

# Hallův senzor hlídá okna v budovách

Senzory citlivé na magnetické pole pronikají do mnoha oblastí zejména proto, že je na čipu spolu se senzorem integrována vyhodnocovací elektronika, takže jde o „chytřejší“ snímače s různorodými možnostmi použití. Integrace na křemíkovém substrátu umožňuje velkosériovou výrobu, která přispívá k příznivé ceně snímačů a k jejich rozšíření.

Na veletrhu Sensor+Test 2012 v Norimberku bylo možné si ve stánku Fraunhoferova institutu pro integrované obvody IIS (*Institut für Integrierte Schaltungen*, [1]) prohlédnout zařízení pro indikaci polohy okna (*obr. 1*). Základem je magnetický senzor HallinOne, který měří magnetické pole permanentního magnetu připevněného na pohyblivé části okna.

Ke každému oknu se senzorem přísluší jeden datový uzel, který vyhodnocuje data ze senzoru a předává je do centrálního počítače v domě. Zpracovaná data lze využít k dohledu a ochraně objektů v systémech automatizace budov. Datovým uzlem jsou každé čtyři sekundy odečítány hodnoty ze senzoru. To zaručuje malou spotřebu energie z lithiové baterie, která tak vydrží až dvanáct let. Senzory lze zabudovat i do stávajících oken. Cena senzoru zatím není známa, jeden datový uzel stojí přibližně 50 eur (*obr. 1*).

Při předvádění senzoru na veletrhu byly na monitoru vidět hodnoty magnetického pole ve všech třech osách a vedle bylo zobrazeno přímo příslušné okno otevřené, zavěšené nebo zčásti vyklopené (*obr. 2*).

Další vývoj systému hlídání oken směřuje k bezbateriovému napájení senzoru i datového uzlu energií z termogenerátoru zabudovaného do rámu okna a využívajícího rozdíl venkovní a vnitřní teploty.

## Princip senzoru HallinOne

Pro určení polohy v prostoru se používá trojrozměrné měření magnetického pole Hallovým senzorem vyrobeným na křemíkovém substrátu standardním procesem CMOS, který umožňuje integrovat v jediném čipu i vyhodnocovací jednotku [3]. Měřeny jsou hodnoty magnetického pole v osách  $x$ ,  $y$  a  $z$ . Z nich je pak vyhodnocována poloha okna.

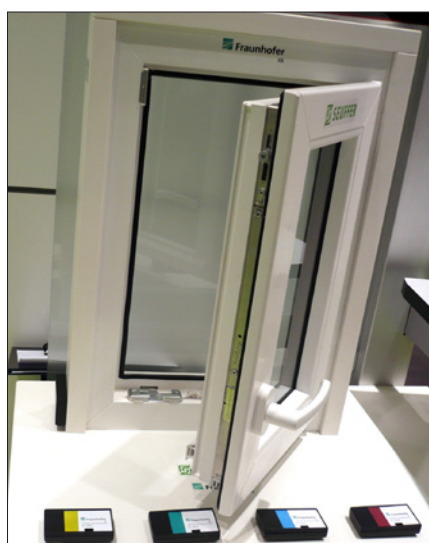
Senzor je necitlivý k vnějším rušivým magnetickým polím a nepotřebuje teplotní kompenzaci. Pro každou magnetickou osu je zvláštní čidlo a naměřené hodnoty jsou digitalizovány přímo na čipu.

Citlivost senzoru v ose  $z$  je přibližně 200 mV/T (při offsetu menším než 2  $\mu$ V), na osách  $x$  a  $y$  jen 40 mV/T (při offsetu menším než 20  $\mu$ V). Maximální rozlišení v ose  $z$  je 0,6  $\mu$ T (při šířce pásma 100 Hz) u obou dalších os je rozlišení 6  $\mu$ T.

Hallovy senzory vyrobené na základě křemíku vykazují při vyšších teplotách menší citlivost. Citlivost senzoru HallinOne je při teplotě 100 °C zmenšena o 30 %. Při vektoro-

vém vyhodnocování magnetického pole však není absolutní citlivost omezujícím faktorem.

Vícerozměrné magnetické senzory HallinOne jsou částí obsáhlé knihovny senzorů, ze které je možné sestavovat komplexní snímače pro měření magnetického pole v zákaznických integrovaných obvodech ASIC. Zejména lze na jediném čipu integrovat pře-



Obr. 1. Otevřené okno vybavené senzorem, v popředí datové uzly



Obr. 2. Na monitoru jsou zobrazeny hodnoty magnetického pole a obrázek otevřeného okna

vodníky A/D i D/A, mikroprocesory, sběrníková rozhraní a libovolné logické obvody. Je tak možné realizovat celý měřicí systém na čipu – SoC (*System on Chip*). Toto řešení je dobrou ochranou proti kopírování, při sériové výrobě navíc klesne cena čipů.

Dalšími výhodami jsou menší rozměry a lepší funkční spolehlivost díky menšímu počtu vnějších spojů. Na čipu je možné kombino-

vat senzory magnetického pole např. se senzory teploty, světla a dalších fyzikálních veličin.

## Další použití senzoru

Hallovy senzory lze použít také ve snímačích proudu, které měří magnetické pole vznikající průtokem proudu. Značná citlivost senzorů a možnost kompenzovat teplotní závislost a offset integrovanou vyhodnocovací elektronikou dovolují eliminovat vliv magnetického pole koncentrujících prvků (např. feritových jader). Je vyloučen také vliv hystereze a nevznikají ani problémy při nasycení feromagnetických prvků. Konstrukce snímačů proudu je zjednodušena a zmenšena.

S integrovaným magnetickým senzorem lze výhodně sestavit ovládací páku (joystick). Senzor umožňuje bezdotykové trojrozměrné určení polohy páky, na jejímž spodním konci se nachází permanentní magnet. Poloha magnetu v prostoru je nepřetržitě určována z naměřených hodnot. K pohyblivé páce není nutné vést žádný kabel a díky tomu fungují ovládací páky dobře i v zaprášeném nebo vlhkém prostředí.

Možnost téměř bodového měření magnetického pole ve všech třech osách a vektorové vyhodnocení dovolují využívat senzory v mnoha dalších oblastech, jako jsou: jednoduché nebo třísosé magnetické spínače, trojrozměrné měření magnetických polí a charakteristik permanentních magnetů, bezkontaktní potenciometry, přibližovací spínače (až do vzdálenosti 15 cm) a mnohé jiné.

## Použití senzoru v pračce

Ve většině moderních praček je zabudován senzor polohy, jenž je založen na trojrozměrném měření magnetického pole. Senzor udává přesnou polohu bubny a měřicí signál je sběrníci přenášen do řídicího počítače. Informace o poloze bubny určuje při vkládání prádla jeho hmotnost a při praní nevyváženost bubny. To pračce umožňuje při nevhodném rozložení prádla přerušit praní a prádlo vhodně přemístit. Snímač polohy určuje polohu bubny v prostoru s přesností 0,1 mm (měřicí kmitočet je 50 Hz). Senzor s vyhodnocovací elektronikou a napojením na sběrnici odebírá 25 mA při napájecím napětí 9 V.

## Literatura:

- [1] www.iis.fraunhofer.de [cit. 5. 4. 2013].
- [2] s-net – *Drahtlose sensornetze Evaluation-Kit DATA*. Prospekt Fraunhofer IIS Abteilung KOM (Kommunikationsnetze), Nürnberg.
- [3] Taschka, K.: *Intelligente 3D-Magnetfeldsensorik*. Fraunhofer IIS Erlangen.
- [4] www.seuffer.de [cit. 5. 4. 2013].

Ing. Jan Hájek