

Studentská tvůrčí a odborná činnost

STOČ 2011

**VIZUÁLNA KONTROLA NEBEZPEČNÉHO NÁKLONU POMOCOU MEMS
SNÍMAČOV PRE VOZIDLA V ČLENITOM TERÉNE**

Bc. Róbert Bartoš

Technická univerzita v Košiciach, Letná 9, 042 00, Košice

5. mája 2011

Klíčové slova: , mikrokontrolér, snímač

Anotácia: Cieľom tejto práce je implementácia snímača náklonu do zariadenia pohybujúceho sa v členitom prostredí. Na zisťovanie náklonu sa využívajú MEMS snímače. Hlavnou úlohou zariadenia je detekovať náklon vozidla a v prípade nebezpečného náklonu vizuálne upozorniť na tento stav. Zariadenie vyhodnocuje náklon v dvoch osiach. Vizuálna kontrola je realizovaná pomocou RGB LED diódy, ktorá mení farby podľa náklonu. Farebne spektrum je riešené od zelenej farby, ktorá signalizuje bezpečný náklon až po červenú, ktorá signalizuje kriticky, nebezpečný náklon.

Obsah

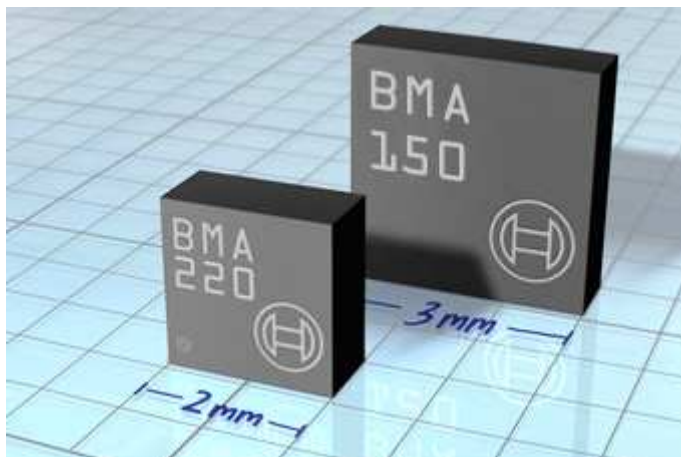
Úvod.....	4
1. Čo je snímač MEMS.....	5
2. Akcelerometer.....	6
3. Návrh a realizácia snímacieho zariadenia.....	7
4. Komunikácia zariadenia.....	8
5. Návrh implementácie do mobilných zariadení.....	9
Záver.....	12
Použitá literatúra.....	13

Úvod

Snímače sa v dnešnom robotizovanom svete využívajú stále viac. Preto žiadne odvetvia zoberajúce sa vývojom alebo výskumom nechcú v tejto oblasti zaspáť a vyvíjajú stále nové a dokonalejšie funkčné štruktúry pre vylepšenie vlastností týchto snímačov. Postupný prechod na mikrometrickú a nanometrickú technológiu privádza nové výrobné metódy na hranicu ich možností. Výrobné procesy prebiehajú na úrovni atómov. Výsledkom sú nové, dokonalejšie, menšie a dynamicky prispôsobivejšie MEMS snímače. [1]

1. Čo je snímač MEMS

Technológia MEMS **Micro-Electro-Mechanical Systems** (mikromechanické systémy, mikromechanika), označuje mechanické a elektromechanické konštrukcie veľmi malých rozmerov (pod 1mm), ako aj technológie používané na ich prípravu. Na prípravu MEMS sa využívajú technológie prevzaté z mikroelektroniky na výrobu čipov. Z mikroelektroniky sú často prevzaté aj materiály používané pri výrobe MEMS snímačov, ako sú napr. kremík, SiO₂, polyméry a rôzne kovy. [2]



Obr. 1 Snímače MEMS

Výhodou používania snímačov MEMS:

- vysoký stupeň miniaturizácie
- nízka hmotnosť
- malé rozmery
- nízka cena
- spoľahivosť
- malá spotreba

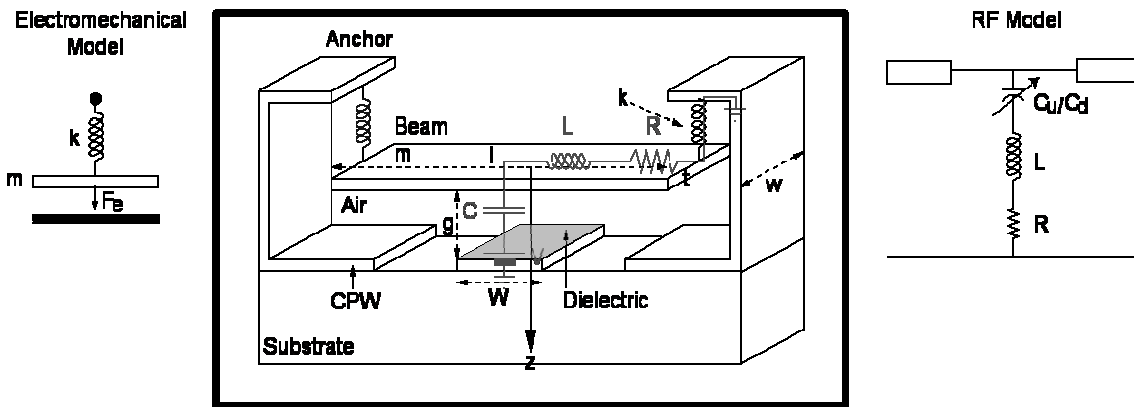
Medzi jeho základné vlastnosti patrí:

- vynikajúce mechanické vlastnosti
- vysoká čistota kremíku, až 99,999%
- nedochádza k únave materiálu
- vysoká citlivosť na mechanické napätie

2. Akcelerometer

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° do $+90^\circ$. Tento rozsah je ohraničený hodnotami od 0-255, čo sú krajne hodnoty náklonu snímača. [1]

Každému náklonu je priradená binárna hodnota, ktorá je prepočítavaná podľa vzorca $180/\text{min. náklon} - \text{max. náklon}$. Min. a max. náklon sú tiež prepočítavané, pretože snímač má svoje krajné hodnoty. Náš snímač v skutočnosti pracuje v rozsahu hodnôt od cca 10-220. Po prepočítaní výsledného vzorca vieme skutočný náklon snímača, ktorý si môžeme odsimulovať v programe. [1]

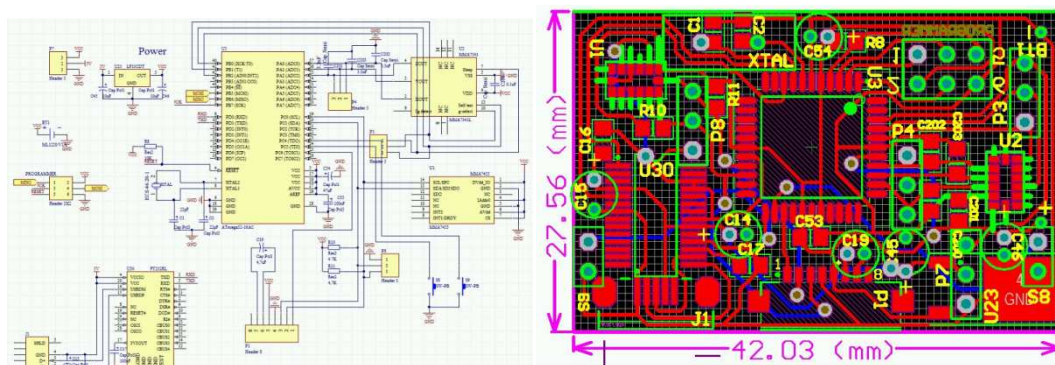


Obr. 2 Princiálna schéma MEMS snímača na meranie zrýchlení

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 hmota, na ktorú pôsobíme. [1]

3. Návrh a realizácia snímacieho zariadenia

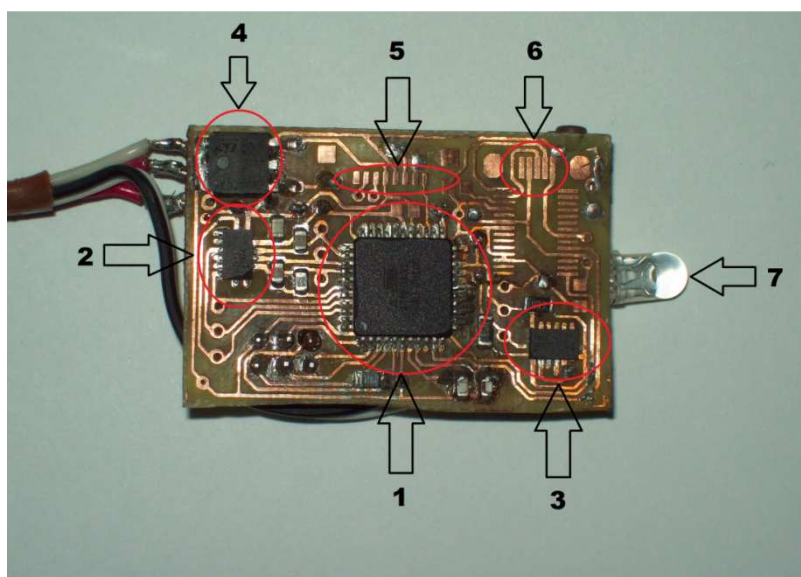
Dôležitým faktorom je to, že kde sa bude dané zariadenie používať. Vychádzame z toho, či naše zariadenie potrebuje externé napájania, kde sa bude nachádzať displej, RGB LED dióda, prípadne pripojenie k PC. Podľa týchto faktorov ďalej vychádzame pri návrhu plošného spoja a pri rozmiestnení súčiastok a komponentov na plošnom spoji.



Obr. 3 Návrh schémy akcelerometra

Dôležitý je tiež aj dizajn a samotné konečné prevedenie zariadenia a preto si pred návrhom zariadenia treba premyslieť každý krok až po samotné používanie.

Po úspešnom osadení súčiastok sa otestuje funkčnosť plošného spoja. Na to, aby sa otestoval plošný spoj, je potrebné do mikrokontrolera nahrat' program, ktorý je písaný v programe Codevision AVR.

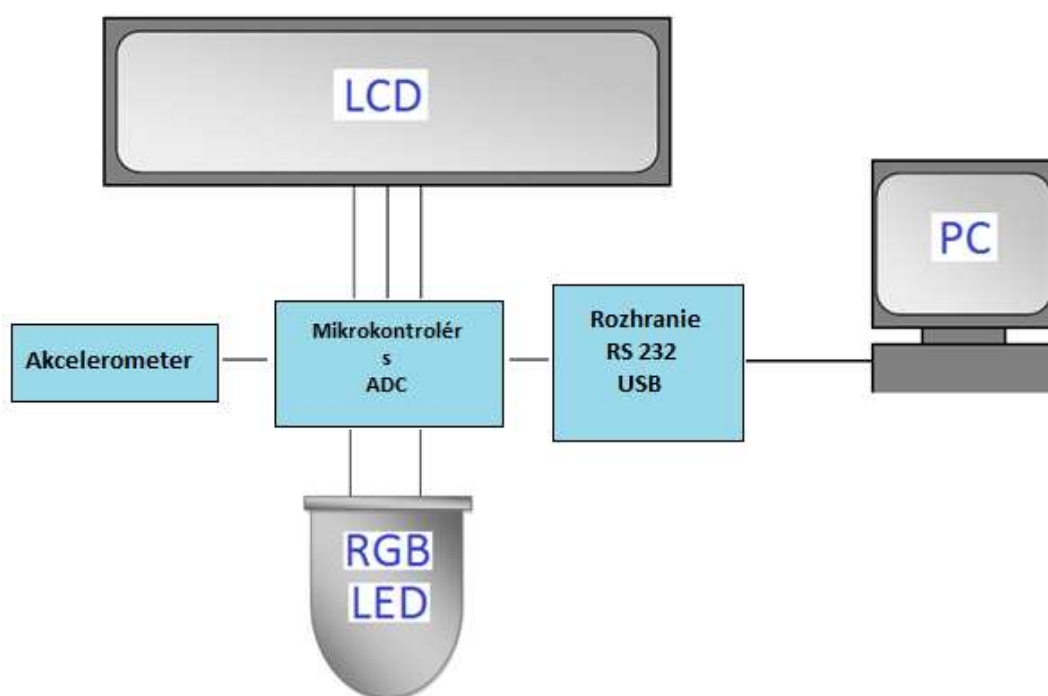


Obr. 4 Popis osadených súčiastok

- 1 – mikrokontrolér
- 2 – akcelerometer MMA7341L (analógový)
- 3 – akcelerometer MMA7455 (digitálny)
- 4 – stabilizátor napätia LF33CDT
- 5 – pripojenie I²C zbernice na LCD displej BO1602D
- 6 – pripojenie USB konektoru
- 7 – RGB LED dióda

4. Komunikácia zariadenia s PC

Sériový prenos je jeden z najrozšírenejších spôsobov prenosu. Jednotlivé prvky sú v časovej postupnosti vysielané po jednej prenosovej linke. Pri príjme dát je potrebné aby prijímač bol synchronizovaný s vysielateľom. Prijímač teda musí poznať začiatok a koniec, kedy dochádza k zmene signálového stavu - začiatky a konce blokov dát. Na základe týchto údajov prijímač stanoví rozhodujúci okamih pre vyhodnotenie signálového stavu jednotlivého prvku. [3]

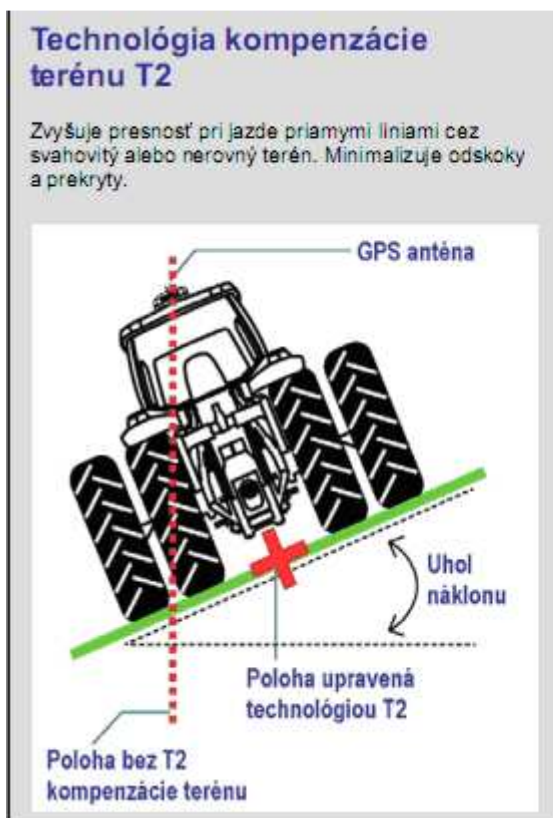


Obr. 5 Bloková schéma zapojenia 3D akcelerometra

5. Návrh implementácie do mobilných zariadení

Návrh zariadenia bol tvorený pre zariadenia pohybujúce sa v nebezpečnom teréne a na kontrolu nebezpečného stavu, aby sa zabránilo stavu, ktorý je pre zariadenie nebezpečný.

Typickým príkladom použitá je zariadenie použité v poľnohospodárskych strojoch. Toto zariadenie kontroluje polohu vozidla a zabraňuje, aby sa v ťažkom a členitom teréne neprevrátilo.



Obr. 6 Použitie v poľnohospodárskych zariadeniach

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. Nie je to však podmienka, zariadenie nemusí reagovať na kritický stav zastavením. Táto voľba je jedna z možných riešení na upozornenie nebezpečného stavu vozidla. Opatrenia sa dajú robiť rôzne, podľa potreby.

Sú prípady, pri ktorých by zastavenie vozidla mohlo viesť ku nepriaznivým stavom. Ako príklad si môžeme uviesť súťaž Off Road Car, kde sa automobily pohybujú po členitom teréne a ich hlavným cieľom je prekonať čo najťažší terén s najlepším časom a pritom sa neprevrátiť. Zastavenie vozidla v prípade, ako vidíme na obrázku (obr.31) by nebolo vhodné.



Obr. 7 Implementácia do terénnych áut

Tieto vozidla však môžu byť vybavené kontrolným zariadením, aby ich upozorňovalo, resp. dávalo informáciu o aktuálnom stave vozidla, keďže aj v tejto súťaži platia zákony, ktoré sa nedajú oklamať, zákony gravitácie.



Obr. 8 Príklad použitia

Práve zabráneniu takýmto nežiaducim stavom slúži zariadenie na kontrolu nebezpečného naklonenia. Kontrolou nebezpečného naklonenia sa dá včas predísť nežiaducim následkom a obmedziť tak škody na majetku a hlavne zdraví.

Keďže zariadenie sa dá pripojiť k batérii, tak nie je potrebná úprava automobilu aby sa zariadenie dalo implementovať. Dôležité je, aby bolo zariadenie pripevnené k pevnej časti zariadenia v zornom poli a aktuálnu polohu si vieme vizuálne odkontrolovať.

Záver

V práci bol realizovaný prehľad súčasného stavu v oblasti MEMS snímačov na meranie rýchlosti a zrýchlení. Súčasnú možnosť zariadenia sú meranie náklonu -90° až 90° , vyobrazenie týchto hodnôt vizuálne pomocou RGB LED diódy a na displeji 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. Ďalším rozšírením by mohla byť zvuková indikácia nebezpečného uhla pomocou piezo reproduktora a tým by sa znížil reakčný čas vodiča na tento stav.

Zoznam použitej literatúry

- [1] <http://www.posterus.sk/?p=9853>
- [2] http://sk.wikipedia.org/wiki/Micro-Electro-Mechanical_Systems
- [3] http://sk.wikipedia.org/wiki/S%C3%A9riov%C3%BD_port