

Paweł PTAK

Politechnika Częstochowska, Polska

Badanie parametrów pracy wybranych przetworników do pomiaru pola magnetycznego

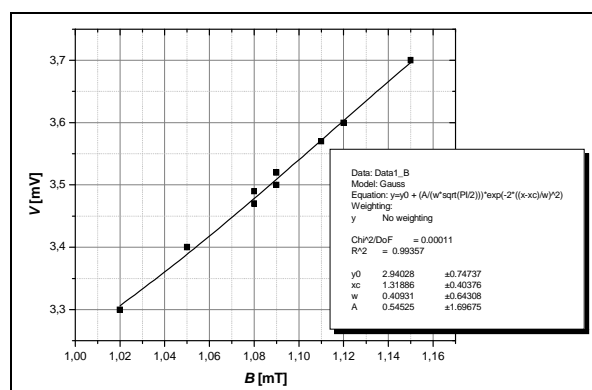
Wstęp

Przetworniki pola magnetycznego wykorzystywane są prawie w każdej gałęzi przemysłu. Posiadają szereg zalet, wśród których można wymienić niewielkie rozmiary fizyczne, stosunkowo dużą czułość i odporność na zakłócenia czynników zewnętrznych oraz łatwość aplikacji w układach elektronicznych [Tumański 2004: 74–80; 2013: 1–11]. Zwykle nie wymagają skomplikowanych układów zasilających ani wzmacniających sygnał pomiarowy. Nie wszystkie sensory magnetyczne wykorzystywane są jako czujniki pola magnetycznego. Znajdują zastosowanie w szeregu pomiarów wielkości nieelektrycznych, takich jak pomiary grubości warstw wierzchnich, pomiary defektoskopowe [Ptak 2012: 142–145; Borowik 2010: 644–647], pomiary odległości, przesunięcia czy prędkości obrotowej [Olesiak 2014: 245–251; Ptak 2013a: 274–276; Prauzner 2012a: 205–208]. Jeżeli chodzi o pomiary parametrów pola magnetycznego, najpopularniejszym przetwornikiem jest czujnik, którego zasada działania oparta jest o zjawisko Halla. Przetworniki takie używane są od wielu lat i również obecnie w zmodyfikowanej i usprawnionej wersji używane są w dniu dzisiejszym. Charakteryzują się dużą czułością i posiadają niewielkie rozmiary fizyczne, co ułatwia ich aplikację w praktycznych zastosowaniach [Ludwinek 2009: 182–187; Popovic 2004; Janiczek 2009: 7–10; Ptak 2013b: 445–450]. W budowie Hallotronów stosuje się związki chemiczne charakteryzujące się dużą ruchliwością nośników energii, takie jak antymonek indu InSb, arsenek gallu indu InGaAs, krzem Si czy arsenek galu GaAs. Typowa czułość Hallotronów jest rzędu od 0,1 do 1 V/T, co powoduje, że najszersze zastosowanie mają one przy pomiarach pola magnetycznego powyżej 1 mT. Szumy i temperaturowe pełzanie zera ograniczają w naturalny sposób rozdzielczość przetworników Hallotronowych. Pomiar pola magnetycznego o wartości mniejszej niż 10 μ T wymaga już użycia skomplikowanych metod pomiarowych [Boero 2003: 314–320; Vasserman 2013]. Praktyczną zaletą Hallotronów jest łatwość ich integracji z różnymi elementami elektronicznymi w jednym obwodzie scalonym.

Badanie parametrów pracy

Do pomiarów wybrano dwa łatwo dostępne i popularne przetworniki Hallotronowe produkcji firmy Infineon TLE 4905 L oraz firmy Allegro MicroSystems A1104LUA, które mają szerokie zastosowanie i nie wymagają znacznych nakładów finansowych przy stosunkowo dobrych parametrach użytkowych. Niewielka obudowa czujników posiada trzy wyprowadzenia: jedno do zasilania napięciem od -40 do 32 V, drugie do wyprowadzenia sygnału pomiarowego rzędu 32 V przy maksymalnym prądzie wyjściowym 100 mA oraz trzecie wyprowadzenie wspólnej masy. Temperatura pracy czujnika zawiera się w przedziale od -40 do 150 °C. Badania przeprowadzono dla pola magnetycznego wytwarzanego przez cewkę zasilaną napięciem sinusoidalnym o częstotliwości od 100 do 1000 Hz i stałej amplitudzie sygnału.

W pierwszej kolejności sprawdzono wartość napięcia wyjściowego z przetworników Hallotronowych dla rosnącej wartości indukcji pola magnetycznego o wartości powyżej 1mT. Wyniki pomiarów dla przetwornika TLE 4905 L zaprezentowano na rys. 1.

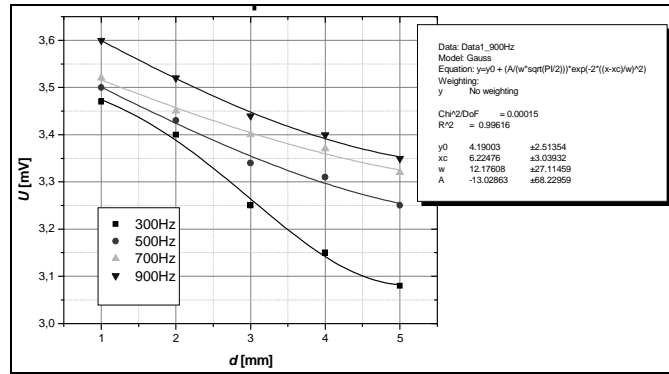


Rys. 1. Charakterystyka pracy czujnika TLE 4905 L firmy Infineon

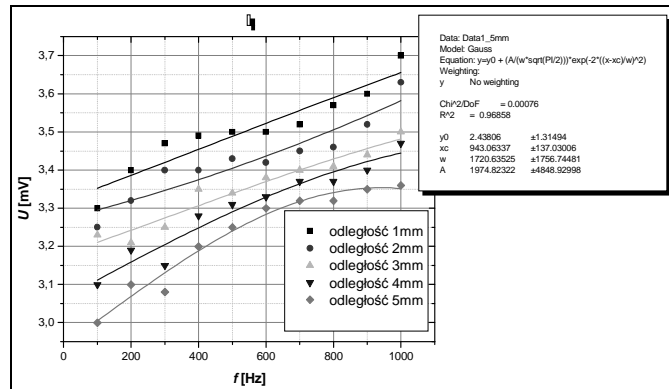
Następnie zbadano wartość napięcia wyjściowego z obu czujników Hallotronowych dla wzrastającej odległości od źródła pola magnetycznego przy stałej częstotliwości zasilania cewki. Rezultaty pomiarów dla przetwornika TLE 4905 L pokazano na rys. 2.

Aproksymacji danych pomiarowych dokonano za pomocą funkcji wykładniczej modelem Gaussa.

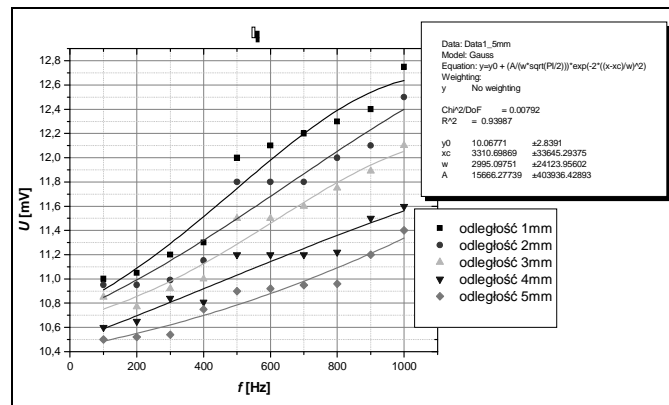
W celu sprawdzenia odpowiedzi przetwornika na zmianę częstotliwości sygnału zasilającego cewkę wykonano pomiary napięcia wyjściowego Hallotronu dla stałej amplitudy przy regulacji częstotliwości w zakresie od 100 Hz do 1000 Hz. Wyniki pomiarów zaprezentowano na rys. 3 i 4. Wyniki pomiarów poddano aproksymacji za pomocą funkcji wykładniczej modelem Gaussa tak samo jak dla wcześniejszych wykresów.



Rys. 2. Przebieg zmian wartości sygnału wyjściowego przetwornika TLE 4905 L przy zmianie odległości od źródła pola magnetycznego



Rys. 3. Charakterystyka zmian wartości sygnału wyjściowego przetwornika TLE 4905 L przy zwiększaniu częstotliwości sygnału pomiarowego



Rys. 4. Charakterystyka zmian wartości sygnału wyjściowego przetwornika A1104LUA przy zwiększaniu częstotliwości sygnału pomiarowego

Przedstawione przetworniki Hallotronowe można wykorzystać także w nauczaniu przedmiotów technicznych [Prazner 2010: 34–38]. Znaczna popularność pakietów programowych takich jak DasyLab czy LabView pozwala na zwiększenie zainteresowania studentów kształceniem technicznym. Umożliwia to wykorzystanie takich lub podobnych programów przez studentów do akwizycji danych pomiarowych z przetworników pola magnetycznego [Prazner 2006: 121–128; Ptak 2011a: 292–296] lub do symulacji procesów pomiarowych w laboratorium dydaktycznym [Prazner 2012b: 113–124; Ptak 2011b: 300–307] szkoły i uczelni o profilu technicznym.

Podsumowanie

Na podstawie otrzymanych wyników badań dwóch rodzajów przetworników Hallotronowych, tj. TLE 4905 L firmy Infineon oraz A1104LUA firmy Allegro MicroSystems można wyprowadzić następujące sformułowania:

- oba przetworniki Hallotronowe wykazują liniowy charakter rosnącego napięcia wyjściowego proporcjonalnie dla rosnącej wartości badanej indukcji magnetycznej;
- zwiększanie odległości przetwornika od źródła pola magnetycznego powoduje zmniejszanie się wartości napięcia wyjściowego przetwornika. Charakter tych zmian różni się w zależności od częstotliwości sygnału zasilającego cewkę i ma bardziej liniowy przebieg dla częstotliwości powyżej 500 Hz;
- zwiększenie częstotliwości sygnału zasilającego cewkę powoduje wzrost napięcia wyjściowego przetworników Hallotronowych, lecz wartość tego wzrostu ma charakter bardziej liniowy dla mniejszych odległości od źródła pola magnetycznego dla przetwornika TLE 4905 L, a dla przetwornika A1104LUA ma charakter bardziej liniowy dla większych odległości od źródła pola magnetycznego;
- napięcie wyjściowe dla przetwornika A1104LUA firmy Allegro MicroSystems zmienia się w szerszym zakresie niż dla przetwornika TLE 4905 L firmy Infineon przy tej samej wartości zmian odległości od źródła pola magnetycznego, zmian częstotliwości zasilającej cewkę czy zmian wartości badanej indukcji magnetycznej. Dlatego pomiary przy zastosowaniu przetwornika A1104LUA umożliwiają dokładniejsze określenie wartości badanego pola magnetycznego.

Literatura

- Boero G., de Mierre M., Besse P.A., Popovic R.S. (2003), *Micro Hall devices: performance, technologies and applications*, Sens. Act. A106.
- Borowik L., Janiczek R., Ptak P. (2010), *Pomiary grubości powłok w diagnostyce powierzchni*, „Pomiary – Automatyka – Kontrola”, nr 6.
- Janiczek R., Ptak P., Wojciechowski A. (2009), *Model i symulacja pomiaru prądu w napowietrzonych liniach elektroenergetycznych do oceny zagrożenia środowiska wywołanego polem elektromagnetycznym*, „Wiadomości Elektrotechniczne”, nr 3.

- Ludwinek K. (2009), *Pomiar wartości chwilowych prądu przy wykorzystaniu liniowych czujników Halla*, „Przegląd Elektrotechniczny”, nr 10.
- Olesiak K. (2014), *Selected Problems of the Asynchronous Drive Control with the Three-phase Soft-start System*, “Solid State Phenomena”, Vol. 210.
- Popovic R.S. (2004), *Hall effect devices*, IOP publ.
- Prauzner T. (2006), *Zastosowanie programów symulacyjnych w nauczaniu przedmiotów technicznych* [w:] *Prace Naukowe AJD, Edukacja techniczna i informatyczna*, red. J. Wilsz, t. I, Częstochowa.
- Prauzner T. (2012a), *Zakłócenia elektromagnetyczne w elektronicznych systemach alarmowych*, „Przegląd Elektrotechniczny”, nr 12b.
- Prauzner T. (2012b), *Systemy monitoringu w inteligentnym budynku* [w:] *Prace Naukowe AJD, Edukacja techniczna i informatyczna*, red. A. Gil, t. VII.
- Prauzner T., Ptak P. (2010), *Rola i miejsce multimedialnych pomocy naukowych w edukacji technicznej*, „Edukacja – Technika – Informatyka”, 1. wyd., Rzeszów.
- Ptak P., Prauzner T. (2011a), *Programy symulacyjne w inżynierii bezpieczeństwa*, „Journal of Technology and Information Education”, nr 1.
- Ptak P., Prauzner T. (2011b), *Zastosowanie programów komputerowych w dydaktyce przedmiotów technicznych*, „Journal of Technology and Information Education”, nr 1.
- Ptak P., Prauzner T. (2013a), *Badanie czujników detekcji zagrożeń w systemach alarmowych*, „Przegląd Elektrotechniczny”, nr 10.
- Ptak P. (2013b), *Projektowanie i symulacja systemu pomiarowego do pomiaru temperatury*, „Edukacja – Technika – Informatyka”, nr 4/2013–1.
- Ptak P., Borowik L. (2012), *Diagnostyka zabezpieczeń antykorozyjnych na potrzeby elektroenergetyki*, „Przegląd Elektrotechniczny”, nr 9a.
- Tumański S. (2004), *Czujniki pola magnetycznego – stan obecny i kierunki rozwoju*, „Przegląd Elektrotechniczny”, nr 2.
- Tumański S. (2013), *Czujniki pola magnetycznego*. Przegląd Elektrotechniczny, nr 10.
- Vasserman I.B., Strelnikov N.O., Xu J.Z. (2013), *Some aspects of achieving an ultimate accuracy during insertion device magnetic measurements by a Hall probe*, “Review of Scientific Instruments”, Vol. 84, Iss. 2.

Streszczenie

W artykule przedstawiono badania parametrów pracy wybranych przetworników Hallotronowych. Przetworniki tego typu mogą służyć do pomiarów różnorodnych wielkości nieelektrycznych, takich jak np. pomiary grubości warstw wierzchnich, pomiary defektoskopowe, pomiary odległości, przesunięcia czy prędkości obrotowej. Opisane przetworniki posłużyły do badania wartości indukcji pola magnetycznego. Badania przeprowadzono dla zmiennej odległości od źródła pola magnetycznego, sprawdzono odpowiedzi czujników przy zmianie częstotliwości sygnału pomiarowego oraz charakterystykę sygnału wyjściowego przy zmianie wartości badanej indukcji magnetycznej.

Słowa kluczowe: przetwornik Halla, parametry pracy, badanie pola magnetycznego.

Examination parameters of selected transducers for measuring magnetic field

Abstract

The article presents a study on parameters of selected transducers of Hall effect. Converters of this type can be used for a variety of non-electrical measurements such as measurements of thickness of outer layers, flaw detection measurements, distance measurements, or shift speed. Described transducers were used to study magnetic field. The study was conducted for a variable distance from source of magnetic field, sensor response was checked when changing measurement frequency and characteristics of output signal when changing value of magnetic induction test.

Key words: Hall transducer, operating parameters, magnetic field investigating.