

ТЕОРЕТИЧЕН МОДЕЛ НА ИНТЕЛИГЕНТЕН СЕНЗОР С ЕЛЕМЕНТ НА ХОЛ ПОСРЕДСТВОМ ИЗПОЛЗВАНЕ НА ВИРТУАЛНИ ИНСТРУМЕНТИ

Димитър Георгиев¹, Анатолий Александров², Доброслав Данков³, Продан Проданов⁴

¹ ТУ - Габрово, dimitar.g.georgiev@abv.bg

² ТУ - Габрово, alex@tugab.bg

³ ТУ - Габрово, dankov@tugab.bg

⁴ ТУ - Габрово, pprodanov@tugab.bg

THEORETICAL MODEL OF A HALL ELEMENT INTELLIGENT SENSOR USING VIRTUAL INSTRUMENTS

Dimitar Georgiev¹, Anatoliy Aleksandrov², Dobroslav Dankov³, Prodan Prodanov⁴

¹ TU - Gabrovo, dimitar.g.georgiev@abv.bg

² TU - Gabrovo, alex@tugab.bg

³ TU - Gabrovo, dankov@tugab.bg

⁴ TU - Gabrovo, pprodanov@tugab.bg

Abstract

The development of the electronic equipment, the circuit-technical base and the electronic components provide an opportunity to develop the corresponding software for them. Software for synthesizing and simulating theoretical models, both of single components and of entire systems, can be referred to the software. This, in turn, makes it possible to accelerate the development process and minimize subsequent undesirable results when implementing the model.

One of the modern and very relevant approaches for synthesizing and simulating theoretical models is through the use of virtual tools. Such specialized software is LabVIEW from the manufacturer National Instruments. On its basis, the theoretical model of an intelligent galvanomagnetic sensor with a Hall element, presented in this article, was synthesized.

Keywords: intelligent sensor, magnetic field, LabVIEW, MLX91206 CAL-001, FIR, oversampling, low pass filter.

ВЪВЕДЕНИЕ

Използването на виртуални инструменти за синтез и симулация на теоретични модели предоставя съвременен инженерен подход за постигане на бързи и точни резултати във фазата на разработка. Този тип инструменти значително намаляват времето за разработка поради няколко причини – не изискват задълбочени знания в областта на програмни езици, предоставят предварително заложили библиотеки с елементи, функции и процеси, лесно представяне на входни и изходни данни под различна форма (графична, таблична) и т.н.

С оглед на изброените предимства и натрупани експериментални изследвания е избран подхода за синтезиране на теоретичен модел на интелигентен галваномагнитен сензор с елемент на Хол чрез специализиран софтуер LabVIEW. Целта на доклада е изследване и избор на филтри за премахане на периодичен и аperiodичен шум при измерване и обработка на магнитно поле, както и оценка на тяхната ефективност.

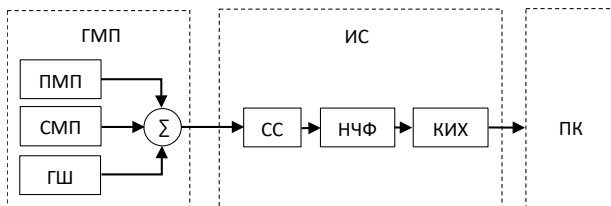
Представеният интелигентен сензор е част от проектна разработка и бъдеща реализация на система за събиране и обработка на информация от галваномагнитни сензори (ГМС).

ИЗЛОЖЕНИЕ

От проведени експериментални изследвания в [2] е реализиран теоретичен модел в [1], реализиран в програмна среда OrCAD, представящ преобразователните характеристики на интегрална схема с елемент на Хол тип MLX91206 CAL-001. На база получената единична линейна регресия и получените резултати от теоретичният модел се пристъпва към синтезиране на нов теоретичен модел на интелигентен галваномангнитен сензор с елемент на Хол в програмна среда LabVIEW [3].

Програмна среда LabVIEW на фирмата производител National Instruments има редица предимства, поради които е избрана. Като водещо при избора може да се посочи това, че теоретичният модел е динамичен и входните параметри могат да се променят във всеки един момент.

Общата блокова структура на симулационния на теоретичният модел на интелигентен ГМС с елемент на Хол е представена на фиг. 1.



Фиг. 1. Блокова структура на симулационния модел

Както се вижда от фиг. 1, теоретичният модел има три основни блока – генератор на магнитно поле (ГМП), интелигентен сензор (ИС) и блок персонален компютър (ПК).

Блока за генериране на магнитно поле се състои от три подблока - блок за генериране на постоянно магнитно поле (ПМП), блок за генериране на синусоидално магнитно поле (СМП) и блок за генериране на шум (ГШ).

ПМП служи за генериране на постоянно (константно) магнитно поле. Съответно блок СМП служи за генериране на магнитно поле със синусоидална форма. Двата блока за генериране на магнитно поле притежават набор от инструменти за конфигуриране. Предвидено е ГМП и СМП да не се използват паралелно.

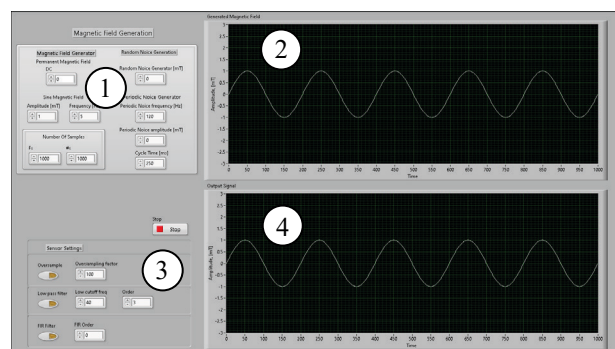
Блок ГШ има за цел да внесе шум към основният сигнал. Предвидено е да бъде генериран два типа шум – периодичен (с постоянна амплитуда) и аperiodичен (променяща се амплитуда). Двата типа шум могат да бъдат прилагани едновременно.

След като бъде конфигуриран, блок ГМП, сигнала постъпва на входа на интелигентният сензор (ИС). Предвидено е той да обработва постъпилите сигнал посредством набор от три филтъра: филтър за свръх семплиране (СС)[4], нискочестотен филтър (НЧФ) [5] и филтър с крайна импулсна характеристика (КИХ) [6]. Филтрите се прилагат върху постъпилите сигнал последователно, като всеки от тях може да бъде включван или изключван. Филтрите разполагат с широк набор от параметри, които могат да се променят според вида на филтрирания сигнал.

Избрани са тези три метода за филтриране, като съответно СС е подходящ при филтриране на аperiodични съставящи в измерваният сигнал, НЧФ е подходящ за премахване на периодични съставящи, а КИХ е приложим и при двата типа съставящи на обработвания сигнал.

След като сигнала бъде обработен от интелигентният сензор той се предава към персонален компютър (ПК) с цел визуализиране.

На фиг. 2 е представен общ вид на графичната част на съставения симулационен модел в програмна среда LabVIEW.



Фиг. 2. Общ вид на съставения симулационен модел на ИС в програмна среда LabVIEW

В областта, маркирана с 1 на фиг. 2 се извършва конфигурирането на ГМП - задаване на вида, параметрите на магнитното поле и генерирането на шум.

В поле 2 се визуализира в графичен вид формата на измереното магнитно поле постъпило от ГМП на входа на ИС.

В областта, маркирана с 3 се извършва въвеждане на параметрите на интелигентният сензор. В това поле се извършва параметризиране на филтрите и възможността за тяхното активиране и деактивиране.

В поле 4 се представя в графичен вид формата на филтрираният сигнал от ИС, който ще бъде предаван към ПК. В случая полето може да се разглежда и като блок ПК.

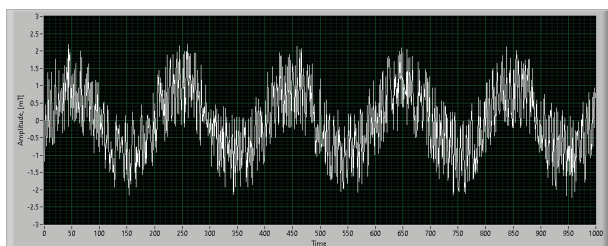
Приложени са следните теоретични изследвания – генериране на синусоидално магнитно поле и постоянно магнитно поле с периодичен, с аperiodичен и смесен шум. За да се оцени функционалността на избраните филтри са представени теоретични изследвания на магнитно поле със синусоидална форма със следните параметри – амплитуда 1mT и честота 5Hz.

На фиг. 3 е представена формата на синусоидално магнитно поле постъпващо на входа на ИС с аperiodичен шум с коефициент $K = 2,5$. Коефициента K служи за изменение нивото на шума в аperiodичната съставка.

Аperiodичната съставка се получава според формулата:

$$Y = (G - 0,5) \times K \quad (1)$$

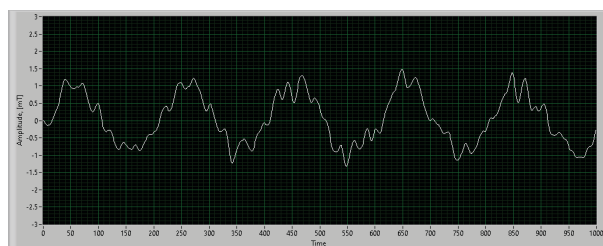
където: Y – изходният сигнал; G – случайно генерирано число в диапазона $0 - 1$.



Фиг. 3. Синусоидално магнитно поле с аperiodична съставка

На фиг. 4а е представена изходната (филтрирана) форма на сигнал с приложен НЧФ от 3-ти ред и честота на филтриране 40Hz. На фиг. 4б е представен изходният сигнал с приложен СС филтър от 10-ти ред. На фиг. 4в е представен изходният сигнал с приложен КИХ филтър от 10-ти ред. На

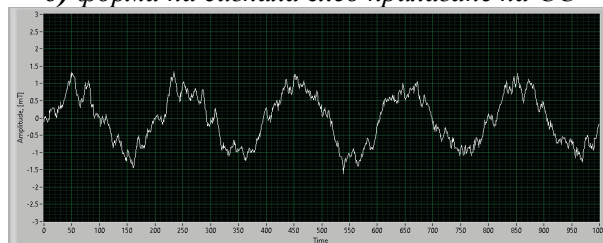
фиг. 4г е представен изходният сигнал с приложени всички филтри.



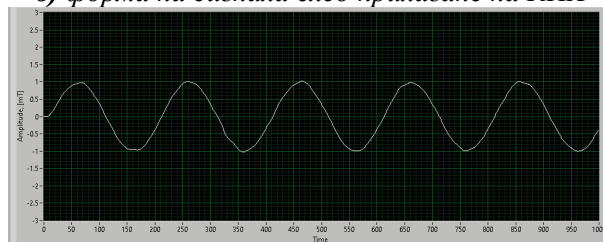
а) форма на сигнал след прилагане на НЧФ



б) форма на сигнала след прилагане на СС



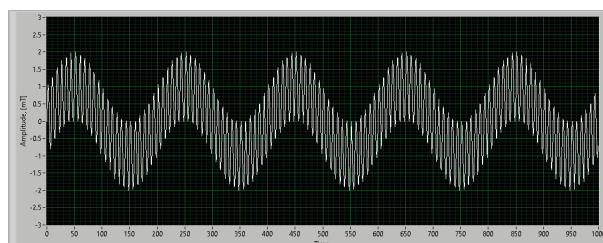
в) форма на сигнала след прилагане на КИХ



г) форма на сигнала след прилагане на комбинация от всички филтри

Фиг. 4. Получен изходен сигнал след филтриране

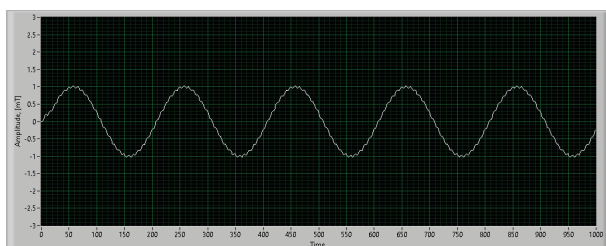
На фиг. 5 е представено магнитно поле със синусоидална форма и периодична съставка от 120 Hz.



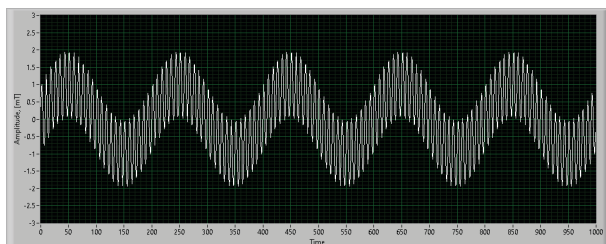
Фиг. 5. Синусоидално магнитно поле с периодична съставка 120 Hz

На фиг. 6 а) до фиг. фиг. 6 г) са представени изходните форми на сигнала с приложените типове филтри, както и комбинирана

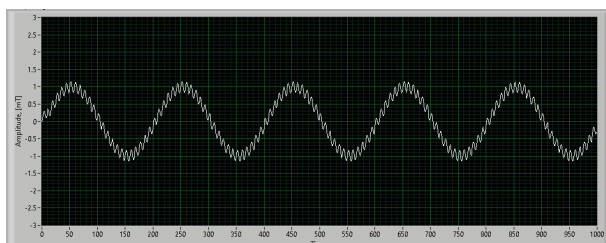
ното им прилагане с параметри описани в предходният експеримент.



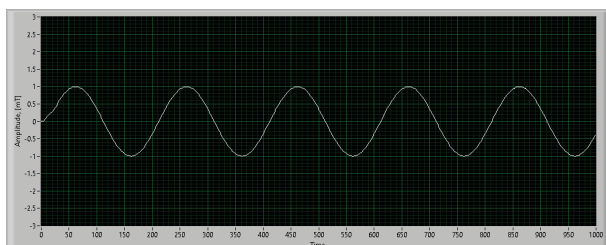
а) форма на сигнала след прилагане на НЧФ



б) форма на сигнала след прилагане на СС



в) форма на сигнала след прилагане на КИХ

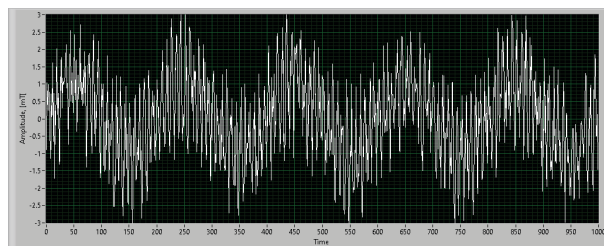


г) форма на сигнала след прилагане на комбинация от всички филтри

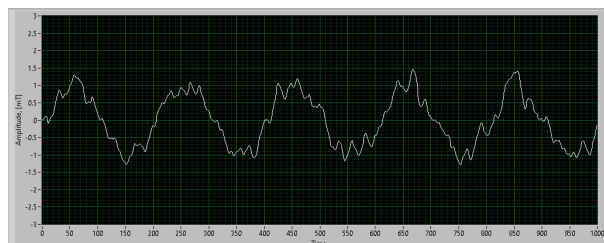
Фиг. 6. Получен изходен сигнал след филтриране

От представените резултати на фиг. 6 ясно се вижда, че най – добъра форма на изходният сигнал се постига при прилагане на НЧФ. Също така се вижда, че СС не е приложим при филтриране на периодична съставка.

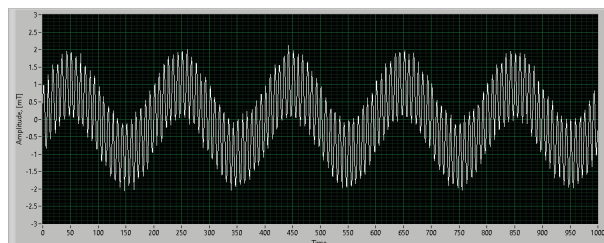
На фиг. 7 е представено синусоидално магнитно поле с комбиниран шум от периодична съставка 120 Hz и аperiodична съставка с коефициент 2,5. На фиг. 8 а) до фиг. 8 г) са представени резултати от прилагане на типовете филтри с параметри като в предходното изследване.



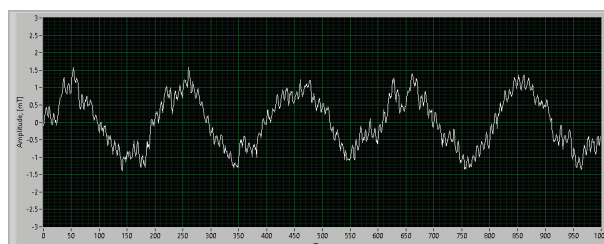
Фиг. 7. Магнитно поле с комбиниран шум от периодична и аperiodична съставка



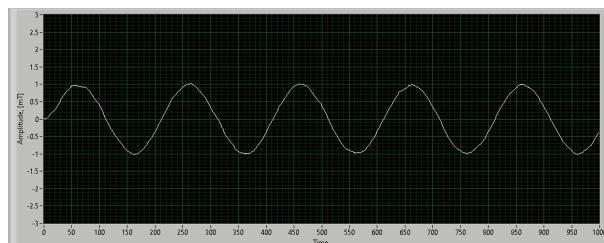
а) форма на сигнала след прилагане на НЧФ



б) форма на сигнала след прилагане на СС



в) форма на сигнала след прилагане на КИХ



г) форма на сигнала след прилагане на комбинация от всички филтри

Фиг. 8. Получен изходен сигнал след филтриране

От фигура 8 се вижда, че най-добрата форма на изходният сигнал се постига при прилагане на комбинация от всички филтри.

От представените резултати се вижда ефективността на всеки филтър като самостоятелен и при прилагането му в комбинация.

ция с останалите филтри към различен тип шум. Като обобщение може да се посочи, че най – добра форма на изходният сигнал при различните типове шум се постига чрез прилагане на комбинация от трита филтъра.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реализираният теоретичен модел показва, че избраните цифрови филтри са подходящи за премахване на постоянен и периодичен шум в процеса на измерване. Параметрите на филтрите са отворени за промяна във всеки един момент, което дава възможност за гъвкавост на интелигентният сензор за магнитно поле.

Предвидената възможност за включване и изключване на филтрите по време на измерване дава възможност за изследване и анализ на измерваното магнитно поле в реално време с отчитане на параметрите на магнитното поле.

От направените теоретични изследвания и получените резултати може да се направи заключение, че поставената цел е постигната. Събраното количество данни при провеждане на експеримента са достатъчни за извършване оценка ефективността на избраните филтри при обработка на магнитно поле с периодична и аperiodична съставка.

Получените резултати са предпоставка към реализиране на теоретичният модел с избраните типове филтри.

REFERENCE

- [1] Georgiev D., Dankov D, Prodanov P. Experimental –Theoretical Model of Galvanomagnetic IC Type MLX91206. Proc. 12th National Conference with International Participation "Electronica 2021", May 27-28, 2021, Sofia, Bulgaria
- [2] Georgiev D. EXPERIMENTAL CAPTURE OF TRANSFER CHARACTERISTICS OF GALVANOMAGNETIC HALL SENSORS TYPE MLX91206 CAL-001. Journal of the Technical University of Gabrovo, Vol. 52'2016 (66-67).
- [3] National Instruments. What is LabVIEW?. <https://www.ni.com/en-rs/shop/labview.html>
- [4] Jayanth Murthy Madapura (Microchip). Achieving Higher ADC Resolution Using Oversampling. <http://ww1.microchip.com/downloads/en/AppNotes/01152A.pdf>
- [5] Kehtarnavaz N., N. Kim. "Digital Signal Processing System-Level Using LabVIEW". Elsevier Inc. Unated States America, pp. 1-305, 2005.
- [6] Georgiev G., Balabanova I., Penchev P. Development of a virtual tool for filtering, research and analysis of signals and noise by IIR and FIR digital filters in LabVIEW. PROCEEDINGS OF UNIVERSITY OF RUSE - 2016, volume 55, book 3.2.