

DESIGN OF MAGNETIC BARCODE READ HEAD

Libor Kadlčík

Bachelor Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xkadlc04@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jan Mikulka

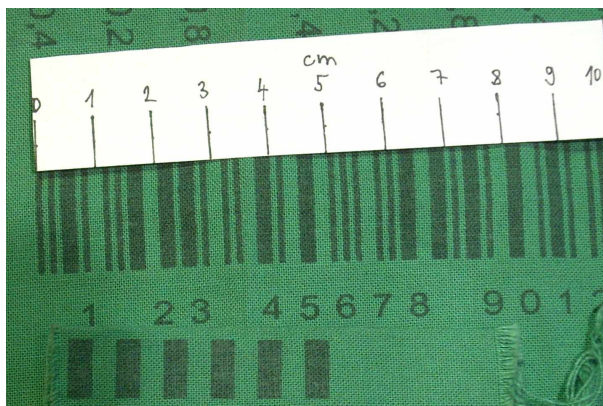
E-mail: mikulka@feec.vutbr.cz

Abstract: Magnetic barcode is a barcode printed with a ferromagnetic ink (on a textile material). Reading the barcode requires sensitive methods since concentration of ferromagnetic material is low. Inductive sensor with LC resonant circuit is used, producing FM signal on its output, therefore requiring frequency demodulation circuit (PLL or differential demodulator). Prototype of the read head shows promising results, although convolution distortion is severe in our case.

Keywords: barcode, convolution distortion, frequency demodulator, inductive sensor, phase-locked loop

1 ÚVOD

Magnetický čárový kód je podobný klasickému optickému čárovému kódu, avšak je natištěn ferromagnetickým inkoustem na textilním materiálu (obr. 1). Snímání probíhá tak, že se po kódu pohybuje snímač, který je citlivý na feromagnetikum.



Obrázek 1: Magnetický čárový kód na textilním materiálu.

Koncentrace feromagnetika je nízká, a proto se snažíme citlivost snímače optimalizovat.

1.1 KONVOLUČNÍ ZKRESLENÍ

Čárový kód je v podstatě obdélníkový signál, na výstupu snímače však obdržíme pouze jeho “rozmazanou” podobu. Toto, tzv. *konvoluční zkreslení*, lze popsat jako konvoluci původního signálu s PSF (prostorovou impulzní odezvou) snímače.

Zde má PSF tvar Gaussovy křivky, konvoluční zkreslení se tak projevuje zaoblením a až prolínáním hran signálu. Zkreslení částečně omezíme zmenšením kontaktní plochy snímače s kódem, nicméně i přesto bude nezbytné provést rekonstrukci signálu.

2 SNÍMACÍ OSCILÁTOR

Základem je rezonanční obvod s cívkou, jejíž indukčnost se mírně zvýší, pokud je do její blízkosti vloženo feromagnetikum. Při snímání čárového kódu tak na výstupu obdržíme *kmitočtově modulovaný signál*.

Pro dobrou citlivost je vhodné, aby magnetický odpor magnetického obvodu cívky byl co nejmenší, přiložený čárový kód se tak na indukčnosti více projeví. V praxi to znamená navinout co nejkratší cívku na feritovém jádře.

3 DEMODULÁTOR

Ze snímacího oscilátoru obdržíme kmitočtově modulovaný signál, který před dalším zpracováním demodulujeme.

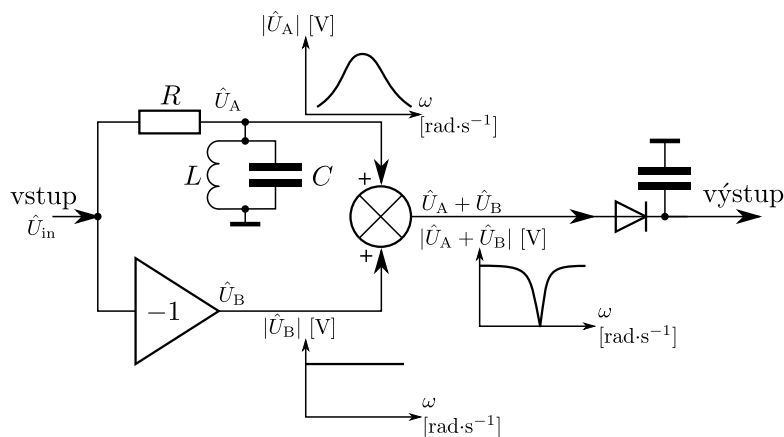
3.1 FÁZOVÝ ZÁVĚS

Fázový závěs (PLL) obsahuje napětím řízený oscilátor (VCO), jehož kmitočet je nastavován dle vstupního kmitočtu. Řídicí napětí VCO považujeme za demodulovaný signál.

PLL je dobře dostupný funkční blok. Jako kmitočtový demodulátor nemůže mít příliš strmou převodní charakteristiku, neboť jeho teplotní drift bývá zpravidla odlišný od driftu snímacího oscilátoru (může nastat situace, kdy vstupní kmitočet bude mimo interval hodnot, na které lze VCO přeladit).

3.2 ROZDÍLOVÝ DEMODULÁTOR

Základní stavební prvky rozdílového demodulátoru jsou (viz obr. 2) pásmová propust, invertor a sumátor.



Obrázek 2: Princip rozdílového demodulátoru.

Sumátor vytváří součet invertovaného vstupního signálu \hat{U}_B a signálu \hat{U}_A za pásmovou propustí. Je-li kmitočet vstupního signálu roven rezonančnímu kmitočtu pásmové propusti, je součtový signál $\hat{U}_A + \hat{U}_B$ nulový. Směrem na obě strany od rezonance se součtový signál zvětšuje a výstupní napětí demodulátoru roste.

Strmost převodní charakteristiky je velká (větší než při kmitočtové demodulaci na boku rezonanční křivky). Rezonanční obvod pásmové propusti je vhodné sestavit ze stejných součástek, jaké jsou použity ve snímacím oscilátoru, teplotní driftы demodulátoru a oscilátoru se poté vzájemně vyruší.

4 REKONSTRUKCE POMOCÍ HLEDÁNÍ INFLEXNÍHO BODU

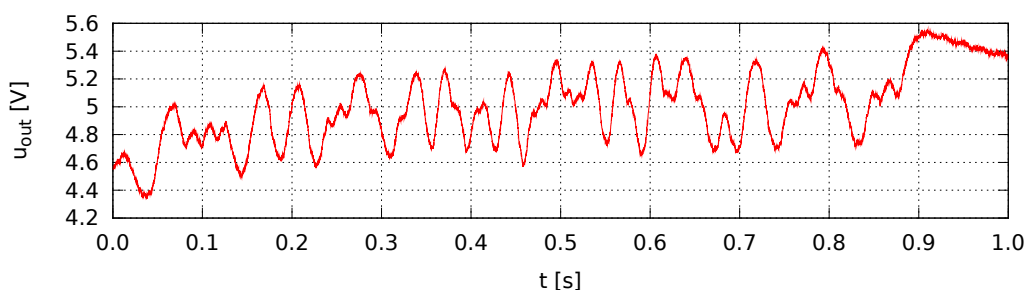
PSF našeho snímače má tvar Gaussovy křivky. Lze odvodit, že inflexní body konvolučně zkresleného signálu vyznačují hrany čárového kódu. Inflexní bod nalezneme sledováním průchodu druhé derivace signálu nulou. Současně si všímáme i první derivace, jejíž amplituda určuje sílu hrany a znaménko polaritu (náběžná či sestupná).

Výpočet derivací zvyšuje citlivost na šum, dle [1] je nezbytné ignorovat hrany s malou silou.

5 VÝSLEDKY

Cívkou snímacího oscilátoru jsme navinuli na válcovém feritovém jádře o průměru 2 mm a délce 4 mm. Snímací oscilátor v klidu kmitá na kmitočtu 320 kHz. Cívkou jsme vykonali pohyb (zprava dolů) po magnetickém čárovém kódu (obr. 1). Feromagnetikum v kódu rozladí uje oscilátor o 100 Hz.

Signál ze snímacího oscilátoru jsme demodulovali pomocí PLL a po zesílení jsme obdrželi průběh na obr. 3 (minima odpovídají proužkům kódu, maxima mezerám).



Obrázek 3: Průběh výstupního napětí čtecí hlavy při snímání magnetického čárového kódu

Kvůli konvolučnímu zkreslení má signál daleko k ideálnímu obdélníkovému průběhu, současně jsou úzké proužky a mezery nevýrazné (viz např. úsek signálu na obr. 3 v okolí času $t = 0,1$ s).

6 ZÁVĚR

Největší potíže při snímání magnetického čárového kódu činí konvoluční zkreslení. Budoucí vývoj se proto zaměří na minimalizaci rozměrů cívky snímacího oscilátoru, čímž zkreslení částečně potlačíme.

Výstupní signál čtecí hlavy je mírně znehodnocen šumem, namísto PLL bude vhodné použít rozdílový demodulátor (VCO v PLL je totiž zdrojem fázového šumu).

S popsávanými vylepšeními by čtecí hlava měla být schopna bez větších problémů snímat magnetické čárové kódy s hustotou proužků, jakou má vzorek na obr. 1.

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji panu ing. Jan Mikulkovi za rady a asistenci při vývoji prototypu čtecí hlavy.

REFERENCE

- [1] SHELLHAMMER, Stephen, GOREN, David, PAVLIDIS Theo. Novel Signal-Processing Techniques in Barcode Scanning. In *IEEE Robotics & Automation Magazine* [online]. [cit. 11. 10. 2010]. 1999, vol. 6, no. 1, s. 57-65. DOI 10.1109/100.755815 URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=755815&isnumber=16385>, ISSN 1070-9932