

Устройство за безконтактно измерване на променлив ток на базата на AMR сензор

Никола Драганов

Base of AMR sensor device for contactless measuring of AC current: *There are diverse electrical quantities. One of them is an electrical current. A lot of indirect and direct methods for its measurement are known. Very spread is indirect contactless method by a measurement of a magnetic field created by a flowing through a conductor electrical current. Connected in parallel bridge anisotropic magnetoresistors (AMR) are widely applied to contactless measurement of an alternating current in the modern installation. They have high sensitivity, wide frequency band, good linear characteristics and high reliability.*

Key words: *AMR sensors, magnetoresistors, contactless measuring, magnetic field measuring, sensors of magnetic field.*

ВЪВЕДЕНИЕ

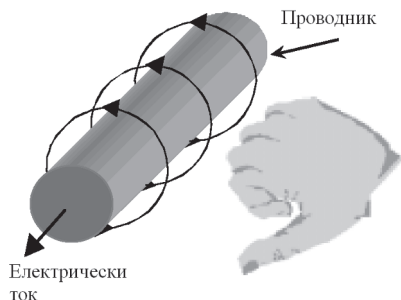
Съществуват различни електрически величини. За тяхното отчитане и обработка са необходими определени методи. Електрическият ток е една от най-често измерваните в техниката величини.

За измерване на електрически ток все още се използват класическите сензори, като шунтови резистори, токови трансформатори и магнитни усилватели. Всяка от тези групи сензори има своите предимства, но и много недостатъци като голям обем, висока цена, измерване само на постоянни или само на променливи стойности и др. Всички тези недостатъци са отстранени при новото поколение сензори за безконтактно измерване на ток и напрежение [1].

Целта на настоящата разработка е да се проектира реализира и изследва устройство за безконтактно измерване на променлив електрически ток на базата на анизотропен магниторезистор (AMR), който да намира широко практическо приложение.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Протичането на електрически ток през проводник е свързано със създаване около него на магнитно поле с големина, пропорционална на големината на протичащият през проводника електрически ток (фиг. 1). Съвременните галваномангнитни сензори за ток представляват микроелектронни схеми (или устройства), принципът на действие на които се основава на измерване на магнитната индукция, създадена от протичащият през проводник електрически ток.

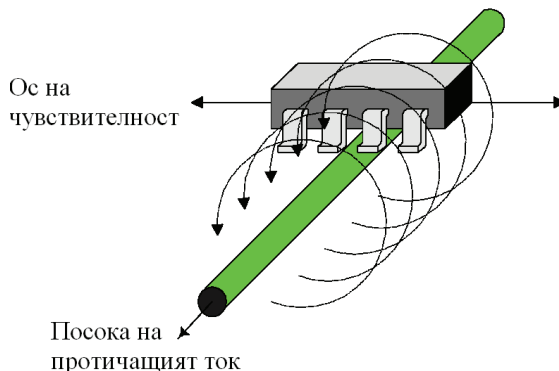


Фиг. 1. Посока на магнитното поле около проводник при протичане на ток през него

Като преобразуватели на магнитно поле в електрически сигнал се използват различни видове галваномангнитни преобразуватели като: елементи на Хол, магниторезистори, магнитодиоди, магнитотранзистори и др.

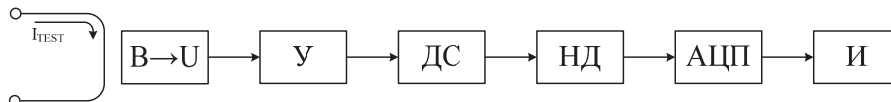
Най-разпространено е приложението на магниторезисторите (и по специално AMR) за сензори за малки токове (до 500mA) и елементите на Хол за сензори измерващи токове до 1000A. И двата вида галваномангнитни преобразуватели не участват само-а са част от високотехнологични

Подходите за получаване на сензорната величина (магнитно поле), зависи от измервания ток са два – чрез пряко въздействие на магнитното поле, образувано около проводника върху сензора и чрез използване на концентратор (магнитен усилвател) на магнитно поле [3, 4]. На фиг. 2 е представен начинът на въздействие на генерираното около проводник магнитно поле върху магниточувствителната интегрална схема, като то може да бъде постоянно или променливо.



Фиг. 2. Измерване на ток с МЧИС чрез пряко въздействие на магнитното поле

Блоковата схема на устройство за безконтактно измерване на постоянен и променлив ток е показана на фиг. 3. Тя се състои от преобразувател на магнитно поле в напрежение $V \rightarrow U$. Той преобразува създаденото от електрическият ток магнитно поле. Напрежението на изхода на преобразувателя е пропорционално на големината на изследвания ток I_{TEST} .



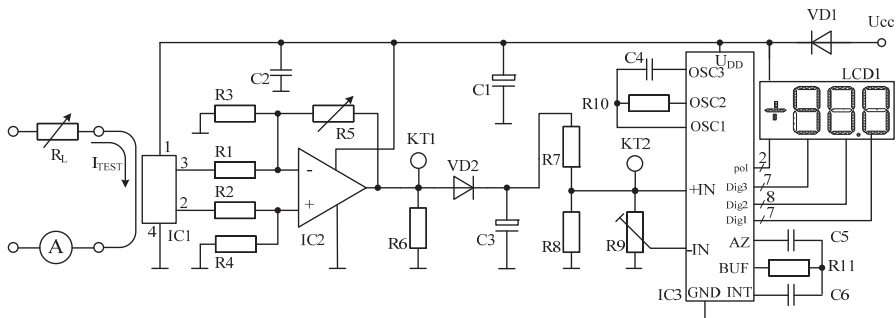
Фиг. 3. Блокова схема на устройство за безконтактно измерване на променлив електрически ток

То се усилва от усилвателя ($У$) до необходимата стойност, след което чрез детекторната схема ($ДС$) се преобразува в постоянно токово ниво. Големината на полученото постоянно напрежение се измерва от аналогово-цифров преобразувател ($АЦП$), като преди това се коригира чрез делител на напрежение ($НД$) така, че резултатът на индикаторният уред ($И$) да бъде в Амperi. Принципната електрическа схема на устройство за безконтактно измерване на променлив ток е показана на фиг. 4.

Преобразувателят ($IC1$) е магниточувствителна интегрална схема, тип ZMC20M на фирмата Zetex [2], представляваща четири анизотропни магниторезистора включени в четирираменен мост. Усилвателят ($IC2$) е изграден на базата на операционен усилвател, който е включен като диференциален, а чрез резистори $R1 - R5$ се настройват режимите му на работа.

Детекторната схема е реализирана чрез елементи $R6, C3$ и $VD2$, а делителят на напрежение от резистори $R7$ и $R8$. Посредством променлив резистор $R9$ се настройва $АЦП$, а именно показанието на индикатора в мерната единица – Амperi.

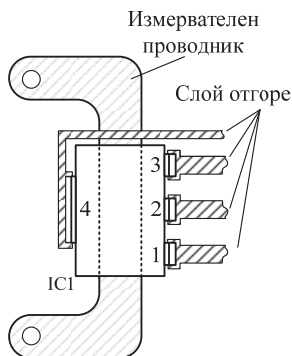
АЦП е изграден на базата на MC7106R (IC3), който се използва в повечето съвременни електронни мултиметри.



Фиг. 4. Опростена принципна електрическа схема на устройство за безконтактно измерване на променлив ток

Печатната платка на устройството е проектирана по такъв начин, че от едната страна са разположение силовите проводници (захранващи и измервателни), а от другата проводниците на слаботокните вериги. Задължително условие при използването на този тип сензори за измерване на електрически ток е проводникът, по който протича измерваният ток да преминава точно под магниточувствителната интегрална схема (фиг.5). По този начин се гарантира максимално въздействие на генерираното около проводника магнитно поле върху полупроводниковия чип. На фиг.5 е показана скица на разположението на измервателният проводник и сензорът за измерване, като първият е разположен на друг слой спрямо вторият.

Проведени са експериментални резултати, като за заснети напреженията в отделните контролни точки (КТ1 и КТ2), отчетено е показанието от аналогово-цифровият преобразувател при изменение на токът през измерваната верига I_{TEST} .



Фиг. 5. Скица на монтажа на AMR сензорът

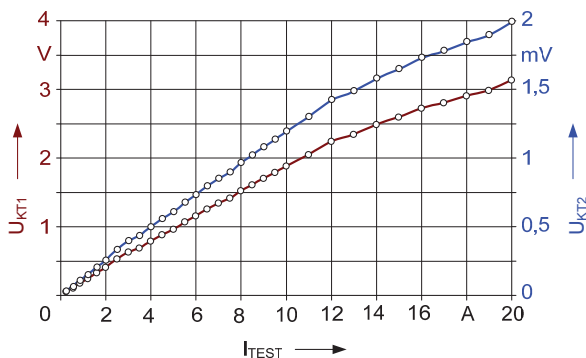
При провеждане на експеримента за товар е използван воден реостат. Последният има възможност за плавно регулиране на съпротивлението, респективно на токът през него.

На фиг. 6 са представени характеристиките $U_{КТ1}=f(I_{TEST})$ и $U_{КТ2}=f(I_{TEST})$, описващи характерът на изменение на изходното напрежение от усилвателният блок (КТ1) и напрежението, постъпващо на входа на АЦП (КТ2) в резултат на двойното преобразуване на измерваният ток I_{TEST} .

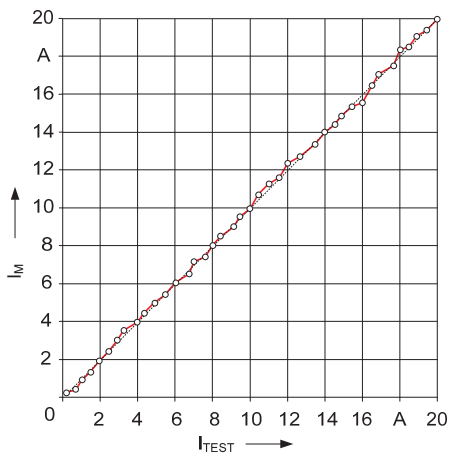
Както се забелязва двете зависимости имат един и същи характр, като разликата в обхватите им на изменение спрямо измерваната величина са различни (от 0,05V до 3,14V в КТ1 и от 0,025V до 2V в КТ2 при $I_{TEST}=0,15\div 20A$). Тази разлика е изкуствено създадена поради високото входно съпротивление на АЦП и необходимостта от използване на целият обхват на изменение на входното напрежение ($U_{INFS}=0,2\div 2V$).

На фиг. 7 е представена характеристиката даваща отношението на получено от АЦП показание, отчетено от дисплея на изработеното устройство I_M към

зададената стойност на измерваната величина I_{TEST} . Последната се задава чрез воден реостат, като се измерва с ампер-клещи с точност $\pm 2\%$.



Фиг. 6. Експериментални характеристики $U_{KT1}=f(I_{TEST})$ и $U_{KT2}=f(I_{TEST})$



Фиг. 7. Експериментални характеристики $I_M=f(I_{TEST})$

Анализът на получените резултати показва, че при изменение на измерваният ток I_{TEST} в интервала от 0,15mA до 20A, показанието I_M на разработеното устройство за безконтактно измерване на ток се изменя линейно с минимални отклонения спрямо правата линия (фиг.7). Максимални отклонения са измерени при стойности на измерваният ток 12A, 14A и 18A, като те са с +250mA при 12A и 18A и с -250mA при 14A.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработено е устройство за безконтактно измерване на променлив електрически ток на базата на мостов AMR сензор, тип ZMC20M на фирмата Zetex [2] и интегрален 10 битов аналогово-цифров преобразувател, тип MC7106R.

Разработеното устройство работи на базата на двойно преобразуване на енергията – от електрически ток в магнитно поле и обратно в електрическо напрежение.

Устройство за безконтактно измерване на променлив електрически ток намира широко приложение в промишлеността, измервателната техника, автомобилната електроника и др. То може да бъде полезен инструмент при измерване на високочестотни токове в силовата електроника. Чрез минимални изменения може да работи както с батерийно, така и с локално захранване, което го прави удобно за вграждане или използване в автомобил или преносима измервателна техника.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Draganov, N., T. Draganova. Based of AMR Sensors Device for Multicannal Contactless Measurement of AC Current. Journal of the Technical University of Gabrovo, Vol. 41, Gabrovo, 2011, p. 84-87.

[2] Zetex application data, www.zatex.com, last updated: Dec. 2011.

[3] Драганов, Н., Г. Горанов, А. Александров, П. Пенчев. Галваномагнитно устройство за измерване на магнитно поле. Списание Известия на ТУ-Габрово, Том 37, 2009, стр.70-73

[4] Драганов, Н., Г. Горанов, А. Александров. Галваномагнитно устройство за безконтактно измерване на постоянен ток. Сборник доклади Международна научна конференция UNITECH-08, Том 1, стр.142-146, Габрово, 21-22 Ноември 2008.

За контакти:

Д-р инж. Никола Драганов Драганов, катедра "Електроника", Технически университет - Габрово, тел.: 066 827 201, e-mail: niko_draganov@mail.bg

Докладът е рецензиран.