

Підвищення завадостійкості датчиків магнітного поля

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній статті розглянуто та досліджено тему підвищення завадостійкості датчиків магнітного поля, вплив завад на датчики, причини та методи підвищення завадостійкості, а також важливість точності вимірювання магнітного поля в різних галузях.

Ключові слова: магнітне поле, завадостійкість, датчики магнітного поля, магнітна індукція, магнітна резистивність, магніт, електромагнітна сумісність.

Abstract

This article examines and investigates the topic of improving the immunity of magnetic field sensors, the effect of interference on sensors, the reasons and methods of improving immunity, as well as the importance of the accuracy of magnetic field measurement in various industries.

Keywords: magnetic field, immunity, magnetic field sensors, magnetic induction, magnetic resistivity, magnet, electromagnetic compatibility.

Вступ

Датчики магнітного поля є невід'ємною частиною багатьох промислових і біомедичних застосувань, і їх використання продовжує зростати високими темпами. Розвиток обумовлений як новими варіантами використання та попитом, як-от Інтернет речей, так і новими технологіями та можливостями, такими як гнучкі та розтяжні пристрої. Датчики магнітного поля використовують різні фізичні принципи для своєї роботи, що призводить до різних специфікацій щодо чутливості, лінійності, діапазону поля, споживання електроенергії, вартості тощо.

У сучасному світі точність вимірювань магнітного поля має велике значення для різних галузей науки та техніки, таких як медицина, промисловість, наука та техніка. Для досягнення максимальної точності вимірювань необхідно забезпечити високу завадостійкість датчиків магнітного поля, що означає їх здатність працювати коректно в умовах зовнішніх електромагнітних полів, які можуть впливати на їх роботу та знижувати точність вимірювань[1].

Датчики магнітного поля використовуються в багатьох сферах, вони дозволяють вимірювати магнітне поле і детектувати різні об'єкти з магнітними властивостями.

Однак, завади можуть вплинути на точність даних, що отримуються датчиком магнітного поля, знижуючи його ефективність та надійність. Завади можуть бути результатом зовнішніх чинників, таких як електричні поля, металеві предмети, та інші магнітні поля.

Тому, підвищення завадостійкості датчиків магнітного поля є актуальною та важливою проблемою. Розглянемо детально цю проблему, її причини та можливі шляхи підвищення завадостійкості датчиків магнітного поля.

Результати дослідження

Датчики магнітного поля використовуються для вимірювання і виявлення магнітних полів. Вони працюють на основі ефектів магнітної індукції та магнітної резистивності. Зазвичай вони складаються з декількох елементів, таких як магніт, датчик магнітного поля та електронна схема для обробки сигналу.

Один з найпоширеніших принципів роботи полягає у використанні магнітної резистивності, що змінюється в залежності від магнітного поля. Датчик складається з двох шарів магнітної резистивності, розміщених перпендикулярно один до одного. Якщо вісь магніту спрямована вздовж одного з шарів, а магнітне поле направлено перпендикулярно до нього, зміна магнітного поля змінює опір датчика.

Інший принцип полягає у використанні ефекту Холла, що виникає, коли заряджені частинки рухаються в електричному полі в присутності магнітного поля. Датчик складається з напівпровідника, через який протікає струм. За наявності магнітного поля електрони в

напівпровіднику відхиляються, і тому виникає напруга в напрямку перпендикулярному до напрямку струму[1].

Причини виникнення завад в роботі датчиків магнітного поля:

Одною з головних причин виникнення завад є електромагнітна сумісність (ЕМС). Електромагнітна сумісність (ЕМС) — здатність радіоелектронних засобів і випромінювальних пристроїв одночасно функціонувати з обумовленою якістю в реальних умовах експлуатації з урахуванням впливу ненавмисних радіозавад і не створювати неприпустимих радіозавад іншим радіоелектронним засобам. Залежно від типу датчика і електронної схеми, наявність магнітного поля може призводити до небажаних електричних сигналів, які можуть бути інтерпретовані як вимірювання. Це може призвести до помилок в роботі датчика і зниження точності вимірювань.

Іншою причиною виникнення завад є взаємодія з іншими джерелами магнітного поля, такими як електропровідність тіл, які перебувають поруч з датчиком. Це може створити змінні магнітні поля, які впливають на роботу датчика і породжують помилки в вимірюваннях.

Крім того, вплив на завадостійкість датчиків магнітного поля мають такі чинники, як:

- Геометрія датчика та його розташування в просторі
- Характеристики джерела магнітного поля, такі як сила та частота поля
- Характеристики датчика, такі як чутливість та розмір елементів

У залежності від впливу цих чинників, можуть бути використані різні методи для підвищення завадостійкості датчиків магнітного поля.

Завади у датчиках магнітного поля можуть бути результатом різних зовнішніх чинників, таких як електричні поля, металеві предмети, та інші магнітні поля. Основні причини завад у датчиках магнітного поля можна розділити на дві категорії: зовнішні та внутрішні.

Зовнішні завади спричинюються електричними полями, іншими магнітними полями або металевими предметами, які знаходяться поруч з датчиком магнітного поля. Ці зовнішні чинники можуть викликати випадкові зміни магнітного поля відносно датчика, що призводить до неправильного вимірювання.

Внутрішні завади пов'язані з недосконалістю самого датчика магнітного поля. Це може бути спричинено низькою якістю компонентів, неправильним монтажем, або низьким рівнем чутливості датчика. Ці проблеми також можуть призводити до неправильного вимірювання.

Існує кілька методів, які можна використовувати для зменшення впливу зовнішніх та внутрішніх завад на датчик магнітного поля. Наприклад, можна використовувати магнітно-екранируючі матеріали для зменшення впливу зовнішніх магнітних полів. Для зменшення внутрішніх завад можна використовувати більш якісні компоненти, підвищувати рівень чутливості датчика та контролювати процес монтажу.

Ще одним методом зниження впливу завад на датчики магнітного поля є використання алгоритмів обробки сигналів. Ці алгоритми можуть використовувати різні методи фільтрації сигналів для зменшення впливу завад[3].

Для підвищення завадостійкості датчиків магнітного поля можна використовувати різні методи, серед яких:

- Використання магнітно-екрануючих матеріалів: це можуть бути спеціальні магнітно-екранируючі матеріали, які зменшують вплив зовнішніх магнітних полів на датчик. Такі матеріали можуть бути використані для захисту датчика від електричних полів та металевих предметів.

Магнітно-екранируючі матеріали є матеріалами, які зменшують вплив зовнішніх магнітних полів на датчик. Ці матеріали мають високу магнітну проникність та високу електричну провідність, що дозволяє їм притягувати та відводити магнітні поля.

Одним з таких матеріалів є пермаллоїд, який складається з заліза, нікелю та кобальту. Цей матеріал має високу магнітну проникність та електричну провідність, що дозволяє йому ефективно екранувати магнітні поля. Інші магнітно-екранируючі матеріали, які також використовуються, це пермаллой та метал.

Застосування магнітно-екранируючих матеріалів може бути корисним для підвищення завадостійкості датчиків магнітного поля в різноманітних застосуваннях, включаючи медичну техніку, вимірювальні пристрої та промислову автоматизацію.

- Використання компенсаційних схем: ці схеми дозволяють компенсувати вплив зовнішніх та внутрішніх завад на датчик магнітного поля. Вони використовуються для корекції вимірювань, що дозволяє отримати більш точні результати.

- Використання алгоритмів обробки сигналів: ці алгоритми можуть використовувати фільтри для зменшення впливу завад на сигнал датчика магнітного поля. Наприклад, можна використовувати фільтри Калмана для очищення сигналу від шуму та інших завад.

- Використання магнітно-силових компенсаційних схем: ці схеми використовуються для компенсації внутрішніх завад датчика магнітного поля. Вони дозволяють зменшити вплив внутрішніх завад та підвищити точність вимірювань.

- Використання магнітно-оптичних датчиків: ці датчики вимірюють магнітне поле з використанням оптичних принципів. Вони мають високу точність та низьку завадостійкість, оскільки не мають електронних компонентів.

- Використання мікроконтролерів з підтримкою магнітних датчиків: ці мікроконтролери мають вбудований аналого-цифровий перетворювач, який дозволяє зчитувати дані з магнітних датчиків та обробляти їх з використанням спеціальних алгоритмів. Вони забезпечують швидку та точну обробку даних, що дозволяє зменшити вплив завад на сигнал та підвищити точність вимірювань.

Крім того, мікроконтролери можуть мати вбудовані системи самодіагностики та компенсації змін температури та інших факторів, що можуть впливати на роботу магнітних датчиків. Вони також можуть забезпечувати захист датчиків від перенапруг та інших електричних небезпек.

Завдяки використанню мікроконтролерів з підтримкою магнітних датчиків можна забезпечити швидку та точну обробку даних, підвищити точність вимірювань та зменшити вплив завад на сигнал. Однак, використання таких мікроконтролерів може бути витратним, тому варто розглянути й інші методи підвищення завадостійкості датчиків магнітного поля в залежності від конкретних вимог до системи вимірювання[3,4].

Дослідження та практичні випробування різних методів підвищення завадостійкості датчиків магнітного поля показали, що використання магнітосопротивляючих датчиків з більшою чутливістю та зменшенням електричного опору може допомогти підвищити стійкість до завад.

Також встановлено, що використання екрани з м'якої магнітної сталі для захисту від зовнішніх електромагнітних полів допомагає підвищити точність вимірювань датчиків магнітного поля.

У практичних прикладах використання мікроконтролерів з підтримкою магнітних датчиків було успішно застосовано в автомобільній промисловості для вимірювання параметрів руху автомобіля, наприклад швидкості та напрямку руху. Також ці мікроконтролери використовуються в промисловості для контролю позиції механізмів, вимірювання відстані, а також в наукових дослідженнях у фізиці та електроніці для вимірювання магнітного поля[7]

Щодо практичних прикладів використання датчиків магнітного поля з підвищеною завадостійкістю, можна згадати також випадок використання таких датчиків у вимірювальному обладнанні для діагностики стану обладнання в електростанціях. У цьому випадку, датчики магнітного поля з підвищеною завадостійкістю дозволили отримати більш точні вимірювання стану обладнання, незважаючи на наявність потужних джерел електромагнітних сигналів у навколишньому середовищі.

Також використання датчиків магнітного поля з підвищеною завадостійкістю у робототехніці. У роботах, що працюють у навколишньому середовищі з великою кількістю електромагнітного шуму, використання таких датчиків є критичним. Наприклад, роботи, які використовують датчики магнітного поля для орієнтації в просторі, можуть бути підвержені впливу зовнішніх магнітних полів, які змінюють вимірювані значення та призводять до некоректної роботи робота.

Використання датчиків магнітного поля з підвищеною завадостійкістю дозволяє знизити ризик неправильної роботи робота та забезпечити його точну орієнтацію в просторі. Також важливим прикладом використання датчиків магнітного поля з підвищеною завадостійкістю є їх використання в автомобільній промисловості. У сучасних автомобілях використовуються датчики магнітного поля для вимірювання швидкості та пройденого шляху. Однак, наявність електромагнітного шуму може призводити до неправильних вимірювань, що може бути небезпечним для водія та пасажирів. Використання датчиків магнітного поля з підвищеною завадостійкістю дозволяє підвищити точність вимірювань та забезпечити безпеку руху автомобіля. [5,6].

Отже, результати досліджень та практичних випробувань доводять ефективність використання різних методів підвищення завадостійкості датчиків магнітного поля, зокрема використання магнітосопротивляючих датчиків та мікроконтролерів з підтримкою магнітних датчиків.

Висновки

У результаті дослідження можна зробити висновок, що завадостійкість датчиків магнітного поля є важливою характеристикою для їх ефективної роботи. Підвищення завадостійкості датчиків магнітного поля є важливою задачею в сучасних технологіях.

У статті було розглянуто проблему виникнення завад в роботі датчиків магнітного поля та різні методи їх підвищення завадостійкості.

Було виявлено, що однією з головних причин виникнення завад є електромагнітна сумісність (ЕМС). Залежно від типу датчика і електронної схеми, наявність магнітного поля може призводити до небажаних електричних сигналів, які можуть спотворити вимірювання.

Для підвищення завадостійкості датчиків магнітного поля можна застосовувати магнітно-екранируючі матеріали, методи диференційного зчитування, додаткові фільтри та підсилювачі, а також динамічну компенсацію датчиків магнітного поля.

Використання мікроконтролерів з підтримкою магнітних датчиків може бути ефективним рішенням для підвищення завадостійкості в деяких застосуваннях.

Враховуючи розглянуті методи підвищення завадостійкості датчиків магнітного поля, можна зробити висновок, що вибір методу залежить від конкретної задачі та характеру завад, які виникають в роботі датчика.

Отже, підвищення завадостійкості датчиків магнітного поля є актуальною проблемою, а розробка та застосування ефективних методів для її вирішення може допомогти покращити якість та точність різних систем вимірювань та контролю. Використання датчиків магнітного поля з підвищеною завадостійкістю є критичним у випадках, коли наявність електромагнітного шуму може призводити до некоректної роботи пристрою. Такі датчики забезпечують точність вимірювань та підвищують безпеку в різних галузях, включаючи робототехніку та автомобільну промисловість.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Lian, F., Wu, J., Yan, P., & Zhang, X. (2020). A review of magnetic field sensors: Technologies and applications. *Sensors*, 20(1), 1-33.
2. Kazmierski, C. J., Lienert, J., & Krein, P. T. (2014). Magnetic sensor technology: Status and future. *IEEE Transactions on Magnetics*, 50(1), 1-14.
3. Bieńkowski, P., & Osowski, S. (2015). Analysis of interference influence on magneto-resistive sensor signal. *Metrology and Measurement Systems*, 22(2), 291-302.
4. Bock, J., & Dutoit, B. (2015). *Electromagnetic compatibility in measurement and control*. Springer.
5. Thakur, H., & Vashisth, M. (2015). Design and simulation of low noise pre-amplifier for magnetic field sensor. *Procedia Computer Science*, 57, 874-883.
6. STMicroelectronics. (2019). STM32F303xB/C/D/E [Datasheet]. Retrieved from <https://www.st.com/resource/en/datasheet/stm32f303vc.pdf>.
7. Lee, S. W., & Moon, G. S. (2003). A novel differential-type magnetic sensor using a planar magnetic core. *Sensors and Actuators A: Physical*, 103(1-2), 31-37.

Штефанеса Сергій Сергійович — студент групи МНТ – 22м, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: serhiishtefanesa@gmail.com

Томчук Михайло Миколайович — студент групи ТЗД-21б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mishatomchuk1@gmail.com

Науковий керівник: **Томчук Микола Антонович** — доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця.

Shtefanesa Serhii S. — student of MNT group - 22m, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: serhiishtefanesa@gmail.com.

Tomchuk Mykhailo M. — student of TZD-21b group, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, mishatomchuk1@gmail.com

Academic supervisor: **Mykola Antonovych Tomchuk** is an associate professor of the Life Safety Department of the Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.