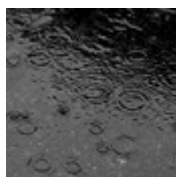


Snímanie dažďa v automobilovom priemysle

Girašek Tomáš · Elektrotechnika

29.02.2012



Po niekoľkých rokoch búrlivého rozvoja elektroniky je takmer nemožné predstaviť si život bez nej. Elektronika našla svoje stabilné miesto i v konštrukcii automobilov. Kontroluje a riadi chod motora, chráni vozidlo pred odcudzením, ovláda klimatizáciu a vykurovanie, zvyšuje efektívnosť brzdenia aj riadenia, kontroluje trakciu a stabilitu automobilu, riadi komunikáciu a prenos dát medzi vozidlom a okolím. Jedným z moderných systémov, ktoré sa čoraz viac uplatňujú v automobiloch sú aj inteligentné dažďové senzory. Článok popisuje základné princípy snímačov pre riadenie stierania čelného skla automobilov.

1. Úvod

Elektronika je v súčasnosti oblasťou s najdynamickejším vývojom. Prenikla do všetkých ostatných oblastí techniky. Obklopuje nás zo všetkých strán. Inteligentné elektronické komponenty sú neodmysliteľnou súčasťou takmer každej domácnosti. Pracovný stôl bez osobného počítača je skôr výnimkou, bez elektroniky sa v dnešnej modernej dobe plnej technických výtvarných, nezaobíde žiaden obchod ani banka. Po niekoľkých rokoch búrlivého rozvoja elektroniky je takmer nemožné predstaviť si život bez nej. Elektronika našla svoje stabilné miesto i v konštrukcii automobilov.

Kontroluje a riadi chod motora, chráni vozidlo pred odcudzením, ovláda klimatizáciu a vykurovanie, zvyšuje efektívnosť brzdenia aj riadenia, kontroluje trakciu a stabilitu automobilu, riadi komunikáciu a prenos dát medzi vozidlom a okolím. Trend je jednoznačný, na elektroniku sú kladené čoraz vyššie nároky. Jedným elektronických zariadení je aj dažďový senzor využívaný v automobile. Tento senzor je už dnes aplikovaný takmer v každom automobile ponúkanom na trhu. V ďalších kapitolách si bližšie vysvetlíme princípy niektorých druhov týchto senzorov.

2. Základné princípy snímania dažďa.

Dážď ako taký sa dá snímať rôznymi spôsobmi, a to napríklad kapacitne, vodivým spojením, piezoelektricky, opticky alebo pomocou sledovania prúdu. Každý z týchto spôsobov snímania sa používa alebo používal v automobilovom priemysle. Niektoré z nich sa však neuplatnili, pretože nespĺňali kritéria ktoré zákazník vyžadoval.

3. Snímač dažďa pomocou merania vodivosti.

Tento systém používa snímač, ktorý v podstate pozostáva z dvoch oddelených kontaktov izolátorov. Keď dažďové kvapky dopadnú na čelné sklo vozidla, dostanú sa do styku s kontaktmi senzora, čím kvapky začnú viesť signál medzi jednotlivými kontaktmi. Následkom toho senzor upozorní systém na vodu ktorá sa nachádza na prednom skle vozidla. Senzor je na čelnom skle umiestnený tak, aby bol v pracovnej dráhe stieračov, ktoré z neho následne zotrujú vodu. Tento systém má niektoré zásadné problémy. Ak sú snímacie prvky vystavené poveternostným podmienkam začnú oxidovať, čo spôsobí ich horšiu vodivosť a v praxi sa stanú nepoužiteľnými. Nečistoty je možné zo snímača odstrániť, no je zložité navrhnuť senzor na takomto princípe, aby naďalej nekorodoval. Ďalšou nevýhodou je zbytková vlhkosť alebo aj voda, ktorá spôsobuje opätovné spustenie stieračov.

4. Piezoelektrický snímač dažďa

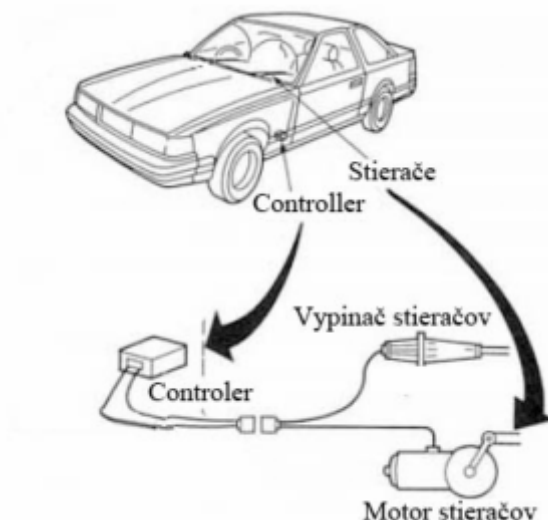
Tento druh systému používa kryštál - piezo element, ktorý môže byť v skutočnosti považovaný za mikrofón. Dážď, resp. kvapky dopadajúce na predné sklo auta spôsobia zvuk, vlny na určitej frekvencii, ktoré sú prenášané cez čelné sklo. Piezo snímač zachytí tieto vlny a elektronika potom dokáže spracovať signál, ktorý sa následne pokúsi rozlíšiť medzi dažďom a inými zvukmi. Tento systém je veľmi citlivý a môže byť veľmi ľahko rušený okoloidúcimi autami, čo ma za následok nesprávne, alebo oneskorené spustenie stieračov. Ďalšou z nevýhod tohto snímača dažďa je necitlivosť na jemné mrholenie alebo vlhkosť na čelnom skle. Z týchto dôvodov sa tento spôsob v automobilovom priemysle neuchytil.



Obrázok 1: Piezoelektrický snímač dažďa

5. Snímač dažďa pomocou sledovania prúdu

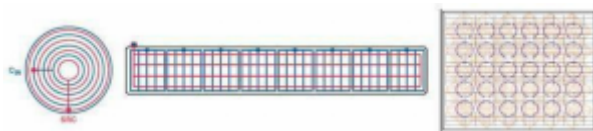
V tomto návrhu dažďového senzora sa stierače, v prípade dažďa, musia spustiť ručne. Avšak prúd odoberaný motorom stieračov čelného skla sa znižuje ak je sklo mokré, pretože trenie stierača o čelné sklo je menšie nakoľko je na ňom voda. Preto motorček, ktorý vytvára pohyb stieračov odoberá menší prúd. Prúd je monitorovaný a systém dokáže vyhodnotiť intenzitu dažďa a pomocou tejto metódy nastaviť rýchlosť stieračov, prípadne prerušované stieranie.



Obrázok 2: Snímač dažďa pomocou sledovania prúdu

6. Kapacitný snímač dažďa

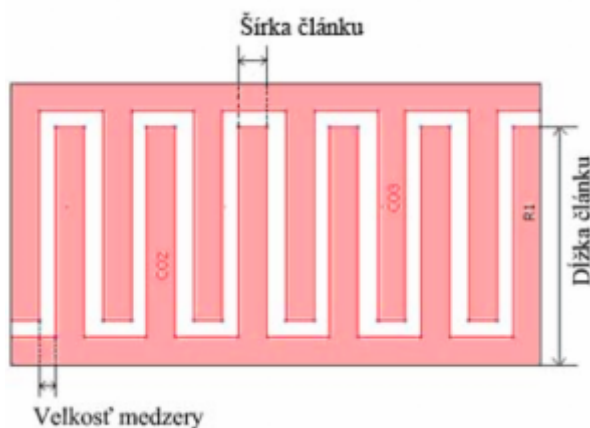
Kapacitný snímač dažďa je tvorený dvoma medenými vodičmi, ktoré sú blízko pri sebe a sú uložené na doske plošného spoja upevnenej na čelnom skle zo strany interiéru vozidla. Kapacitné merania sa vykonávajú po celej ploche kapacitného snímača na prednom skle, preto budú odhalené len kvapky dažďa, ktoré sa budú nachádzať v tejto oblasti. Tento spôsob ponúka väčšiu plochu na odhalenie dažďa ako optický senzor. Keďže senzor je určený pre detekciu dažďa, nepotrebujeme žiadne iné údaje o predmetoch pohybujúcich sa na prednom skle. Medené vodiče uložené na doske plošného spoja môžu byť usporiadané v rôznych tvaroch a veľkostiach ako je zobrazené na obrázku 3 .



Obrázok 3: Rozloženie vodičov na doske plošné spoja kapacitného dažďového senzora

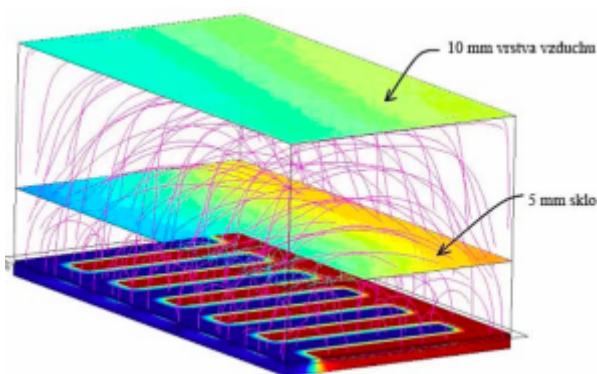
Pri snímači s dvomi vodičmi je základná konštrukcia veľmi dôležitá. Dôležitá je šírka vodičov, medzery medzi nimi a celková veľkosť rozloženia. Všetky tieto aspekty majú veľký vplyv na celkovú kapacitu systému. Veľký vplyv na efektivitu snímača majú dielektrické konštanty materiálov. Dielektrická konštanta materiálu je schopnosť materiálu prenášať elektrické pole. Vyššie hodnoty ukazujú lepší prenos elektrických polí. Dielektrická konštanta vzduchu je 1, štandardný materiál dosky plošného spoja je cca 4 a pre sklo je približne 4,5 - 6. Čelné sklo obsahuje tenkú vrstvu plastu vloženú medzi dve tabule skla. Výsledky však ukázali že má len malý vplyv na celkový systém.

Pomocou počítačovej simulácie sa vyhodnotil najlepší návrh topológie senzora. Výsledkom tejto simulácie bol spravený návrh zobrazený na obrázku 4. Tento obrázok ďalej zdôrazňuje niektoré dôležité pojmy: medzera kontaktov, dĺžka kontaktov, medzery medzi kontaktmi.



Obrázok 4: Topológia senzora

Pri návrhu sa predpokladalo, že čelné sklo vozidla bude hrubé cca 5 mm. Potom citlivosť senzora bude ešte 10 mm nad čelné sklo. Vplyv dažďa bude teda zaznamenaný až do vzdialenosti 10 mm od čelného skla. Táto schopnosť je zobrazená na obr. 5.



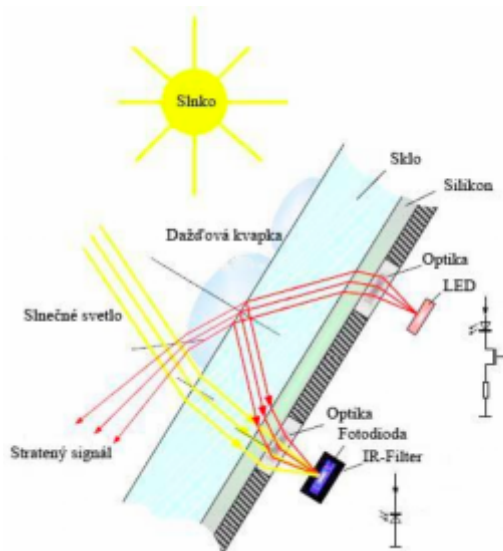
Obrázok 5: Zobrazenie pôsobenia kapacitného senzora

Snímok dáva lepšiu predstavu o dosahu kapacitného senzora. Pod doskou plošného spoja sa nachádza tienenie, tým sa zabráni nežiaducim zmenám kapacity zo strany interiéru vozidla.

Ak dažďová kvapka spadne na predné sklo, dostane sa do priestoru pred snímačom. Táto kvapka pohltí niektoré zo siločiar, čo spôsobí zmenu kapacity senzora. Táto zmena sa na výstupe senzora prejaví ako zmena prúdu. Príslušnému zmáčaniu čelného skla prislúcha určitá zmena prúdu. Mikrokontrolér tieto zmeny prúdu vyhodnocuje a dáva príkazy akčným členom stieračov.

7. Optický dažďový senzor

Na obrázku 6. je znázornený pracovný princíp fungovania optického svetelného a dažďového senzora. LED posiela infračervené svetlo na čelné sklo vozidla. Vnútorňa optika modulu zabezpečuje úplný vnútorný odraz svetelného lúča vysielaného diódou. Toto odrazené svetlo generuje prúd v prijímacej fotodióde. Keď kvapky dažďa dopadnú na predné sklo vozidla, niektoré z lúčov svetla sú rozptýlené do okolitého prostredia, pretože sa zmení uhol odrazu týchto lúčov na rozhraní skla a vody. Vplyvom tohto fyzikálneho javu dopadne menej svetla na prijímaciu fotodiódu. Potom intenzitu dažďa je možné vypočítať z rozdielu množstva odrazeného svetla. Signál reprezentujúci množstvo odrazeného svetla je snímaný mikroprocesorom, ktorý na jeho základe rozhodne či prší a ako rýchlo by mali stierače stierať.



Obrázok 6: Princíp funkcií svetelného a dažďového senzora

Jednou z najväčších výziev pre svetelný dažďový senzor je, že diódy neprijímajú len svetlo odrazené od čelného skla auta, ale aj svetlo okolitého prostredia. Zmeny tohto svetla môžu byť interpretované ako kvapky dažďa na čelnom skle, čo spôsobí spustenie stieračov. Toto má za následok ich zvýšené opotrebenie a riziko poškriabania čelného skla. Mikrokontrolér rozlišuje slnečné svetlo od modulovaného svetla, ktoré vysiela dióda. Ďalšou výhodou mikrokontroléra je, že dokáže kompenzovať charakteristiky fotodiód vďaka čomu je možné využívať aj lacnejšie fotodiódy. To znižuje náklady na výrobu svetelného dažďového senzora. Pridruženou funkcionalitou je snímanie úrovne okolitého osvetlenia, čo je možné použiť na riadenie osvetlenia vozidla.

8. Záver

Z popísaných fyzikálnych snímačov dažďa sa v súčasnosti najviac využíva optický dažďový senzor. Jeho hlavnými výhodami sú odolnosť voči korózii a rušeniu, jednoduchá konštrukcia a bezúdržbovosť, schopnosť detekovať nielen dážď, ale aj zahmlievanie skiel a možnosť snímania úrovne okolitého osvetlenia. Použitie dažďového senzora vo vozidle prináša zníženie psychického zaťaženia vodiča najmä v podmienkach premenlivej intenzity dažďa, čo prispieva k zvýšeniu bezpečnosti. Na rozdiel od systémov, ktoré aktívne zasahujú do riadenia vozidla (ABS, ESP) dažďové senzory nespôsobujú pocit zlepšenia jazdných vlastností, čím neprispievajú k riskantnejšej jazde.

POĎAKOVANIE



Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku/ Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ. Tento článok bol vypracovaný v rámci projektu "Centrum excelentnosti integrovaného výskumu a využitia progresívnych materiálov a technológií v oblasti automobilovej

elektroniky", ITMS 26220120055.

Literatúra

1. <http://www.melexis.com/Asset/How-to-design-an-automatic-Rain-Light-Sensor-system-D>

[ownloadLink-6012.aspx](#)

2. http://www.egr.msu.edu/classes/ece480/capstone/spring10/group06/Documents/ECE480_Design_Team6_Final_Report.pdf
3. http://www.physik.uni-mainz.de/lehramt/lehramt/Vortraege/Anleitung/NSpri_StEx.pdf
4. <http://www.fujitsu-ten.com/business/technicaljournal/pdf/2-7E.pdf>

Spoluautorom článku je Ing. Pavol Cabúk, PhD. Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická univerzita Košice
