad:

- spotrebná elektronika,
- výrobky pre domácnosť,
- dopravné prostriedky, automobily,
- spracovateľský priemysel,
- priemyselná výroba,
- poľnohospodárstvo a potravinárstvo,
- lekárske prístroje

a mnoho ďalších oblastí, v ktorých zavedenie snímačov zvýšilo úžitkovú hodnotu prístrojov, zariadení a výrobkov. Svetový trh so snímačmi stále podstatne narastá.

Dôležitým krokom k zvýšeniu záujmu o snímače je aj miniaturizácia týchto zariadení. V súčasnosti sú dostupné snímače pre všetky druhy meraných veličín a na vývoj v tejto oblasti stále existuje ďalší priestor. Typickým príkladom môže byť snímač MEMS. Snímač MEMS je 3D akcelerometer, teda snímač rýchlosti a zrýchlenia. Skratka MEMS znamená mikroeletromechanický systém.

MEMS je zákaznicky orientovaným multifunkčným mikrosystémom s veľkou budúcnosťou. V súčasnosti sú vyrábané mnohé druhy MEMS obsahujúce snímače zrýchlenia, snímače zrýchlenia vo funkcii gyroskopu, snímanie polohy, uhlov naklonenia. Významné sú aplikácie MEMS v automobilizme, letectve, kozmonautike a vojenskej technike.

2. Snímače MEMS

Akcelerometre sa v dnešnom robotizovanom svete využívajú stále viac. Preto žiadne odvetvia zoberajúce sa vývojom alebo výskumom týchto snímačov nechcú v tejto oblasti zaspáť a vyvíjajú stále nové a dokonalejšie funkčné štruktúry pre vylepšenie vlastností týchto snímačov. Výsledkom sú nové, dokonalejšie, menšie a dynamicky prispôbivejšie MEMS snímače.

2.1 Možnosti použitia MEMS akcelerometrov

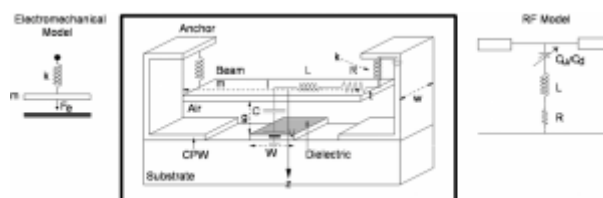
Možnosti použitia týchto snímačov majú širokú škálu, keďže ich rozmery a hmotnosť sú veľmi malé. Môžeme ich použiť na:

- detekcia a monitorovanie nárazu
- meranie zrýchlení a brzdění
- meranie otrasov a vibrácií
- zabezpečovacie zariadenie
- meranie náklonu

2.2 Ako taký snímač pracuje

Štruktúra a funkcia MEMS snímača je založená na premene kapacity vzduchového kondenzátora na elektrické napätie. Využíva sa tu závislosť kapacity C na vzdialenosti elektród od kondenzátora d vo vzduchovej medzere. Snímač pracuje v rozsahu $-90^\circ \div 90^\circ$. Tento rozsah je ohraničený hodnotami od 0-255, čo sú krajné hodnoty náklonu snímača.

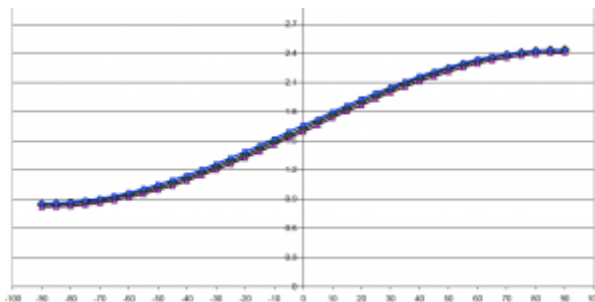
Každému náklonu je priradená binárna hodnota, ktorá je prepočítavaná podľa vzorca $180/\text{min. náklon}$ a max. náklon . Min. a max. náklon sú tiež prepočítavané, pretože snímač má svoje krajné hodnoty, snímač teda v skutočnosti pracuje v rozsahu hodnôt od cca 10-220. Po prepočítaní výsledného vzorca vieme skutočný náklon snímača, ktorý si môžeme odsimulovať v programe.



Ak teda jedna elektróda bude pohyblivá a jej pohyb bude závislý na pôsobiacom zrýchlení, získavame tak MEMS akcelerometer. Akcelerometre využívajú základný vzorec pre pôsobenie sily $F = m \cdot a$, kde F - je pôsobiaca sila, a - je zrýchlenie a m - hmotnosť, na ktorú pôsobíme.

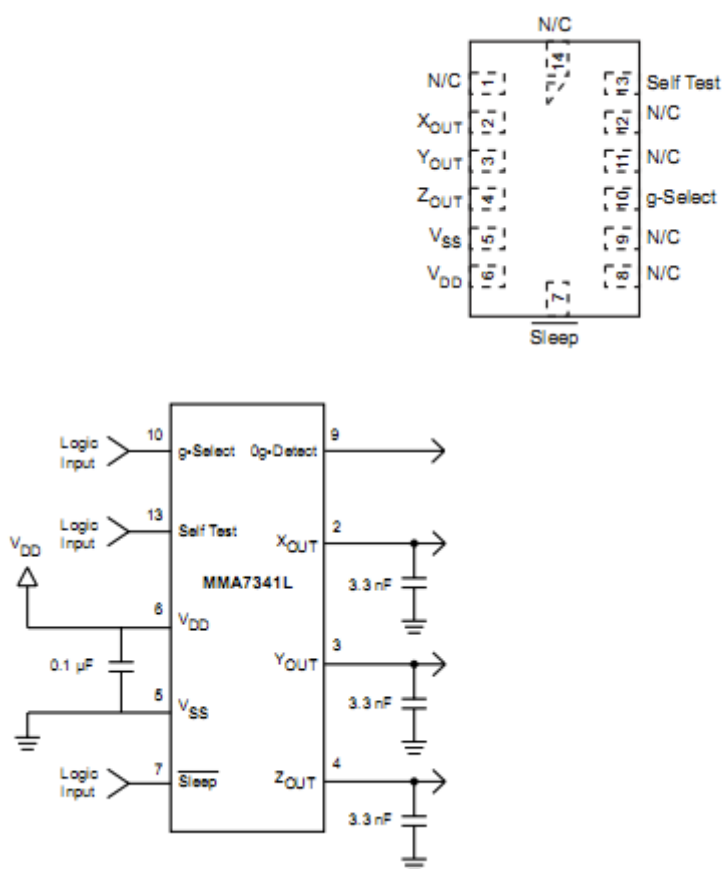
Výstupná informácia z akcelerometra je napätie závislé na pohybe snímača v priestore

resp. jeho natočení. Jeho charakteristika nie je úplne lineárna.

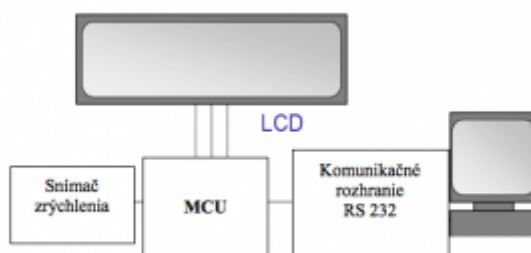


Pre bežné aplikácie ale môžeme túto nelinearitu zanedbať.

2.3 Vlastnosti akcelerometra MEMS MMA7341L



Snímače MEMS s vylepšenou štruktúrou zaručujú meranie v osiach X,Y,Z a zároveň vysokú citlivosť a krátku reakčnú dobu.

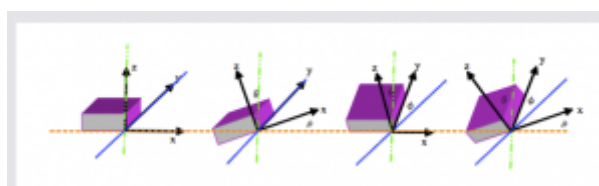


2.4 Základne vlastnosti

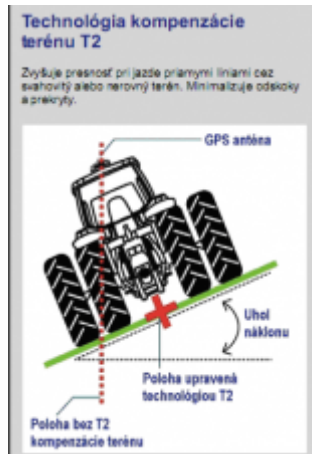
- použitie 3D
- pracovná teplota $-40^{\circ} \div +125^{\circ}\text{C}$
- spotreba $400\mu\text{A}$
- spotreba v nečinnom móde $3\mu\text{A}$
- napájanie $2,2\text{V} - 3,6\text{V}$
- rozsah $\pm 3\text{g}$, $\pm 11\text{g}$
- citlivosť 4405 mV/g a $117,5\text{ mV/g}$
- odolnosť voči pretazeniu $\pm 5000\text{g}$

3. Meranie náklonu

Akcelerometer stanovuje uhol naklonenia určením smeru k stredu zeme použitím gravitačného pôsobenia. Určením smeru k stredu zeme sa môže určiť naklonenie zariadenia.



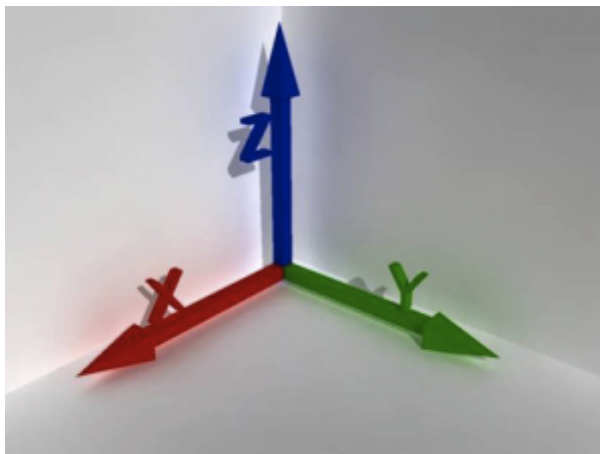
Pomocou akcelerometrov je možné presne zmerať sklon a zmenu sklonu terénu. Systém sníma všetky nerovnosti, ako sú jamy, zmeny v sklonoch terénu a následné kompenzuje pozíciu zariadenia, v ktorom je zariadenie inštalované. Príkladom použitia akcelerometrov je systém asistenčného riadenia.



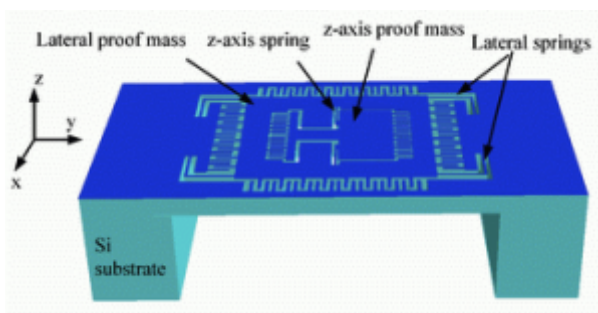
Naklonenie zariadenia pod uhlom väčším ako 40° sa vyhodnocuje ako kritický stav. V takomto prípade zariadenie upozorní na nebezpečný náklon a ďalej nedovolí vozidlu pokračovať a automaticky ho zastaví. V tomto prípade je potrebné systém odblokovať a s vozidlom môžeme pokračovať ďalej.

3.1 Určenie polohy

Určovaním polohy označujeme procesy a technológie používané k stanoveniu polohy bodov v priestore. Výberom a použitím vhodného akcelerometra je možné merať zrýchlenie v troch osiach: zvislej (binormálovej) – Z, tangenciálnej – Y a normálovej – X.

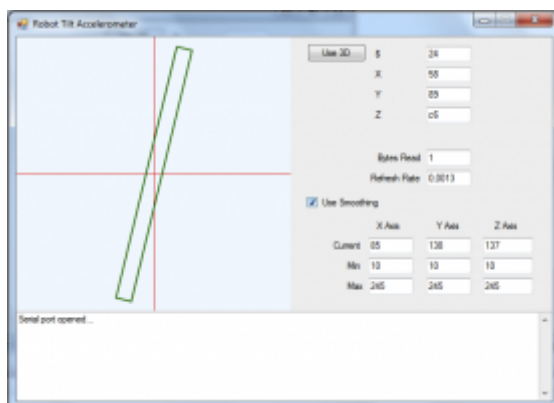


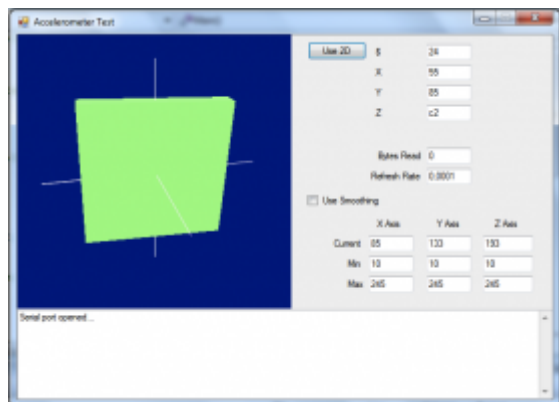
Poloha bodov je bežne vyjadrovaná pomocou súradníc vo zvolenom súradnicovom systéme. Akcelerometre sa delia podľa toho, v koľkých súradniciach dokážu pracovať. Každá štruktúra dokáže merať zrýchlenie len v jednom smere a to kolmo na pohyblivé elektródy. Taký akcelerometer nazývame 1D (jednoosový). Ak k tejto štruktúre pridáme ďalšiu, rovnakú, ale pootočenú o 90°, tak nám vzniká 2D (dvojosový) akcelerometer a dokážeme merať v dvoch osiach. Zložitejšie je však vytvoriť 3D (trojosový) akcelerometer, pretože sa musí pridať výškovo pohyblivá štruktúra v osi Z.



3.2 Simulácia v programe C#

Softvérové riešenie je založené na open source C# aplikácii. V softvérovom riešení je možné sledovať simuláciu akcelerometra v 1D, 2D alebo 3D zobrazené v osiach X,Y,Z. Jednotlivé hodnoty natočenia sú zobrazované v reálnom čase v textových poliach.





4. Záver

Súčasnými možnosťami sú meranie náklonu zariadenia -90° až 90° a na základe týchto informácií prebieha indikácia nebezpečného naklonenia, na základe ktorého bude príslušné zariadenie reagovať. Okrem náklonu predstavené riešenie je schopné vypočítavať aj zrýchlenia v jednotlivých osiach a k tomu prislúchajúce priemerné rýchlosti.



Zoznam použitej literatúry

1. Využitie mems snímačov pre meranie nebezpečného náklonu mobilných zariadení.
Kamil Židek
2. <http://hw.cz/Produkty/Nove-soucastky/ART1875-Jak-pracuji-nove-3D-MEMS-akcelerometry-Freescale-.html>
3. www.alldatasheet.com
4. www.agleader.sk, EZ-StreetSK.pdf
5. <http://www.gps-practice-and-fun.com/positioning-systems.html>

Katedra biomedicínskeho inžinierstva, automatizácie a merania, Strojnícka fakulta
Technickej univerzity v Košiciach
