

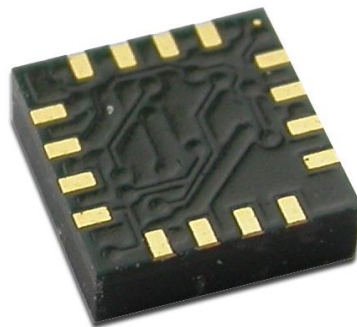
# 3-осьовий цифровий компас IC

## HMC5883L

**Honeywell**

Додаткова інформація

Honeywell HMC5883L — це багатокристальний модуль для поверхневого монтажу, розроблений для вимірювання магнітного поля в низькому полі з цифровим інтерфейсом для таких програм, як недорогий компас і магнітометрія. HMC5883L містить наші найсучасніші магніторезистивні датчики серії HMC118X з високою роздільною здатністю, а також ASIC, що містить підсилення, автоматичні драйвери ремінця розмагнічування, компенсацію зсуву та 12-бітний АЦП, який забезпечує точність курсу компаса від 1° до 2°. ЯзПослідовна шина С забезпечує простий інтерфейс. HMC5883L — це 16-контактний безконтактний держатель мікросхем (LCC) для поверхневого монтажу розміром 3,0x3,0x0,9 мм. Додатки для HMC5883L включають мобільні телефони, нетбуки, споживчу електроніку, системи автоматичної навігації та персональні навігаційні пристрої.



HMC5883L використовує анізотропну магніторезистивну (AMR) технологію Honeywell, яка забезпечує переваги перед іншими технологіями магнітних датчиків. Ці анізотропні датчики спрямованості мають точну осьову чутливість і лінійність. Твердотільна конструкція цих датчиків із дуже низькою поперечною чутливістю призначена для вимірювання як напрямку, так і величини магнітних полів Землі від мілігаусів до 8 гаусів. Магнітні датчики Honeywell є одними з найбільш чутливих і надійних датчиків низького поля в галузі.

### ОСОБЛИВОСТІ

-3-осьові магніторезистивні датчики та ASIC у пакеті LCC для поверхневого монтажу 3,0x3,0x0,9 мм

-12-розрядний АЦП у поєднанні з датчиками AMR з низьким рівнем шуму забезпечує роздільну здатність 5 мілігаусів у полях  $\pm 8$  гаусів

-Вбудована функція самотестування

-Низька напруга (від 2,16 до 3,6 В) і низьке енергоспоживання (100 мкА)

-Вбудовані схеми приводу ремінців

-ЯзС Цифровий інтерфейс

-Безсвинцева конструкція упаковки

-Широкий діапазон магнітного поля ( $\pm 8$  Ое)

-Доступне програмне забезпечення та підтримка алгоритмів

-Швидка максимальна вихідна частота 160 Гц

### ПЕРЕВАГИ

-Невеликий розмір для високоінтегрованих продуктів. Просто додайте інтерфейс мікроконтролера, а також два зовнішні конденсатори SMT, розроблені для великих обсягів, чутливих до вартості проектів OEM  
Легко зібрати та сумісний із високошвидкісним монтажем SMT

-Забезпечує точність курсу компаса від 1° до 2°

-Дозволяє недороге тестування функціональності після монтажу у виробництві

-Сумісний із додатками, що живляться від батареї

-Встановлення/скидання та зсув драйверів стрічки для розмагнічування, самотестування та компенсації зсуву

-Популярний двопровідний послідовний інтерфейс даних для споживчої електроніки

-Відповідність RoHS

-Датчики можна використовувати в середовищах із сильним магнітним полем із точністю курсу компаса від 1° до 2°

-Доступні бібліотеки Compassing Heading, Hard Iron, Soft Iron і автоматичного калібрування

-Вмикає пішохідну навігацію та програми LBS

# HMC5883L

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ(\* Протестовано при 25°C, якщо не вказано інше.)

характеристики	Умови*	Хв	Тип	Макс	одиниці
----------------	--------	----	-----	------	---------

## Джерело живлення

Напруга живлення	VDD Посилання на AGND VDDIO Посилання на DGND	2.16 1.71	1.8	3.6 VDD+0,1	Вольт Вольт
Середнє споживання струму	Режим очікування  Режим вимірювання (7,5 Гц ODR; немає середнього вимірювання, MA1:MA0 = 00)  VDD = 2,5 В, VDDIO = 1,8 В	- -	2 100	- -	мкА мкА

## Продуктивність

Польовий діапазон	Повна шкала (FS) – загальне застосоване поле (типове)	- 8		+ 8	гаус
Маг динамічний діапазон	3-розрядний контроль посилення	±1		±8	гаус
роздільна здатність	VDD=3,0 В, GN=2		5		мілігаусс
Лінійність	Вхідний діапазон ±2,0 гауса			0,1	±% FS
Гістерезис	Вхідний діапазон ±2,0 гауса		±25		ppm
Чутливість між осями	Умови випробування: поперечне поле = 0,5 гауса, Виявлено = ±3 Гаусса		±0,2%		%FS/гаус
Вихідна швидкість (ODR)	Режим безперервного вимірювання Режим єдиного вимірювання	0,75		75 160	Гц Гц
Період вимірювання	Від отримання команди до готовності даних		6		мс
Час включення	Готовий до команд I2C		200		мкс
Отримайте толерантність	Усі налаштування посилення/динамічного діапазону		±5		%
я2С Адреса	7-бітна адреса 8-бітна адреса читання 8-бітна адреса запису		0x1E 0x3D 0x3C		шістнадцятковий шістнадцятковий шістнадцятковий
я2С Оцінка	Під контролем I2C Майстер			400	кГц
я2С Гістерезис	Гістерезис тригерних входів Шмітта на SCL і SDA - падіння (VDDIO=1.8V) Підйом (VDDIO=1,8 В)		0,2*VDDIO 0,8*VDDIO		Вольт Вольт
Самоперевірка	Осі X & Y Вісь Z		±1,16 ±1,08		гаус
	Осі X & Y (GN=100) Вісь Z (GN=100)		510		LSb

## Загальний

Напруга ESD	Модель людського тіла (усі шпильки) CDM			2000 рік 750	Вольт
Робоча температура	Ембієнт	- 30		85	°C
Температура зберігання	Ембієнт, неупереджений	- 40		125	°C
Класифікація оплавлення	MSL 3, 260 C°Тікова температура				
Розмір упаковки	Довжина і ширина	2,85	3.00	3.15	мм
Висота упаковки		0,8	0,9	1.0	мм

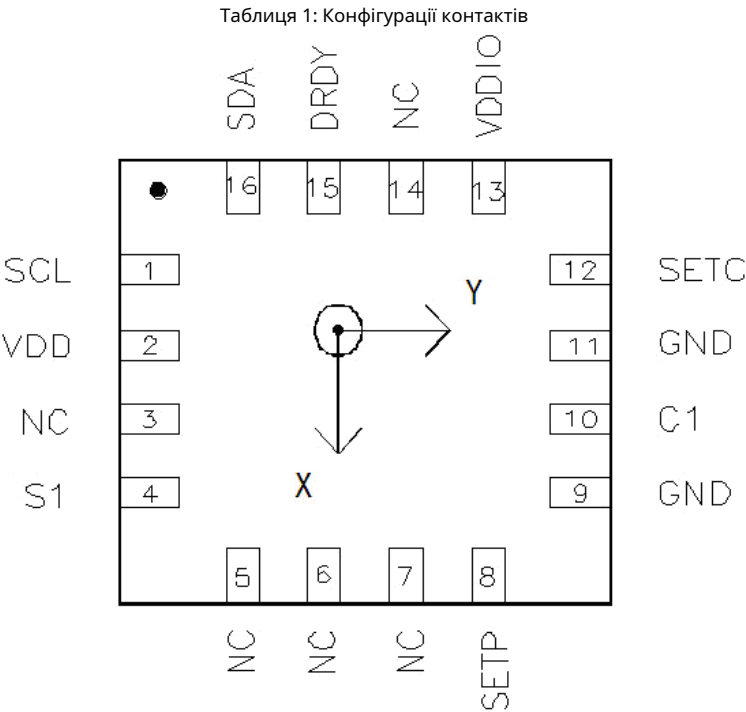
HMC5883L

Абсолютні максимальні рейтинги(\*Протестовано при 25°C, якщо не вказано інше.)

характеристики	Хв	Макс	одиниці
Напруга живлення VDD	- 0,3	4.8	Вольт
Напруга живлення VDDIO	- 0,3	4.8	Вольт

КОНФІГУРАЦІЯ PIN-КОДУ

Pin	Ім'я	опис
1	SCL	Серійний годинник – I2C Головний/підпорядкований годинник
2	VDD	Джерело живлення (2,16 В до 3,6 В)
3	NC	Не бути підключеним
4	S1	Підключіть до VDDIO
5	NC	Не бути підключеним
6	NC	Не бути підключеним
7	NC	Не бути підключеним
8	SETP	Позитивний полюс стрічки встановлення/скидання – з'єднання S/R конденсатора (C2).
9	GND	Земля постачання
10	C1	Підключення резервуарного конденсатора (C1).
11	GND	Земля постачання
12	SETC	З'єднання S/R конденсатора (C2) – сторона драйвера
13	VDDIO	Джерело живлення IO (1,71 В до VDD)
14	NC	Не бути підключеним
15	DRDY	Дані готові, PIN-код переривання. Внутрішньо підтягнутий високо. Додаткове підключення. Низький рівень протягом 250 мкс, коли дані поміщаються в регістри виведення даних.
16	ПДР	Серійні дані – I2C Дані головного/підлеглого



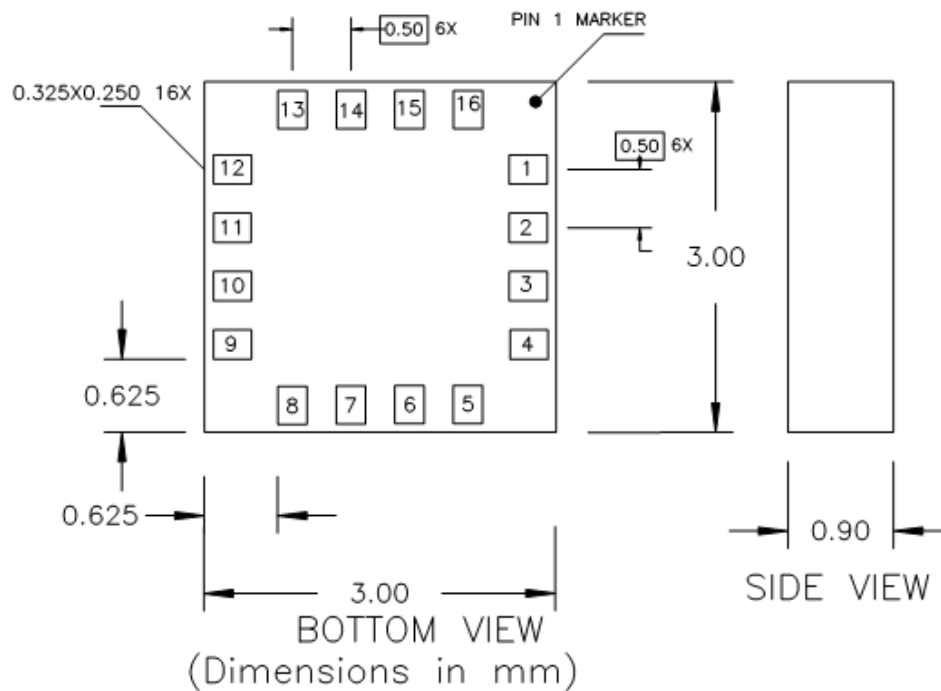
TOP VIEW (looking through)

Стрілка вказує напрямок магнітного поля, яке генерує позитивне вихідне показання в конфігурації нормального вимірювання.

# HMC5883L

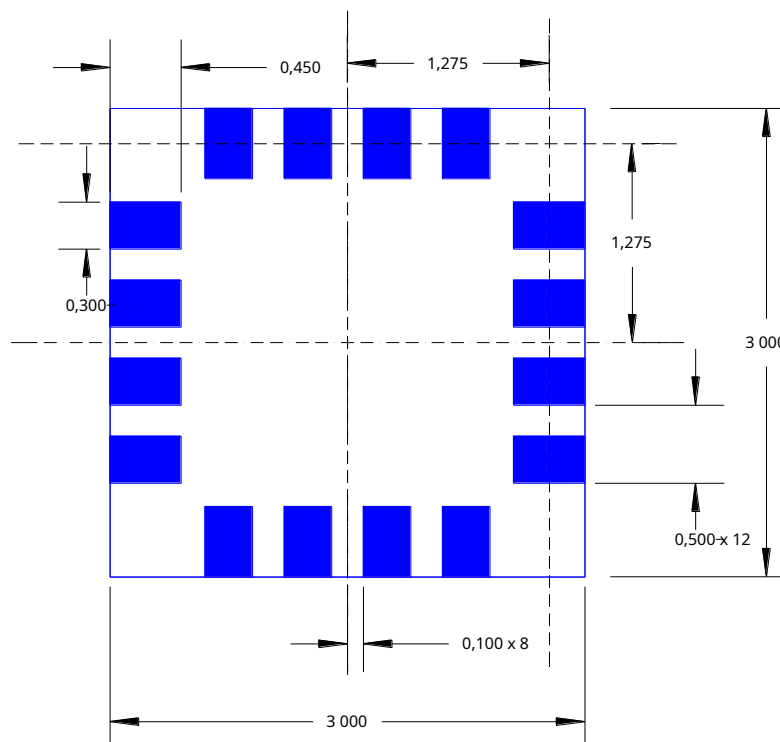
## СХЕМИ ПАКЕТІВ

### КРЕСЛЕННЯ ПАКУВАННЯ HMC5883L (16-PIN LPCC, розміри в міліметрах)



## РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО МОНТАЖУ

Нижче наведено рекомендований розмір друкованої плати (PCB) для HMC5883L.



HMC5883 Land Pad  
Pattern (Усі розміри в мм)

# HMC5883L

## Визначення та трасування друкованих плат

HMC5883L — це пакет LCC з тонким кроком. Зверніться до попереднього малюнка щодо рекомендованої площі друкованої плати для правильного центрування упаковки. Підберіть розмір трас між HMC5883L і зовнішніми конденсаторами (C1 і C2), щоб витримувати пікові імпульси струму в 1 ампер із низьким падінням напруги на трасах.

## Дизайн трафаретів і паяльна паста

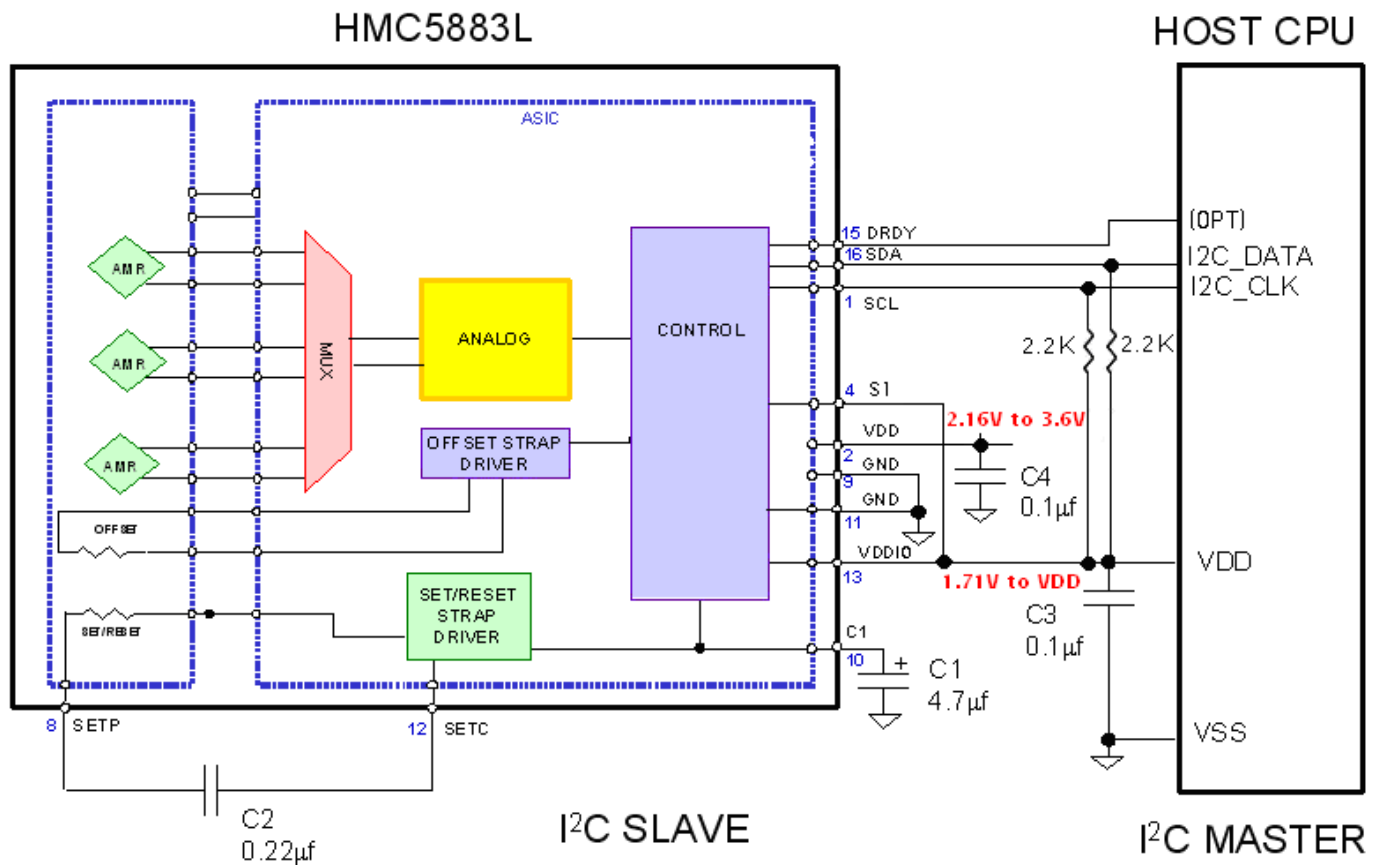
Для електричних контактних майданчиків рекомендується використовувати трафарет товщиною 4 міл і 100% покриття пасти.

## Збірка оплавлення

Цей пристрій класифікується як MSL 3 з піковою температурою оплавлення 260 °C. Процес запікання (125 °C, 24 години) необхідний, якщо пристрій не зберігається постійно в сухому середовищі (< 10% RH) перед складанням. Для HMC5883L не потрібен спеціальний профіль оплавлення, який сумісний з профілями оплавлення свинцевою евтектикою та безсвинцевою пастою. Honeywell рекомендує дотримуватися вказівок виробника паяльної пасти.

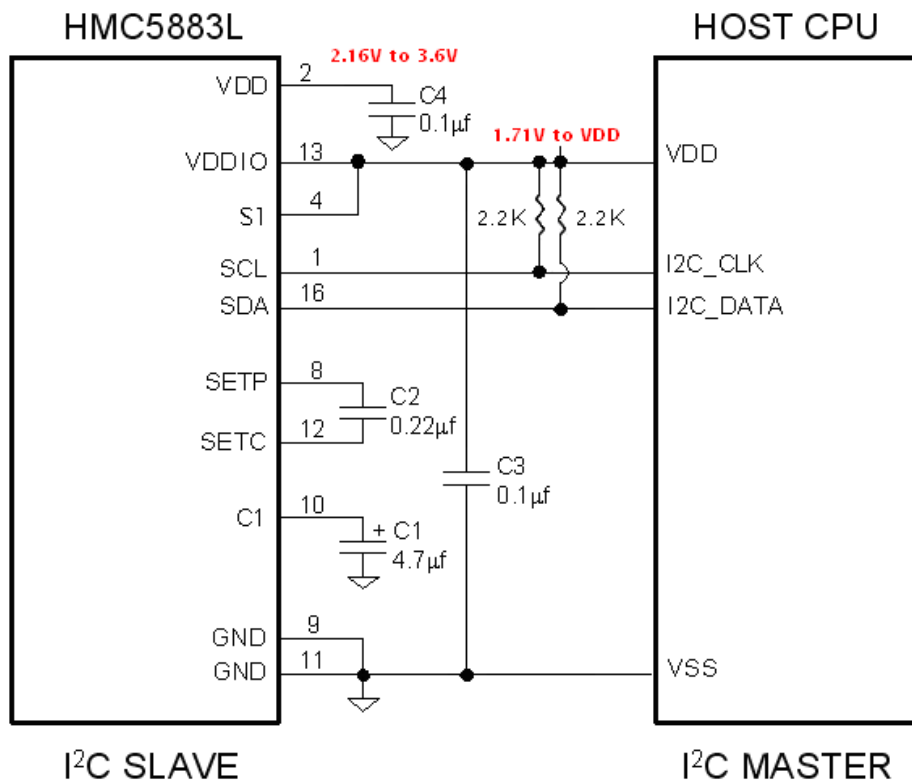
## ВНУТРІШНЯ ПРИНЦИПОВА СХЕМА

### HMC5883L

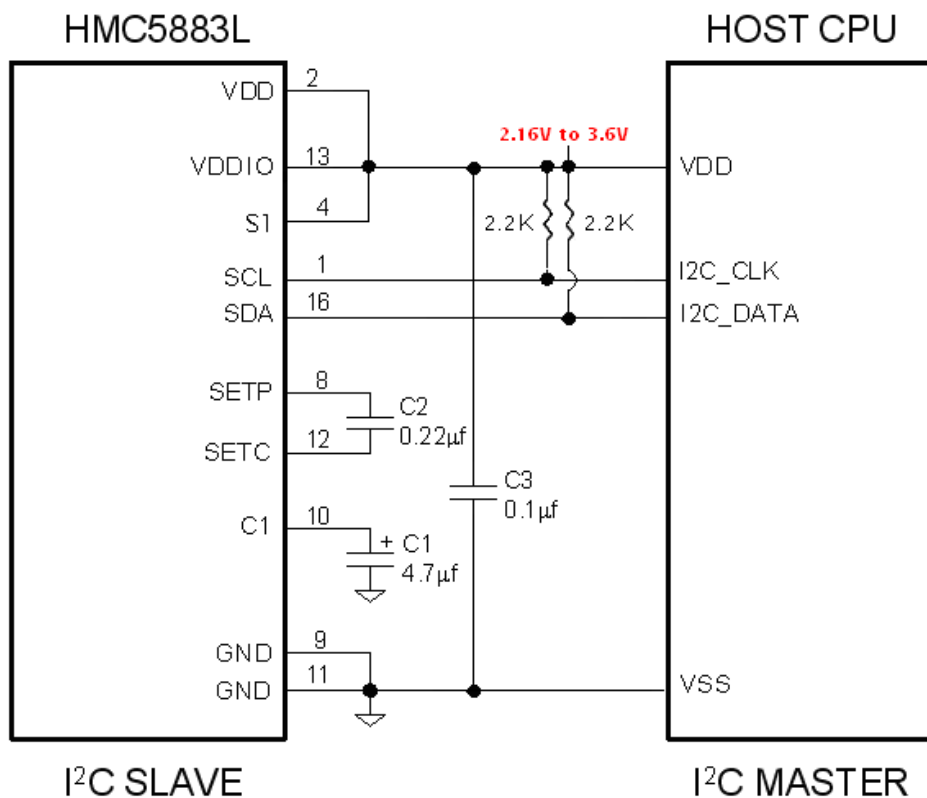


# HMC5883L

ЕТАЛОННИЙ ДИЗАЙН З ПОДВІЙНИМ ПОСТАЧАННЯМ



ЕТАЛОННИЙ ДИЗАЙН ОДНОГО ПОСТАЧАННЯ

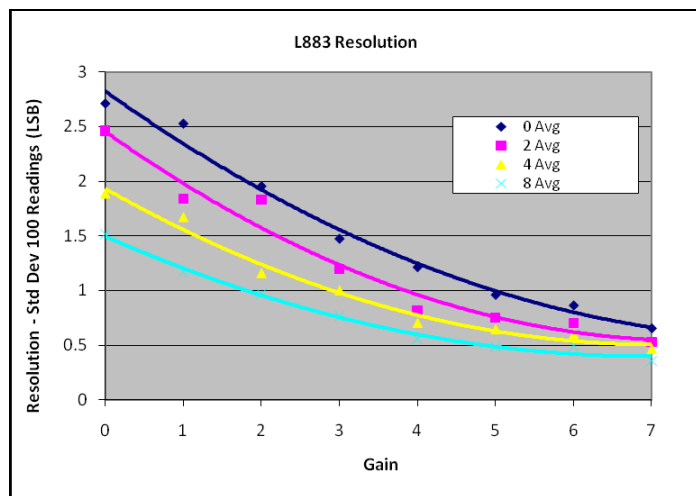


# HMC5883L

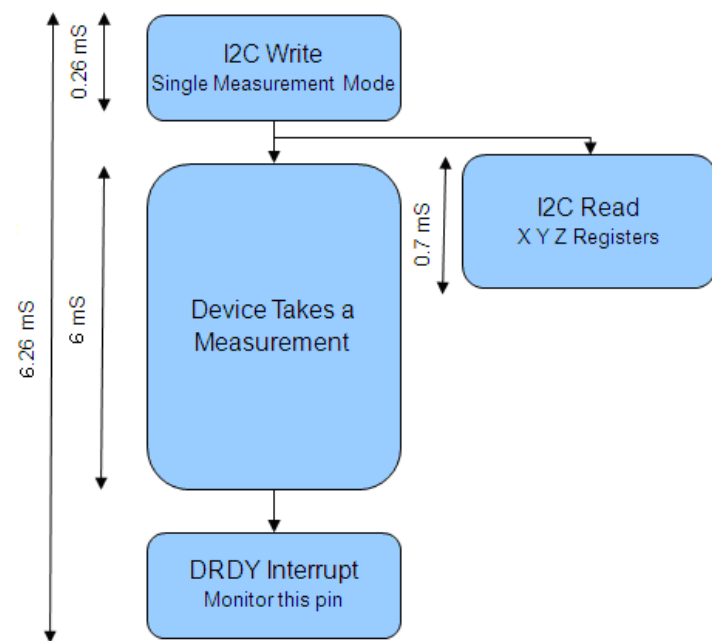
## ЕФЕКТИВНІСТЬ

Наступні графіки демонструють продуктивність HMC5883L.

### Типова роздільна здатність



### Типовий період вимірювання в режимі одного вимірювання



\* Моніторинг виводу переривання DRDY потрібний, лише якщо потрібна максимальна вихідна швидкість.

# HMC5883L

## ОСНОВНА РОБОТА ПРИСТРОЮ

### Анізотропні магніторезистивні датчики

Схема магніторезистивного датчика Honeywell HMC5883L — це тріо датчиків і допоміжних схем для вимірювання магнітних полів. При застосуванні джерела живлення датчик перетворює будь-яке падаюче магнітне поле в напрямках чутливої осі на вихід диференціальної напруги. Магніторезистивні датчики виготовлені з тонкої плівки нікель-залізо (пермалой) і мають візерунковий елемент у вигляді резистивної стрічки. За наявності магнітного поля зміна резистивних елементів моста викликає відповідну зміну напруги на виходах моста.

Ці резистивні елементи вирівняні разом, щоб мати спільну чутливу вісь (позначену стрілками на діаграмі контактів), яка забезпечить позитивну зміну напруги з магнітними полями, що збільшуються в чутливому напрямку. Оскільки вихідний сигнал пропорційний лише компоненту магнітного поля вздовж його осі, додаткові мости датчиків розміщуються в ортогональних напрямках, щоб забезпечити точне вимірювання магнітного поля в будь-якій орієнтації.

#### Самоперевірка

Щоб перевірити HMC5883L на належну роботу, вбудована функція самотестування, у якій датчик внутрішньо збуджується номінальним магнітним полем (у позитивній або негативній конфігурації зсуву). Потім це поле вимірюється та повідомляється. Ця функція ввімкнена, а полярність встановлюється бітами MS[n] у регістрі конфігурації А. Внутрішнє джерело струму генерує постійний струм (приблизно 10 мА) від джерела VDD. Цей постійний струм подається на зсувні стрічки магніторезистивного датчика, що створює штучне зміщення магнітного поля на датчику.

Додаткову інформацію див. у розділі САМОПЕРЕВІРКА далі в цій таблиці даних.

#### Управління живленням

Цей пристрій має дві різні сфери живлення. Перший — VDD, який є джерелом живлення для внутрішніх операцій, а другий — VDDIO, призначений для інтерфейсу вводу-виводу. Можлива робота з VDDIO рівним VDD; Режим єдиного джерела живлення або з VDDIO нижче, ніж VDD, що дозволяє HMC5883L бути сумісним з іншими пристроями на платі.

#### I<sup>2</sup>C інтерфейс

Управління цим пристроєм здійснюється через I<sup>2</sup>C автобус. Цей пристрій буде підключено до цієї шини як ведений пристрій під керуванням головного пристрою, наприклад процесора.

Цей пристрій сумісний з *я2Специфікація C-Bus*, номер документа: 9398 393 40011. Як I<sup>2</sup>C-сумісний пристрій, цей пристрій має 7-бітну послідовну адресу та підтримує I<sup>2</sup>C протоколи. Цей пристрій підтримує стандартний і швидкий режими, 100 кГц і 400 кГц відповідно, але не підтримує високошвидкісний режим (Hs). Для підтримки цих стандартних і швидкісних режимів потрібні зовнішні навантажувальні резистори.

Діяльність, необхідна головному (читання та запис реєстру), має пріоритет над внутрішньою діяльністю, такою як вимірювання. Мета цього пріоритету полягає в тому, щоб майстер не чекав і I<sup>2</sup>CАвтобус С задіяний довше, ніж потрібно.

#### Внутрішній годинник

Пристрій має внутрішній годинник для внутрішніх цифрових логічних функцій і керування часом.

#### H-Bridge для встановлення/скидання приводу стрічки

ASIC містить великі перемикаючі польові транзистори, здатні доставляти великий, але короткий імпульс на ремінець Set/Reset датчика. Цей ремінь значною мірою є резистивним навантаженням. Немає потреби у зовнішній схемі налаштування/скидання. Управління функцією встановлення/скидання здійснюється автоматично за допомогою ASIC для кожного вимірювання. Половина різниці від вимірювань, зроблених після встановленого імпульсу та після імпульсу скидання, буде введено в регістр виведення даних для кожної з трьох осей. Таким чином, внутрішній зсув датчика та його температурна залежність видаляються/скасовуються для всіх вимірювань.

#### Обмеження струму заряду

Струм, який резервуарний конденсатор (C1) може споживати під час заряджання, обмежений як для одного, так і для подвійного джерела живлення 8



## HMC5883L

конфігурації. Це запобігає зниженню напруги живлення (VDD).

### РЕЖИМИ РОБОТИ

Цей пристрій має кілька режимів роботи, основною метою яких є керування живленням і керується за допомогою реєстру режимів. У цьому розділі описано ці режими.

#### Режим безперервного вимірювання

У режимі безперервного вимірювання пристрій безперервно виконує вимірювання з частотою, яку вибирає користувач, і поміщає виміряні дані в реєстри виведення даних. При необхідності дані можуть бути перерахункові з реєстрів виведення даних; однак, якщо головний пристрій не забезпечує доступ до реєстру даних до завершення наступного вимірювання, реєстри виведення даних оновлюються новим вимірюванням. Щоб зберегти струм між вимірюваннями, пристрій переводиться в стан, подібний до режиму очікування, але реєстр режимів не змінюється на режим очікування. Тобто MD[n] бітів не змінюються. Параметри в реєстрі конфігурації A впливають на швидкість виведення даних (біти DO[n]), конфігурацію вимірювання (біти MS[n]) у режимі безперервного вимірювання. Усі реєстри зберігають значення в режимі безперервного вимірювання. Я2Шина C увімкнена для використання іншими пристроями в мережі в режимі безперервного вимірювання.

#### Режим одного вимірювання

Це стандартний режим увімкнення. У режимі одноразового вимірювання пристрій виконує одне вимірювання та поміщає виміряні дані в реєстри виведення даних. Після завершення вимірювання та оновлення реєстрів вихідних даних пристрій переводиться в режим очікування та реєстр режимів переходить у режим очікування шляхом встановлення MD[n] бітів. Параметри в реєстрі конфігурації впливають на конфігурацію вимірювання (біт MS[n]) у режимі одиночного вимірювання. Усі реєстри зберігають значення в режимі одного вимірювання. Я2Шина C увімкнена для використання іншими пристроями в мережі в режимі одиночного вимірювання.

#### Режим очікування

У цьому режимі пристрій доступний через I2C шина, але основні джерела споживання енергії, такі як, але не обмежуючись, АЦП, підсилювач і датчик струму зсуву, вимкнено. Усі реєстри зберігають значення в режимі очікування. Я2Шина C увімкнена для використання іншими пристроями в мережі в режимі очікування.

## РЕЕСТРИ

Цей пристрій керується та налаштовується за допомогою ряду вбудованих регістрів, які описані в цьому розділі. У наступних описах *встановити* має на увазі логіку 1 і *скинути* або *зняти* має на увазі логічний 0, якщо не вказано інше.

## Список реєстрацій

У таблиці нижче наведено список реєстрів і доступ до них. Усі адреси мають 8 біт.

Адреса Розташування	Ім'я	Доступ
00	Регістр конфігурації A	Читати писати
01	Регістр конфігурації B	Читати писати
02	Режим Реєстрація	Читати писати
03	Виведення даних X Регістр MSB	Прочитайте
04	Вихід даних X Регістр LSB	Прочитайте
05	Виведення даних Z Регістр MSB	Прочитайте
06	Вихід даних Z Регістр LSB	Прочитайте
07	Виведення даних Y Регістр MSB	Прочитайте
08	Вихід даних Y Регістр LSB	Прочитайте
09	Реєстр статусу	Прочитайте
10	Ідентифікаційний реєстр A	Прочитайте
11	Ідентифікаційний реєстр B	Прочитайте
12	Ідентифікаційний реєстр C	Прочитайте

Таблиця 2: Список реєстрів

## Зареєструвати доступ

У цьому розділі описано процес читання з цього пристрою та запису на нього. Пристрої використовують вказівник адреси, щоб вказати, з якого місця реєстру потрібно зчитувати або записувати. Ці розташування вказівників надсилаються від головного до цього підлеглому пристрою та замінюють 7-бітну адресу плюс 1-бітовий ідентифікатор читання/запису.

Щоб звести до мінімуму зв'язок між головним і цим пристроєм, вказівник адреси оновлюється автоматично без втручання майстра. Це автоматичне оновлення показчика адреси має дві додаткові функції. По-перше, коли здійснюється доступ до адреси 12 або вище, показчик оновлюється до адреси 00, а по-друге, коли досягається адреса 08, вказівник повертається до адреси 03. Логічно робота вказівника адреси функціонує, як показано нижче.

*Якщо (показчик адреси = 08), то показчик адреси = 03 Інакше,  
якщо (показчик адреси >= 12), то показчик адреси = 0 Інакше  
(показчик адреси) = (показчик адреси) + 1*

Саме значення показчика адреси не можна прочитати через I<sup>2</sup>C автобус.

Будь-яка спроба прочитати недійсне розташування адреси повертає 0, а будь-який запис у недійсне розташування адреси або невизначений біт у межах дійсного розташування адреси ігнорується цим пристроєм.

Щоб перемістити вказівник адреси у випадкове розташування регістра, спочатку видайте «запис» у це місце регістру без жодного байта даних після рекомендації. Наприклад, щоб перемістити показчик адреси в регістр 10, надішліть 0x3C 0x0A.

## Регістр конфігурації A

Регістр конфігурації використовується для конфігурації пристрою для встановлення швидкості виведення даних і конфігурації вимірювання. Від CRA0 до CRA7 вказують розташування бітів, з CRA4 позначаючи біти, які знаходяться в регістрі конфігурації. CRA7 позначає перший біт потоку даних. Число в дужках вказує на стандартне значення цього біта.

CRA7	CRA6	CRA5	CRA4	CRA3	CRA2	CRA1	CRA0
(1)	MA1(1)	MA0(1)	DO2 (1)	DO1 (0)	DO0 (0)	MS1 (0)	MS0 (0)

Таблиця 3: Регістр конфігурації A

Місцезнаходження	Ім'я	опис
CRA7	CRA7	Цей біт необхідно очистити для правильної роботи.
CRA6 до CRA5	MA1 до MA0	Виберіть кількість усереднених зразків (від 1 до 8) на вихід вимірювання. 00 = 1; 01 = 2; 10 = 4; 11 = 8 (за замовчуванням)
CRA4 до CRA2	DO2 до DO0	Біти швидкості виведення даних. Ці біти встановлюють швидкість, з якою дані записуються в усі три вихідні регістри даних.
CRA1 до CRA0	MS1 до MS0	Біти конфігурації вимірювання. Ці біти визначають потік вимірювання пристрою, зокрема, чи слід включати застосоване зсув у вимірювання чи ні.

Таблиця 4: Позначення бітів регістра конфігурації A

У таблиці нижче наведено всі вихідні швидкості, які можна вибрати в режимі безперервного вимірювання. Усі три канали повинні бути виміряні в межах заданої вихідної швидкості. Інші вихідні швидкості з максимальною частотою 160 Гц можуть бути досягнуті шляхом моніторингу виводу переривання DRDY в режимі одного вимірювання.

DO2	DO1	DO0	Типова швидкість виведення даних (Гц)
0	0	0	0,75
0	0	1	1.5
0	1	0	3
0	1	1	7.5
1	0	0	15 (за замовчуванням)
1	0	1	30
1	1	0	75
1	1	1	Не використовується

Таблиця 5: Швидкість виведення даних

MS1	MS0	Режим вимірювання
0	0	Звичайна конфігурація вимірювання (за замовчуванням). У нормальній конфігурації вимірювання пристрій слідує нормальному вимірювальному потоку. Позитивні та негативні контакти резистивного навантаження залишаються плаваючими та мають високий імпеданс.
0	1	Конфігурація позитивного зміщення для осей X, Y і Z. У цій конфігурації позитивний струм проходить через резистивне навантаження для всіх трьох осей.
1	0	Конфігурація негативного зсуву для осей X, Y і Z. У цій конфігурації негативний струм проходить через резистивне навантаження для всіх трьох осей.
1	1	Ця конфігурація зарезервована.

Таблиця 6: Режими вимірювання

## Регістр конфігурації В

Конфігураційний регістр В для встановлення коефіцієнта посилення пристрою. Від CRB0 до CRB7 вказують розташування бітів, з CRB позначаючи біти, які знаходяться в регістрі конфігурації. CRB7 позначає перший біт потоку даних. Число в дужках вказує на стандартне значення цього біта.

CRB7	CRB6	CRB5	CRB4	CRB3	CRB2	CRB1	CRB0
GN2 (0)	GN1 (0)	GN0 (1)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)

Таблиця 7: Регістр конфігурації В

Місцезнаходження	Ім'я	опис
CRB7 до CRB5	GN2 до GN0	Посилення бітів конфігурації. Ці біти налаштовують посилення для пристрою. Конфігурація посилення загальна для всіх каналів.
CRB4 до CRB0	0	Ці біти повинні бути очищені для правильної роботи.

Таблиця 8: Позначення бітів регістра конфігурації В

У таблиці нижче наведено налаштування номінального посилення. Використовуйте стовпець «Посилення», щоб конвертувати відліки в Гаусс. Виберіть нижче значення підсилення (вищий GN#), коли загальна напруженість поля викликає переповнення в одному з регістрів виведення даних (насиченість).

GN2	GN1	GN0	Рекомендовано Діапазон поля датчика	посилення (LSB/ Гаус)	Вихідний діапазон
0	0	0	$\pm 0,88$ Га	1370 рік	0xF800–0x07FF (-2048–2047)
0	0	1	$\pm 1,3$ га	1090 (за замовчуванням)	0xF800–0x07FF (-2048–2047)
0	1	0	$\pm 1,9$ млрд років тому	820	0xF800–0x07FF (-2048–2047)
0	1	1	$\pm 2,5$ га	660	0xF800–0x07FF (-2048–2047)
1	0	0	$\pm 4,0$ Га	440	0xF800–0x07FF (-2048–2047)
1	0	1	$\pm 4,7$ га	390	0xF800–0x07FF (-2048–2047)
1	1	0	$\pm 5,6$ га	330	0xF800–0x07FF (-2048–2047)
1	1	1	$\pm 8,1$ млрд років тому	230	0xF800–0x07FF (-2048–2047)

Таблиця 9: Параметри посилення

## Режим Реєстрація

Регістр режиму — це 8-розрядний регістр, з якого можна зчитувати дані або в який можна записувати дані. Цей регістр використовується для вибору режиму роботи пристрою. Від MR0 до MR7 вказують розташування бітів, з *МІСТЕ*Р позначаючи біти, які знаходяться в регістрі режиму. MR7 позначає перший біт потоку даних. Число в дужках вказує на стандартне значення цього біта.

MR7	MR6	MR5	MR4	MR3	MR2	MR1	MR0
(1)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	MD1 (0)	MD0 (1)

Таблиця 10: Регістр режиму

Місцезнаходження	Ім'я	опис
MR7 до MR2	0	Ці біти повинні бути очищені для правильної роботи. Біт MR7 біт встановлюється внутрішньо після кожної операції одиничного вимірювання.
MR1 до MR0	MD1 до MD0	Режим вибору бітів. Ці біти вибирають режим роботи цього пристрою.

Таблиця 11: Позначення бітів регістра режиму

MD1	MD0	Режим роботи
0	0	Режим безперервного вимірювання. У режимі безперервного вимірювання прилад безперервно виконує вимірювання та записує результат у реєстр даних. RDY стає високим, коли нові дані поміщаються в усі три регістри. Після ввімкнення живлення або запису в регістр режиму або конфігурації перший набір вимірювань доступний з усіх трьох регістрів виведення даних через період $2/f_{\text{зробити}}$ і наступні вимірювання доступні на частоті $f_{\text{зробити}}$ , де $f_{\text{зробити}}$ – частота виведення даних.
0	1	Режим одного вимірювання (за замовчуванням). Коли вибрано режим одноразового вимірювання, пристрій виконує одне вимірювання, встановлює високий показник RDY і повертається в режим очікування. Регістр режиму повертає значення бітів режиму очікування. Вимірювання залишається в регістрі виведення даних, а RDY залишається високим, доки регістр виведення даних не буде зчитано або не буде виконано інше вимірювання.
1	0	Режим очікування. Пристрій переведено в режим очікування.
1	1	Режим очікування. Пристрій переведено в режим очікування.

Таблиця 12: Режими роботи

## Вихід даних X Регістри A і B

Регістри виведення даних X — це два 8-розрядних регістри, регістр виведення даних A та регістр виведення даних B. Ці регістри зберігають результат вимірювання з каналу X. Регістр A виводу даних X містить MSB результату вимірювання та регістр виведення даних X B містить LSB результату вимірювання. Значення, що зберігається в цих двох регістрах, є 16-бітним значенням у формі доповнення 2, діапазон якого становить від 0xF800 до 0x07FF. Від DXRA0 до DXRA7 і від DXRB0 до DXRB7 вказують розташування бітів, з *DXRAi* та *DXRBj* позначаючи біти, які знаходяться в регістрах виведення даних X. DXRA7 і DXRB7 позначають перший біт потоку даних. Число в дужках вказує на стандартне значення цього біта.

У разі переповнення чи недоповнення показань АЦП для даного каналу, або якщо під час вимірювання зміщення є переповнення математики, цей регістр даних міститиме значення -4096. Це значення регістру буде очищено, коли буде виконано наступне дійсне вимірювання.

DXRA7	DXRA6	DXRA5	DXRA4	DXRA3	DXRA2	DXRA1	DXRA0
(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
DXRB7	DXRB6	DXRB5	DXRB4	DXRB3	DXRB2	DXRB1	DXRB0
(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)

Таблиця 13: Регістри A і B виведення даних X

## Виведення даних Y Регістри A і B

Регістри виведення даних Y — це два 8-розрядних регістри, регістр виведення даних A та регістр виведення даних B. Ці регістри зберігають результат вимірювання з каналу Y. Регістр A виводу даних Y містить MSB результату вимірювання, а регістр виведення даних Y B містить LSB результату вимірювання. Значення, що зберігається в цих двох регістрах, є 16-бітним значенням у формі доповнення 2, діапазон якого становить від 0xF800 до 0x07FF. Від DYRA0 до DYRA7 і від DYRB0 до DYRB7 вказують розташування бітів, з *DYRAi* та *DYRBj* позначаючи біти, які знаходяться в регістрах виведення даних Y. DYRA7 і DYRB7 позначають перший біт потоку даних. Число в дужках вказує на стандартне значення цього біта.

У разі переповнення чи недоповнення показань АЦП для даного каналу, або якщо під час вимірювання зміщення є переповнення математики, цей регістр даних міститиме значення -4096. Це значення регістру буде очищено, коли буде виконано наступне дійсне вимірювання.

DYRA7	DYRA6	DYRA5	DYRA4	DYRA3	DYRA2	DYRA1	DYRA0
(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
DYRB7	DYRB6	DYRB5	DYRB4	DYRB3	DYRB2	DYRB1	DYRB0
(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)

Таблиця 14: Вихідні дані Y, регістри A і B

## Виведення даних Z Регістри A і B

Регістри виведення даних Z — це два 8-розрядних регістри, регістр виведення даних A та регістр виведення даних B. Ці регістри зберігають результат вимірювання з каналу Z. Регістр A виводу даних Z містить MSB результату вимірювання, а регістр виведення даних Z B містить LSB результату вимірювання. Значення, що зберігається в цих двох регістрах, є 16-бітним значенням у формі доповнення 2, діапазон якого становить від 0xF800 до 0x07FF. Від DZRA0 до DZRA7 і від DZRB0 до DZRB7 вказують розташування бітів, з *DZRAi* та *DZRBj* позначаючи біти, які знаходяться в регістрах виводу даних Z. DZRA7 і DZRB7 позначають перший біт потоку даних. Число в дужках вказує на стандартне значення цього біта.

У разі переповнення чи недоповнення показань АЦП для даного каналу, або якщо під час вимірювання зміщення є переповнення математики, цей регістр даних міститиме значення -4096. Це значення регістру буде очищено, коли буде виконано наступне дійсне вимірювання.

DZRA7	DZRA6	DZRA5	DZRA4	DZRA3	DZRA2	ДЗРА1	ДЗРА0
(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
DZRB7	DZRB6	DZRB5	ДЗРБ4	DZRB3	ДЗРБ2	ДЗРБ1	DZRB0
(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)

Таблиця 15: Регістри A і B виведення даних Z

**Операція регістра виведення даних**

Коли один або більше вихідних регістрів зчитуються, нові дані не можуть бути розміщені в жодному з вихідних регістрів даних, доки не будуть прочитані всі шість вихідних регістрів даних. Ця вимога також впливає на DRDY і RDY, які не можна скинути, поки нові дані не будуть розміщені в усіх вихідних регістрах.

**Реєстр статусу**

Регістр стану є 8-розрядним регістром, доступним лише для читання. Цей регістр використовується для вказівки стану пристрою. Від SR0 до SR7 вказують розташування бітів, з SR позначаючи біти, які знаходяться в регістрі стану. SR7 позначає перший біт потоку даних.

SR7	SR6	SR5	SR4	SR3	SR2	SR1	SR0
(0)	(0)	(0)	(x)	(0)	(0)	ЗАМОК (0)	RDY(0)

Таблиця 16: Реєстр статусу

Місцезнаходження	Ім'я	опис
SR7 до SR2	0	Ці біти зарезервовані. SR4 може бути 0 або 1 залежно від внутрішньої активності. Ігнорувати активність у цьому біті.
SR1	ЗАМОК	Блокування регістра виведення даних. Цей біт встановлюється, коли деякі, але не всі з шести вихідних регістрів даних були прочитані. Коли цей біт встановлено, шість регістрів виведення даних блокуються, і будь-які нові дані не будуть розміщені в цих регістрах, доки не буде виконано одну з трьох умов: перша, усі шість байтів прочитано або режим змінено, друга, режим змінено, або три, змінено конфігурацію вимірювання.
SR0	RDY	Готовий біт. Встановити, коли дані записуються в усі шість регістрів даних. Очищається, коли пристрій ініціює запис до регістрів виведення даних і після того, як один або більше регістрів виводу даних буде записано. Коли біт RDY очищений, він повинен залишатися очищеним протягом 250 мкс. Вивід DRDY можна використовувати як альтернативу регістру стану для моніторингу пристрою дані вимірювання.

Таблиця 17: Позначення бітів регістру стану

# HMC5883L

## Ідентифікаційний реєстр А

Регістр ідентифікації А використовується для ідентифікації пристрою. Від IRA0 до IRA7 вказують розташування бітів, з *IRA* позначає біти, які знаходяться в регістрі ідентифікації А. IRA7 позначає перший біт потоку даних. Число в дужках вказує на стандартне значення цього біта.

Ідентифікаційне значення для цього пристрою зберігається в цьому регістрі. Це реєстр лише для читання.  
Значення реєстру. Значення ASCII

IRA7	IRA6	IRA5	IRA4	IRA3	IRA2	IRA1	IRA0
0	1	0	0	1	0	0	0

Таблиця 18: Значення за замовчуванням регістру ідентифікації А

## Ідентифікаційний реєстр В

Регістр ідентифікації В використовується для ідентифікації пристрою. IRB0 - IRB7 вказують розташування бітів, з *IRB* позначає біти, які знаходяться в регістрі ідентифікації А. IRB7 позначає перший біт потоку даних.

Значення реєстру. Значення ASCII

IRB7	IRB6	IRB5	IRB4	IRB3	IRB2	IRB1	IRB0
0	0	1	1	0	1	0	0

Таблиця 19: Регістр ідентифікації В Значення за замовчуванням

## Ідентифікаційний реєстр С

Регістр ідентифікації С використовується для ідентифікації пристрою. IRC0 - IRC7 вказують розташування бітів, з *IRC* позначає біти, які знаходяться в регістрі ідентифікації А. IRC7 позначає перший біт потоку даних.

Значення реєстру. Значення ASCII

IRC7	IRC6	IRC5	IRC4	IRC3	IRC2	IRC1	IRC0
0	0	1	1	0	0	1	1

Таблиця 20: Регістр ідентифікації С Значення за замовчуванням

## я2С ПРОТОКОЛ ЗВ'ЯЗКУ

HMC5883L зв'язується через двопровідний I2С система шини С як ведений пристрій. HMC5883L використовує простий протокол із протоколом інтерфейсу, визначеним I2С специфікація шини С і цим документом. Швидкість передачі даних становить 100 або 400 Кбіт/с у стандартному режимі, як визначено в I2С технічні характеристики шини С. Формат біта шини – це 8-бітний біт даних/адреси та 1-бітовий біт підтвердження. Формат байтів даних (корисного навантаження) повинен бути чутливим до регістру символів ASCII або двійкових даних для підлеглого пристрою HMC5883L, а двійкові дані повертаються. Від'ємні двійкові значення будуть у формі доповнення до двох. За замовчуванням (заводська) 8-розрядна підлегла адреса HMC5883L становить 0x3C для операцій запису або 0x3D для операцій читання.

Лінії HMC5883L Serial Clock (SCL) і Serial Data (SDA) вимагають резистивних підтягувань (Rp) між головним пристроєм (зазвичай головним мікропроцесором) і HMC5883L. Для номінальної напруги VDDIO рекомендовано значення опору підтягування приблизно від 2,2 до 10 КОм. Можна використовувати інші номінали резисторів, як визначено в I2С специфікації шини С, які можна прив'язати до VDDIO.

Лінії SCL і SDA у цій специфікації шини можуть бути підключені до кількох пристроїв. Шина може бути від одного ведучого до кількох підлеглих або може мати конфігурацію з декількома головними. Усі передачі даних ініціюються головним пристроєм, який відповідає за генерацію тактового сигналу, а передача даних має 8 біт. Усі пристрої адресовані I2C 16



## HMC5883L

унікальна 7-бітна адреса. Після кожної 8-бітної передачі головний пристрій генерує 9-тактний імпульс і звільняє лінію SDA. Пристрій-приймач (адресоване ведене) перетягне низький рівень лінії SDA для підтвердження (ACK) успішної передачі або залишить SDA високим для негативного підтвердження (NACK).

За I2C специфікації всі переходи в рядку SDA мають відбуватися, коли SCL низький. Ця вимога призводить до двох унікальних умов на шині, пов'язаних із переходами SDA, коли SCL є високим. Головний пристрій, який перетягує лінію SDA в низький рівень, тоді як лінія SCL знаходиться на високому рівні, вказує на стан запуску (S), а умова зупинки (P) – це коли лінія SDA підтягується на високий рівень, а лінія SCL знаходиться на високому рівні. Як протокол I2C також допускає умову перезапуску, за якої головний пристрій видає другу умову запуску без зупинки.

Усі транзакції шини починаються з того, що головний пристрій видає початкову послідовність, за якою слідує байт підлеглої адреси. Байт адреси містить адресу підпорядкованого; старші 7 бітів (bits7-1) і молодший значущий біт (LSb). LSb байта адреси визначає, чи є операція читанням (LSb=1) чи записом (LSb=0). На 9-тактного імпульсу, приймаючий підлеглий пристрій видає ACK (або NACK). Після цих подій шини головний пристрій надсилатиме байти даних для операції запису, або підлеглий пристрій відстрочуватиме дані за допомогою операції читання. Усі транзакції шини припиняються головним, що видає послідовність зупинки.

Як керування шиною I2C може бути реалізовано за допомогою апаратної логіки або програмного забезпечення. Типові конструкції апаратного забезпечення вивільняють лінії SDA та SCL, щоб дозволити підлеглому пристрою маніпулювати цими лініями. У програмній реалізації необхідно подбати про виконання цих завдань у коді.

## ПРИКЛАДИ РОБОТИ

HMC5883L має досить швидкий час стабілізації від відсутності напруги до стабільного стану та готовності до отримання даних. Номінальні 6 мілісекунд із заводським стандартним режимом одиночного вимірювання означають, що шість байтів магнітних регістрів даних (DXRA, DXRB, DZRA, DZRB, DYRA та DYRB) заповнюються дійсним першим вимірюванням.

Щоб змінити режим вимірювання на режим безперервного вимірювання, після часу ввімкнення живлення надішліть три байти:

0x3C 0x02 0x00

Це записує 00 у другий регістр або регістр режиму для перемикання з режиму одиночного вимірювання на безперервний. Зі швидкістю передачі даних із заводським значенням за замовчуванням оновлень 15 Гц стандартна затримка в 67 мілісекунд повинна бути дозволена I2C master перед тим, як запитувати регістри даних HMC5883L для нових вимірювань. Щоб отримати нові дані, надішліть:

0x3D, і тактовий сигнал DXRA, DXRB, DZRA, DZRB, DYRA і DYRB, розташовані в регістрах з 3 по 8. HMC5883L автоматично перенаправить назад на регістр 3 для наступного запиту 0x3D. Усі шість регістрів даних повинні бути прочитані належним чином, перш ніж нові дані можуть бути розміщені в будь-якому з цих регістрів даних.

## ОПЕРАЦІЯ САМОПЕРЕВІРКИ

Щоб перевірити HMC5883L на належну роботу, вбудована функція самоперевірки, у якій зсувні стрічки датчика порушуються для створення номінальної напруженості поля (поля зміщення), яке потрібно виміряти. Щоб реалізувати самоперевірку, молодші біти (MS1 і MS0) регістра конфігурації A змінюються з 00 на 01 (позитивне зміщення) або 10 (негативне зміщення), наприклад, 0x11 або 0x12.

Потім, перевіривши регістр режиму в режим одиночного вимірювання (0x01), для кожного магнітного вектора буде виконано два цикли збору даних. Першим одержанням буде встановлений імпульс, за яким незабаром слідуватимуть дані вимірювання зовнішнього поля. При другому отриманні сповіщення зсуву буде збуджено (приблизно 10 мА) у режимі позитивного зміщення для осей X, Y та Z, щоб створити поле самоперевірки приблизно  $\pm 1,1$  гауса плюс зовнішнє поле. Перше отримане значення буде віднято від другого отриманого, а чисте вимірювання буде розміщено в регістрах виведення даних.

Оскільки самоперевірка додає  $\sim 1,1$  гауса додаткового поля до існуючої напруженості поля, використання зниженого налаштування посилення запобігає насиченню датчика та переповненню регістрів даних. Наприклад, якщо для регістра конфігурації B встановлено значення 0x60 (коефіцієнт підсилення=3), значення близько +766 LSB ( $1,16 \text{ Ga} * 660 \text{ LSB/Ga}$ ) будуть розміщені в регістрах виведення даних X і Y і близько +713 ( $1,08 \text{ Ga} * 660 \text{ LSB/Ga}$ ) буде розміщено в регістрі виведення даних Z. Щоб вийти з режиму самоперевірки, змініть біт MS1 і MS0 регістра конфігурації A назад на 00 (звичайний режим вимірювання), наприклад, 0x10.

# HMC5883L

## КАЛІБРУВАННЯ МАСШТАБНОГО КОЕФІЦІЄНТА

Використовуючи описаний вище метод самоперевірки, користувач може масштабувати чутливість датчиків, щоб відповідати один одному. Оскільки переведення пристрою в режим позитивного зміщення (або альтернативно режим негативного зміщення) застосовує відоме штучне поле на всіх трьох осях, отримані вимірювання АЦП у регістрах виведення даних можна використовувати для масштабування датчиків. Наприклад, якщо очікуване значення самоперевірки для осі X становить 766, а фактичне значення – 750, тоді масштабний коефіцієнт (766/750) слід помножити на всі майбутні показання осі X. Якщо зробити це для всіх трьох осей, їх чутливість буде добре узгоджена,

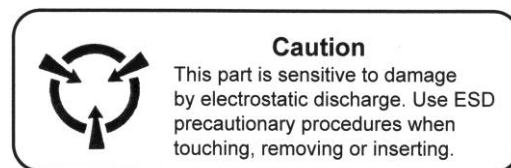
Вбудовану самоперевірку також можна використовувати для періодичної компенсації похибок масштабування через коливання температури. Коефіцієнт компенсації можна знайти шляхом порівняння результатів самоперевірки з результатами, отриманими за відомої температури. Наприклад, якщо результат самоперевірки становить 750 за кімнатної температури та 700 за поточної температури, тоді до всіх поточних магнітних показань слід застосувати коефіцієнт компенсації (750/700). Для цього методу датчик температури не потрібен.

## ЗОВНІШНІ КОНДЕНСАТОРИ

Два зовнішні конденсатори повинні мати керамічну конструкцію з низькими характеристиками ESR. Точні значення ESR не є критичними, але рекомендовані значення менше 200 міліОм. Номінальна ємність резервуарного конденсатора C1 становить 4,7 мкФ, а номінальна ємність конденсатора встановлення/скидання C2 — 0,22 мкФ. Характеристики низького ESR можуть не бути у багатьох невеликих керамічних конденсаторів SMT (0402), тому будьте готові збільшити розмір конденсаторів, щоб отримати характеристики низького ESR.

## ІНФОРМАЦІЯ ПРО ЗАМОВЛЕННЯ

Номер замовлення	Продукт
HMC5883L-TR	Стрічка та катушка 4к штук/бобіна



**CAUTION: ESDS CAT. 1B**

## ДІЗНАТИСЯ БІЛЬШЕ

Для отримання додаткової інформації про магнітні датчики Honeywell відвідайте наш сайт [www.honeywell.com/magneticsensors](http://www.honeywell.com/magneticsensors) або зв'яжіться з нами за номером 800-323-8295 (763-954-2474 у всьому світі).

Наведені тут прикладні схеми являють собою типові використання та інтерфейс продукту Honeywell. Honeywell не гарантує та не бере на себе відповідальність за схеми, розроблені замовником, отримані з цього опису чи зображення.

Компанія Honeywell залишає за собою право вносити зміни для покращення надійності, функцій або конструкції. Honeywell не несе жодної відповідальності, що виникає внаслідок застосування чи використання будь-якого продукту чи схеми, описаних тут; він також не передає жодної ліцензії за своїми патентними правами чи правами інших осіб.

Патенти США 4,441,072, 4,533,872, 4,569,742, 4,681,812, 4,847,584 і 6,529,114 стосуються описаної технології