BMM 150 firmy Bosch Sensortec

Do wykonania projektu kompasu niezbędny jest układ, przetwarzający pole magnetyczne w sygnał elektryczny, możliwy do przetwarzania przez inne układy elektroniczne. W projektach mikroprocesorowych do tego celu używa się magnetometrów, które wykorzystują efekt Halla. Są one powszechnie stosowane w większości nowych telefonów komórkowych. Również znalazły swoje miejsce w branży samochodowej, w układach ABS jako czujniki prędkości obrotowej kół. Zaletą układów mierzących pole magnetyczne jest nieczułość na wibracje oraz wodę. Warto również podkreślić ich niski pobór prądu, który ma kluczowe znaczenie przy aplikacjach w urządzeniach zasilanych bateryjnie. Wykorzystany moduł firmy Bosch zalicza się do grupy takich układów.

Efekt Halla i Hallotron

Zjawisko to w 1879r. odkrył 24 letni wówczas doktorant Edwin Herbert Hall. Mierzył on różnicę potencjałów, jaka pojawiała się w półprzewodniku umieszczonym w polu magnetycznym.

W półprzewodniku przez który płynie prąd elektryczny, znajdującym się w polu magnetycznym pojawia się generowane napięcie prostopadłe zarówno do pola elektrycznego jak i do pola magnetycznego. To napięcie jest zwane napięciem Halla. Całość powstaje w wyniku siły Lorentza działającej na ładunki, które poruszają się w polu magnetycznym. Siła Lorentza działa na nośniki prądu odchylając je do jednej ze ścianek półprzewodnika. W skutek tego powstaje różnica gęstości ładunków czyli pole elektryczne. Zmierzona różnica potencjałów jest tym większa, im większe pole magnetyczne oddziałuje na półprzewodnik.

Zjawiskiem wykorzystującym efekt Halla jest Hallotron. Tworzony on jest z półprzewodników charakteryzujących się dużą ruchliwością nośników. Czułość tego urządzenia jest ściśle związana z grubością wykorzystanego materiału. Odpowiedzialny jest za to fakt, że napięcie Halla maleje wraz ze wzrostem grubości półprzewodnika.

BMM 150

Układ wykorzystany w projekcie jest sensorem wykorzystującym efekt Halla. Praca takiego czujnika polega na zmianach napięcia związanych ze zmianą pola magnetycznego. Sensor ten potrafi mierzyć zmiany pola w trzech osiach. Zakres pomiarowy pola na osiach X i Y wynosi +/- 1300 µT natomiast dla osi Z wynosi +/- 2500 µT. Dokładność wskazań dla modułu w pełni skalibrowanego i idealnie wypoziomowanego wynosi +/- 2,5 stopnia. Rozdzielczość układu w temperaturze 25°C wynosi 0.3 µT.   
Wybrany układ stosuje pomiar osi Z używając efekt Halla, natomiast do pomiarów osi X oraz Y zastosowana została nowa metoda pomiarów zwana „FlipCore” opracowana przez firmę Bosch. W tej metodzie biegun magnetyczny, którego warstwa ma grubość milionowych części milimetra jest okresowo odwracany. W czasie każdego odwrócenia bieguna, na wyjściu cewki detektora pojawia się pulsacja napięcia. Ten ciąg impulsów jest surowymi danymi wyjściowymi układu, ponieważ chwilowa różnica między sygnałami zależy od siły natężenia pola magnetycznego, w którym znajduje się układ.

Moduł BMM 150 może pracować w trybie normalnym lub wymuszonym. Oba te tryby są odpowiedzialne za wykonywanie pomiarów. Normalny umożliwia ustawienie częstotliwości wykonywania pomiarów oraz wybrania, z których osi mają być odczytywane dane, natomiast tryb wymuszony wykonuje jeden pomiar po wpisaniu wartości w rejestrze. Pomiędzy pomiarami układ przebywa w stanie uśpionym co pozwala zmniejszyć pobór prądu.

Wybrany model magnetometru posiada również możliwość wykonania większej ilości powtórzeń pomiaru i dopiero po ostatnim pomiarze dane trafiają do rejestrów. Minimalizuje to szumy nawet do poziomu 0.3 µT, jednak uniemożliwia wykonywanie pomiarów z wysoką częstotliwością.

Zaletą tego układu jest również fakt, że posiada on dwa rodzaje weryfikacji poprawności działania. Ustawiając odpowiednie wartości w rejestrach możliwe jest przeprowadzenie normalnego lub zaawansowanego autotestu.   
Podczas normalnego autotestu sprawdzane są połączenia FlipCore’ów X i Y do ASIC, połączenia sensora halla na występowanie zwarć oraz przerwanych połączeń, jak również sprawdzana jest ścieżka sygnałowa sensora halla, oraz offset na wystąpienie przepełnienia.  
Autotest zaawansowany służy do sprawdzenia ścieżki sygnałowej oraz czułości kanału Z.

Magnetometr ten posiada również sterownik przerwań obsługujący przerwania w takich sytuacjach jak gotowość danych do odczytu, przekroczenie dolnej oraz górnej granicy pola magnetycznego, które można manualnie ustawiać.

Komunikacja z układem jest możliwa przy wykorzystaniu dwóch najbardziej rozpowszechnionych protokołów komunikacyjnych w dziedzinie mikrokontrolerów czyli SPI oraz I2C. Zaletą modułu w tym obszarze jest możliwość manipulacji adresem urządzenia. Dostępne są cztery adresy. Jest to szczególnie istotne w układach złożonych z wielu modułów, gdzie zwiększa się prawdopodobieństwo wystąpienia dwóch modułów z takim samym adresem.

Bibliografia:

1. BMM150 Datasheet:

https://ae-bst.resource.bosch.com/media/products/dokumente/bmm150/BST-BMM150-DS001-01.pdf

1. “FlipCore”:

http://news.thomasnet.com/fullstory/digital-compass-uses-magnetic-field-measurement-principle-604970