

Цифровий вихід магнітного датчика:  
високопродуктивний 3-осьовий магнітометр наднизької потужності



LGA-12L  
(2.0 x 2.0 x 1.0 mm)

ОСОБЛИВОСТІ

- Широка напруга живлення, від 1,9 В до 3,6 В
- Незалежне джерело живлення ІО (1,8 В)
- $\pm 4/\pm 8/\pm 12/\pm 16$  гаусів, що вибираються магнітними повними шкалами
- Безперервний і однократний режими перетворення
- 16-бітний вихід даних
- Генератор переривань
- Самоперевірка
- I<sup>2</sup>C/SPI цифровий вихідний інтерфейс
- Режим вимкнення / режим низького енергоспоживання
- ЕКОПАК і відповідає RoHS

Додатки

- Магнітометри
- Компаси

ОПИС

LIS3MDL це високопродуктивний 3-осьовий магнітний датчик із наднизьким енергоспоживанням із повними шкалами  $\pm 4/\pm 8/\pm 12/\pm 16$  гаусів, які можна вибрати користувачеві.

Можливість самоперевірки дозволяє користувачеві перевірити роботу датчика в кінцевому застосуванні.

Пристрій може бути налаштований на генерування сигналів переривання для виявлення магнітного поля.

LIS3MDL включає в себе інтерфейс послідовної шини I<sup>2</sup>C, який підтримує стандартний і швидкий режим (100 кГц і 400 кГц) і послідовний стандартний інтерфейс SPI.

Пристрій доступний у невеликому тонкому пластиковому корпусі з мереживим масивом (LGA) і гарантовано працює в розширеному діапазоні температур від -40°C до +85°C.

Посилання на статус товару	
<a href="#">LIS3MDL</a>	

Короткий опис продукту	
Код замовлення	LIS3MDLTR
Діапазон температур [°C]	від -40 до +85
Пакет	LGA-12L
Упаковка	Стрічка і котушка

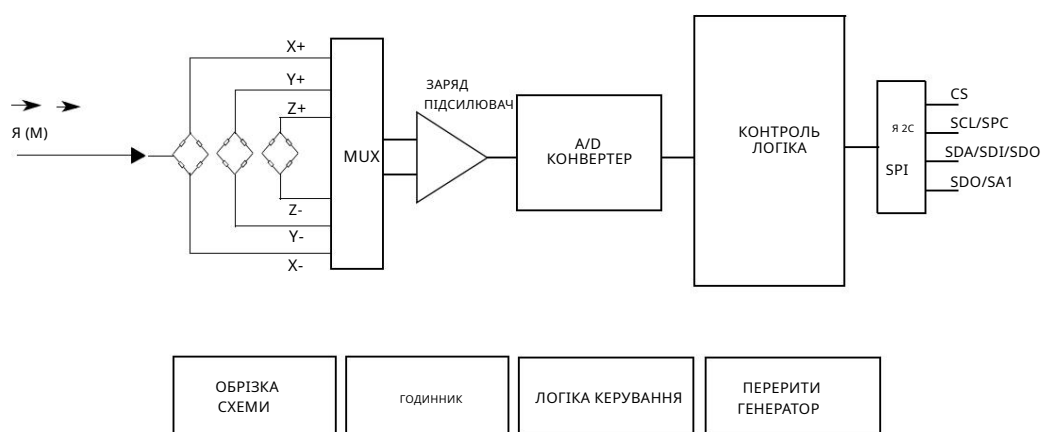
Продуктові ресурси	
<a href="#">AN4602</a> (примітка до програми пристрою)	
<a href="#">TN0018</a> (проекування та пайка)	



## 1 Блок-схема та опис контактів

### 1.1 Блок-схема

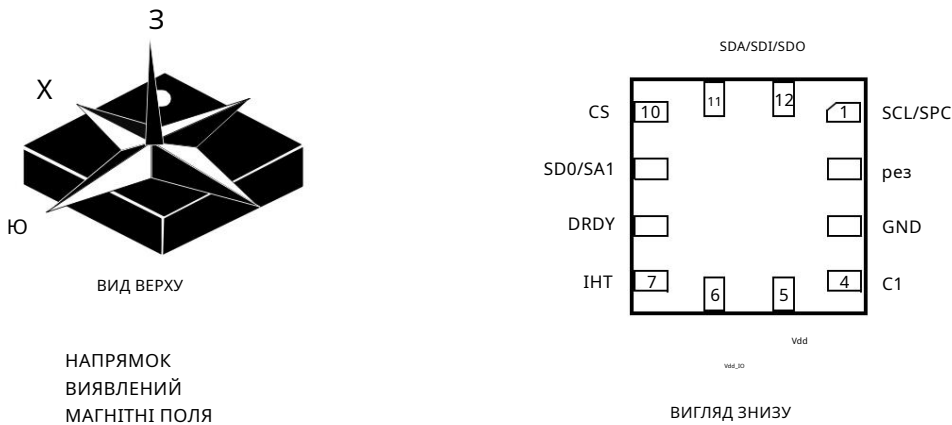
Малюнок 1. Блок-схема





1.2 Опис піна

Малюнок 2. Опис піна



Таблиця 1. Опис піна

Pin#	Ім'я	функція
1	SCL SPC	Послідовний годинник I <sup>2</sup> C (SCL) Годинник послідовного порту SPI (SPC)
2	Зарезервовано	Підключіться до GND
3	GND	Підключіться до GND
4	C1	Підключення конденсатора (C1 = 100 нФ)
5	Vdd	Блок живлення
6	Vdd_IO	Джерело живлення для контактів введення/виведення
7	IHT	Переривати
8	DRDY	Дані готові
9	SDO SA1	Послідовний вихід даних SPI (SDO) I <sup>2</sup> C молодший біт адреси пристрою (SA1)
10	CS	Увімкніть SPI Вибір режиму I <sup>2</sup> C/SPI (1: режим очікування SPI/зв'язок I <sup>2</sup> C увімкнено; 0: режим зв'язку SPI / I <sup>2</sup> C вимкнено)
11	ПДР SDI SDO	Послідовні дані I <sup>2</sup> C (SDA) Послідовний вхід даних SPI (SDI) Послідовний вихід даних через 3-провідний інтерфейс (SDO)
12	Зарезервовано	Підключіться до GND



## 2 Магнітні та електричні характеристики

### 2.1 Магнітні характеристики

@Vdd = 2,5 В, T = 25°C, якщо не вказано інше. Продукт відкалібрований на заводі на 2,5 В. Робочий діапазон живлення від 1,9 В до 3,6 В.

Таблиця 2. Магнітні характеристики

символ	Параметр	Умови випробувань	Хв. Тип.	(1) Макс.		одиниця
FS	Діапазон вимірювання			±4		гаус
				±8		
				±12		
				±16		
GN Чутливість		FS = ±4 гауса		6842		LSB/ гаус
		FS = ±8 гаус		3421		
		FS = ±12 гаус		2281		
		FS = ±16 гаус		1711 рік		
Zgauss Нульовий рівень гауса		FS = ±4 гауса		±1		гаус
RMS RMS шум		вісь X; FS = ±12 гаус; Режим надвисокої продуктивності		3.2		mgauss
		вісь Y; FS = ±12 гаус Режим надвисокої продуктивності		3.2		mgauss
		вісь Z; FS = ±12 гаус Режим надвисокої продуктивності		4.1		mgauss
NL	Нелінійність	Найкраще підходить пряма лінія FS = ±12 гаус Виявлено = ±6 Гаус		±0,12		%FS
ST	Самоперевірка(2)	вісь X FS = ±12 гаус	1		3	гаус
		Вісь Y FS = ±12 гаус	1		3	
		Вісь Z FS = ±12 гаус	0,1		1	
DF	Магнітне поле збурень	Зсув нульового гауса починає погіршуватися			50	гаус
Топ	Діапазон робочих температур		-40		+85	°C

1. Типові характеристики не гарантуються.

2. Абсолютна величина



2.2 Характеристики датчика температуры

@Vdd = 2,5 В, Т = 25°C, якщо не вказано інше. Виріб відкалібрований на заводі на 2,5 В.

Таблиця 3. Характеристики датчика температуры

символ	Параметр	Умови випробувань	Мін. Тип.(1)	Макс.	одиниця
TSDr	Зміна вихідного сигналу датчика температуры від температуры	-		8	LSB/°C
TODR	Частота оновлення температуры (2)			ODR	Гц
Топ	Діапазон робочих температур		-40	+85	°C

1. Типові характеристики не гарантуються.
2. Якщо біт TEMP\_EN у CTRL\_REG1 (20h) встановлено на 1, дані про температуру збираються під час кожного циклу перетворення. Зверніться до Таблиця 21.

2.3 Електричні характеристики

@Vdd = 2,5 В, Т = 25°C, якщо не вказано інше. Продукт відкалібрований на заводі на 2,5 В. Робочий діапазон живлення від 1,9 В до 3,6 В.

Таблиця 4. Електричні характеристики

символ	Параметр	Умови випробувань	Мін. Тип.(1)	Макс.	одиниця
Vdd Напруга живлення			1.9	3.6	В
Vdd_IO Джерело живлення для введення/виведення			1.71	1.8	Vdd+0,1
Idd_HR Споживання струму в режимі надвисокої роздільної здатності	ODR = 20 Гц			270	мкА
Idd_LP Споживання струму в режимі низького енергоспоживання	ODR = 20 Гц			40	мкА
Idd_PD Споживання струму при вимкненні живлення				1	мкА
Топ	Діапазон робочих температур		-40	+85	°C

1. Типові характеристики не гарантуються.



2.4 Характеристики комунікаційного інтерфейсу

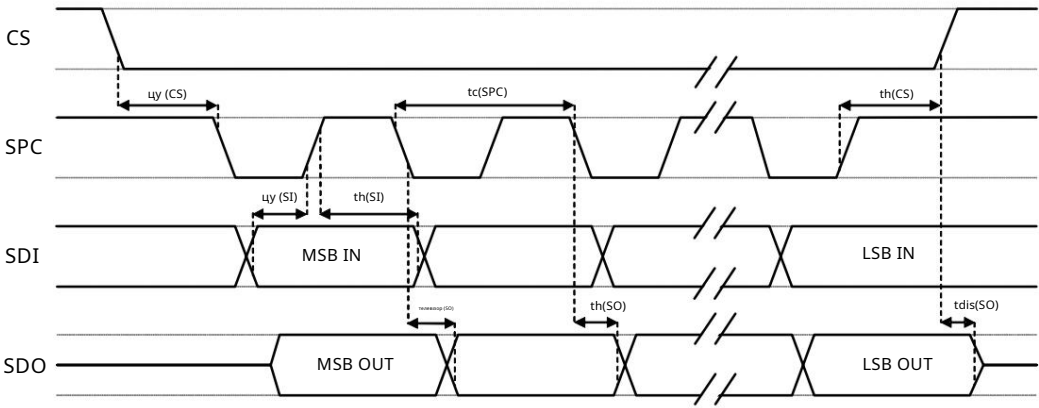
2.4.1 SPI - послідовний периферійний інтерфейс  
Відповідно до загальних умов експлуатації для Vdd і Top.

Таблиця 5. Значення синхронізації SPI slave

символ	Параметр	Значення(1)		одиниця
		Хв.	Макс.	
tc(SPC)	Тактовий цикл SPI	100		нс
fc (SPC)	Тактова частота SPI		10	МГц
цy (CS)	Час налаштування КС	5		нс
th(CS)	Час утримання CS	20		
цy (SI)	Час налаштування входу SDI	5		
th(SI)	Час утримання входу SDI	15		
телевизор (SDO)	Дійсний час виведення SDO		50	
th(SO)	Час утримання виходу SDO	5		
tdis(SO)	Час вимкнення виходу SDO		50	

1. Значення гарантуються на тактовій частоті 10 МГц для SPI як з 4, так і з 3 проводами, на основі результатів характеристик, а не перевірено на виробництві.

Малюнок 3. Тимчасова діаграма SPI slave



Примітка: Точки вимірювання виконуються при 0,3\*Vdd\_IO та 0,7\*Vdd\_IO для вхідних і вихідних портів.



2.4.2 I<sup>2</sup>C - інтерфейс управління між IC

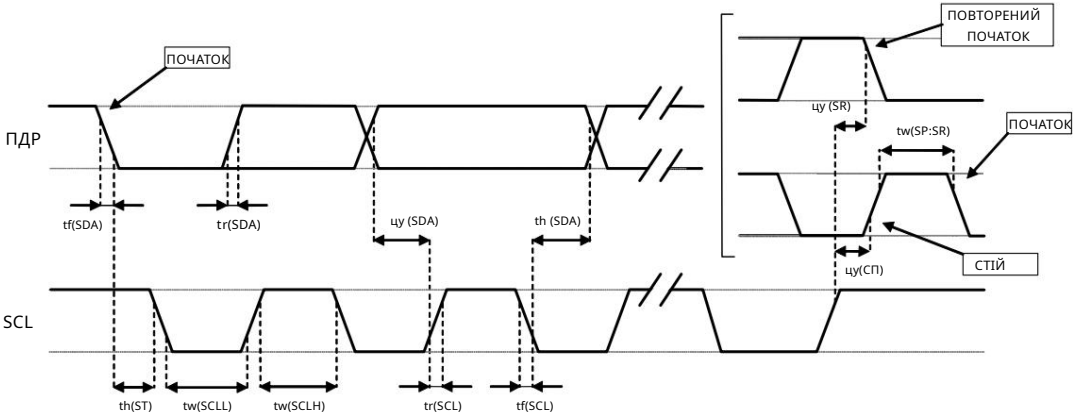
Відповідно до загальних умов експлуатації для Vdd і Top.

Таблиця 6. Значення синхронізації I<sup>2</sup>C slave

символ	Параметр	Стандартний режим I <sup>2</sup> C (1)		Швидкий режим I <sup>2</sup> C(1)		одиниця
		Хв.	Макс.	Хв.	Макс.	
f(SCL)	Тактова частота SCL	0	100	0	400 кГц	
tw(SCLL)	Низький час годинника SCL	4.7		1.3		мкс
tw(SCLH)	Верхній час годинника SCL	4.0		0,6		
tsu(SDA)	Час налаштування SDA	250		100		нс
th(SDA)	Час зберігання даних SDA	0	3.45	0	0,9	мкс
tr(SDA) tr(SCL)	Час наростання SDA та SCL		1000	20 + 0,1Cb (2)	300	нс
tf(SDA) tf(SCL)	Час спаду SDA та SCL		300	20 + 0,1Cb (2)	300	
th(ST)	Час утримання умови START	4		0,6		мкс
cy (SR)	Повторний час встановлення умови START	4.7		0,6		
tsu(SP)	Час встановлення умови STOP	4		0,6		
tw(SP:SR)	Вільний час автобуса між станом STOP і START	4.7		1.3		

1. Дані базуються на вимогах стандартного протоколу I<sup>2</sup>C, не перевірено у виробництві.
2. Cb = загальна ємність однієї лінії шини, у пФ.

Малюнок 4. Часова діаграма I<sup>2</sup>C slave



Примітка: Точки вимірювання виконуються при 0,3\*Vdd\_IO та 0,7\*Vdd\_IO для обох портів.



2.5

Абсолютний максимальний рейтинг

Навантаження, що перевищують абсолютні максимальні показники, можуть призвести до незворотного пошкодження пристрою. Це лише оцінка навантаження, і функціональна робота пристрою за цих умов не передбачається. Перебування в умовах максимального рейтингу протягом тривалого часу може вплинути на надійність пристрою.

Таблиця 7. Абсолютні максимальні оцінки

символ	Рейтинги	Максимальне значення	одиниця
Vdd	Напруга живлення	від -0,3 до +4,8	В
	Напруга живлення контактів введення/виведення Vdd_IO	від -0,3 до +4,8	В
Vin	Вхідна напруга на будь-якому керуючому виводі (SCL/SPC, SDA/SDI/SDO, SDO/SA1, CS)	від -0,3 до Vdd_IO +0,3 В	
Прискорення AUNP (будь-яка вісь)		3000 за 0,5 мс	g
		10 000 за 0,1 мс	g
MEF	Максимальне відкрите поле	1000	гаус
TOP	Діапазон робочих температур	від -40 до +85	°C
TSTG	Діапазон температур зберігання	від -40 до +125	°C

Примітка: Напруга живлення на будь-якому виводі ніколи не повинна перевищувати 4,8 В.



Цей пристрій чутливий до механічних ударів, неправильне поводження може призвести до незворотного пошкодження деталі.



Цей пристрій чутливий до електростатичного розряду (ESD), неправильне поводження може призвести до незворотного пошкодження деталі.





## 3 Термінологія та функціональність

### 3.1 Чутливість

Чутливість описує коефіцієнт посилення датчика і може бути визначена, наприклад, прикладаючи до нього магнітне поле в 1 гаус.

### 3.2 Нульовий рівень гауса

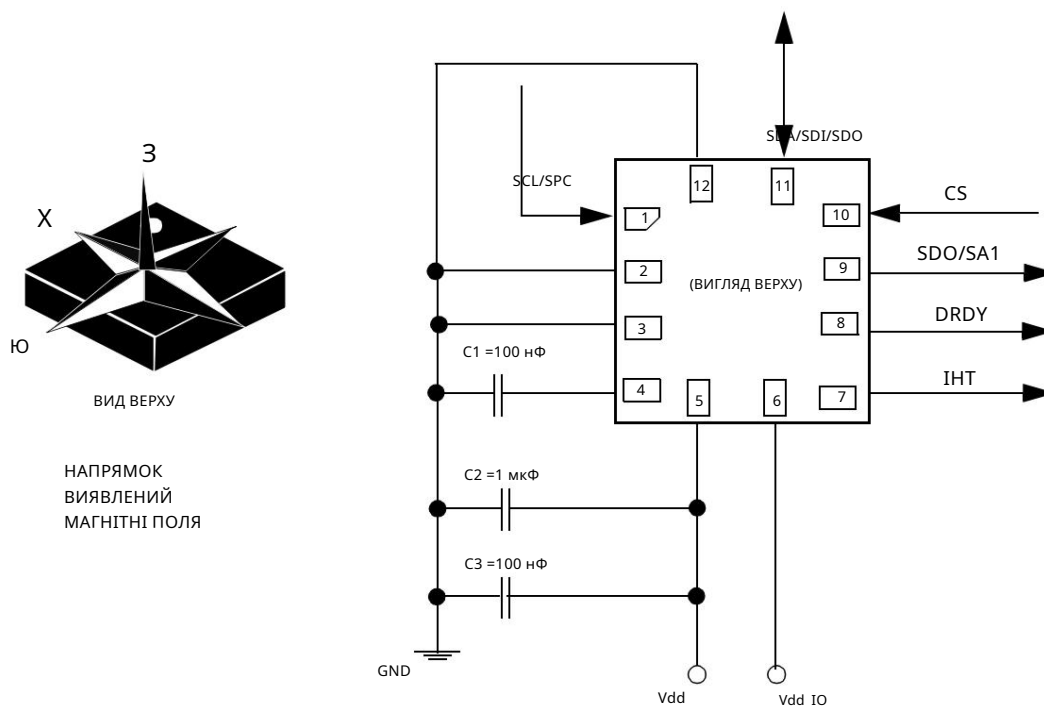
Зміщення рівня нульового гауса описує відхилення фактичного вихідного сигналу від ідеального вихідного сигналу, якщо немає магнітного поля.

### 3.3 Заводське калібрування

Інтерфейс ІС відкалібрований на заводі для чутливості ( $S_0$ ) і рівня нульового гауса ( $TyOff$ ).

Значення підрізання зберігаються в пристрої в енергонезалежній пам'яті. При кожному включенні пристрою параметри підстроювання завантажуються в регістри, які будуть використовуватися під час активної роботи, що дозволяє використовувати пристрій без додаткового калібрування.

Малюнок 5. Електричні підключення LIS3MDL



## 4.1

## Зовнішні конденсатори

Для LIS3MDL потрібен один зовнішній конденсатор ( $C1 = 100$  нФ), підключений між контактом 4 і GND.

Для основної лінії живлення пристрою (Vdd) потрібен один височастотний розв'язувальний конденсатор ( $C3 = 100$  нФ, керамічний) якомога ближче до контакту живлення та низькочастотний електролітичний конденсатор ( $C2 = 1$  мкФ). Усі джерела напруги та заземлення мають бути присутні одночасно для належної роботи мікросхеми (див. рис. 5).

Функціональність пристрою та виміряні дані магнітного поля можна вибрати та отримати доступ через інтерфейси I<sup>2</sup>C / SPI.

Функції, поріг і час контакту переривання (INT) можуть бути повністю запрограмовані користувачем через інтерфейси I<sup>2</sup>C / SPI.

Якщо використовується I<sup>2</sup>C або 3-провідний SPI, контакт SDO/SA1 має бути підключений до Vdd\_IO або GND.

## 4.2

## Інформація про пайку

Пакет LGA сумісний з ECOPACK і стандарт RoHS.

Він кваліфікований для термостійкості пайки відповідно до JEDEC J-STD-020.

Щоб отримати рекомендації щодо схеми контакту та пайки, зверніться до технічної примітки [TN0018](#) доступний на [www.st.com](http://www.st.com).

## 4.3

## Сильнострумові ефекти проводки

Високий струм у проводці та друкованих схемах може спричинити помилки у вимірюваннях магнітного поля для компасу.

Магнітні поля, створені провідниками, посилюють магнітне поле Землі, спричиняючи помилки в обчисленні курсу за компасом.

Тримайте струми вище 10 мА на відстані кількох міліметрів від датчика IC.



## 5 Цифрові інтерфейси

Доступ до регістрів, вбудованих у LIS3MDL, можна отримати як через послідовний інтерфейс I<sup>2</sup>C, так і через SPI. Останній може бути програмним забезпеченням, налаштованим на роботу в режимі 3-провідного або 4-провідного інтерфейсу.

Послідовні інтерфейси відображаються на ті самі контактні площадки. Щоб вибрати/використати інтерфейс I<sup>2</sup>C, лінія CS повинна бути підключена до високого рівня (тобто підключена до Vdd\_IO).

Таблиця 8. Опис контактів послідовного інтерфейсу

Назва PIN-коду	Опис піна
CS	Увімкніть SPI Вибір режиму I <sup>2</sup> C/SPI (1: режим очікування SPI / зв'язок I <sup>2</sup> C увімкнено; 0: режим зв'язку SPI / I <sup>2</sup> C вимкнено)
SCL	Послідовний годинник I <sup>2</sup> C (SCL)
SPC	Годинник послідовного порту SPI (SPC)
ПДР	Послідовні дані I <sup>2</sup> C (SDA)
SDI	Послідовний вхід даних SPI (SDI)
SDO	Послідовний вихід даних через 3-провідний інтерфейс (SDO)
SA1	I <sup>2</sup> C молодший біт адреси пристрою (SA1)
SDO	Послідовний вихід даних SPI (SDO)

### 5.1 Послідовний інтерфейс I<sup>2</sup>C

LIS3MDL I<sup>2</sup>C є веденою шиною. I<sup>2</sup>C використовується для запису даних у регістри, вміст яких також можна прочитати.

Відповідна термінологія I<sup>2</sup>C наведена в таблиці нижче.

Таблиця 9. Термінологія I<sup>2</sup>C

термін	опис
Передавач Пристрій, який надсилає дані на шину	
Приймач	Пристрій, що приймає дані з шини
майстер	Пристрій, який ініціює передачу, генерує тактові сигнали та завершує передачу
Раб	Прилад звернувся до майстра

Існує два сигнали, пов'язані з шиною I<sup>2</sup>C: послідовна лінія синхронізації (SCL) і послідовна лінія даних (SDA). Остання є двонаправленою лінією, яка використовується для надсилання та отримання даних до/з інтерфейсу. Обидві лінії повинні бути підключені до Vdd\_IO через зовнішній підтягуючий резистор. Коли автобус вільний, обидві лінії стоять високо.

Інтерфейс I<sup>2</sup>C сумісний зі стандартами швидкого режиму (400 кГц) I<sup>2</sup>C, а також зі звичайним режимом.

Коли використовується інтерфейс I<sup>2</sup>C, контакт SDO/SA1 має бути підключений до Vdd\_IO або GND.



## 5.1.1

Операція I<sup>2</sup>C

Транзакція на шині починається через сигнал START (ST). Умова START визначається як перехід від високого до низького на лінії даних, тоді як лінія SCL утримується на високому рівні. Після того, як це було передано головним, автобус вважається зайнятим. Наступний байт даних, переданий після умови запуску, містить адресу підлеглого пристрою в перших семи бітах, а восьмий біт повідомляє, чи головний пристрій отримує дані від підлеглого пристрою чи передає дані підгледому. Коли надсилається адреса, кожен пристрій у системі порівнює перші сім бітів після умови запуску зі своєю адресою. Якщо вони збігаються, пристрій вважає себе адресованим головним.

Підпорядкована адреса (SAD), пов'язана з LIS3MDL, дорівнює 00111x0b, тоді як біт x модифікується виводом SDO/SA1, щоб змінити адресу пристрою. Якщо контакт SDO/SA1 підключено до джерела напруги, адреса 0011110b, інакше, якщо контакт SDO/SA1 підключено до землі, адреса 0011100b.

Передача даних із підтвердженням є обов'язковою. Передавач повинен звільнити лінію SDA під час імпульсу підтвердження. Потім приймач повинен перетягнути лінію даних на низький рівень, щоб він залишався стабільно низьким протягом періоду HIGH тактового імпульсу підтвердження. Одержувач, якому було адресовано, зобов'язаний генерувати підтвердження після кожного байта отриманих даних.

I<sup>2</sup>C, вбудований у LIS3MDL, поводить себе як підлеглий пристрій, тому слід дотримуватися наступного протоколу. Після умови START (ST) надсилається адреса підпорядкованого пристрою, після повернення підтвердження підлеглого (SAK) передається 8-бітна підадреса (SUB): 7 LSB представляють фактичну адресу реєстру, тоді як MSb дозволяє автоінкремент адреси. Якщо MSb поля SUB дорівнює 1, SUB (адреса реєстру) автоматично збільшується, щоб дозволити читання/запис кількох даних.

Підлегла адреса доповнюється бітом читання/запису. Якщо біт дорівнює 1 (читання), повторна умова START (SR) повинна бути видана після двох байтів підадреси; якщо біт дорівнює 0 (запис), головний передає на підлеглий без змін напрямку. [У таблиці 10](#) пояснюється, як складається бітовий шаблон SAD+читання/запису, із переліком усіх можливих конфігурацій.

Таблиця 10. Шаблиони SAD+читання/запису

Команда	сумно[6:2]	SAD[1] = SDO/SA1	сумний[0]	R/W	SAD+R/W
Прочитайте	00111	0	0	1	00111001 (39 год)
Напишіть	00111	0	0	0	00111000 (38 год)
Прочитайте	00111	1	0	1	00111101 (3Dh)
Напишіть	00111	1	0	0	00111100 (3Ch)

Таблиця 11. Передача, коли головний записує один байт на підлеглий

майстер	ST	SAD + W		SUB		ДАНІ		СП
Раб			SAK		SAK		SAK	

Таблиця 12. Передача, коли головний записує кілька байтів на підлеглий

майстер	ST SAD + W		SUB		ДАНІ		ДАНІ		СП
Раб			SAK		SAK		SAK		SAK

Таблиця 13. Передача, коли провідний отримує (читає) один байт даних від веденого

Майстер ST	SAD + W		SUB		SR SAD + R			HMAK СП	
Раб			SAK		SAK		ДАНІ SAK		

Таблиця 14. Передача, коли головний пристрій отримує (читає) кілька байтів даних від підлеглого

Майстер ST		CAM+ B		SUB		SR	CAM+ P			MAK		MAK		HMAK СП
Раб			SAK		SAK			ДАНІ SAK		ДАНІ		ДАНІ		



Дані передаються в байтовому форматі (DATA). Кожна передача даних містить 8 біт. Кількість байтів, що передаються за одну передачу, необмежена. Дані передаються зі старшим бітом (MSb) першим. Якщо приймач не може отримати ще один повний байт даних, доки він не виконає якусь іншу функцію, він може утримувати SCL тактової лінії на низькому рівні, щоб перевести передавач у стан очікування. Передача даних продовжується лише тоді, коли приймач готовий отримати ще один байт і звільнить лінію даних. Якщо підлеглий приймач не визнає адресу підлеглого (тобто він не може приймати, оскільки виконує певну функцію в реальному часі), підлеглий пристрій повинен залишити лінію даних високим. Тоді майстер може перервати передачу. Перехід від низького до високого на лінії SDA, тоді як лінія SCL є високою, визначається як стан STOP. Кожна передача даних повинна бути припинена генерацією умови STOP (SP).

Щоб прочитати кілька байтів, необхідно встановити старший біт поля підадреси. Іншими словами, SUB(7) має дорівнювати 1, тоді як SUB(6-0) представляє адресу першого регістра, який потрібно прочитати.

У представленому форматі зв'язку MAK є головним підтвердженням, а NMAK не є головним підтвердженням.

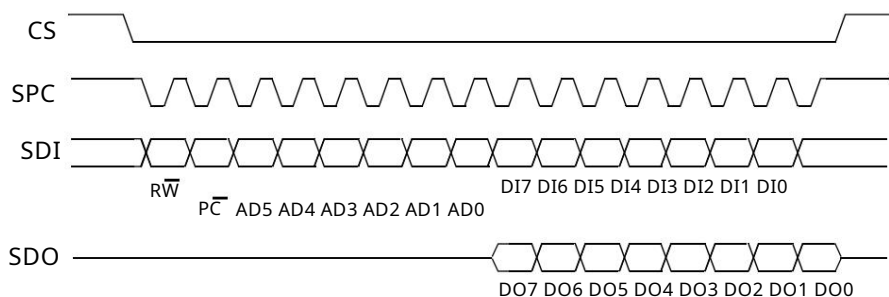


## 5.2 Інтерфейс шини SPI

LIS3MDL SPI є веденою шиною. SPI дозволяє записувати та читати з регістрів пристрою.

Послідовний інтерфейс взаємодіє з програмою за допомогою чотирьох проводів: CS, SPC, SDI та SDO.

Рисунок 6. Протокол читання та запису



CS вмикає послідовний порт, і ним керує головний SPI. Він знижується на початку передачі і повертається до високого в кінці. SPC — це годинник послідовного порту, і ним керує головний пристрій SPI. Він зупиняється на високому рівні, коли CS є високим (немає передачі). SDI та SDO є відповідно вхідними та вихідними даними послідовного порту. Ці лінії проходять на спадному фронті SPC і повинні бути захоплені на наростаючому фронті SPC.

Обидві команди регістру читання та регістру запису виконуються за 16 тактових імпульсів або за кратні 8 у разі багатобайтового читання/запису. Тривалість біта — це час між двома спадаючими фронтами SPC. Перший біт (біт 0) починається з першого спадного фронту SPC після спадного фронту CS, а останній біт (біт 15, біт 23, ...) починається з останнього спадного фронту SPC безпосередньо перед наростаючим фронтом CS.

біт 0: біт  $\overline{RW}$ . Коли 0, дані DI(7:0) записуються в пристрій. Коли 1, дані DO(7:0) з пристрою зчитуються. В останньому випадку чіп керує SDO на початку біта 8.

біт 1: біт  $\overline{MS}$ . Коли 0, адреса залишається незмінною в кількох командах читання/запису. Коли 1, адреса автоматично збільшується в кількох командах читання/запису.

біт 2-7: адреса AD(5:0). Це поле адреси індексованого реєстру.

біт 8-15: дані DI(7:0) (режим запису). Це дані, які записуються на пристрій (спочатку MSb).

біт 8-15: дані DO(7:0) (режим читання). Це дані, які зчитуються з пристрою (спочатку MSb).

У кількох командах читання/запису додаються додаткові блоки з 8 тактових періодів. Коли біт  $\overline{MS}$  дорівнює 0, адреса, яка використовується для читання/запису даних, залишається незмінною для кожного блоку. Коли біт  $\overline{MS}$  дорівнює 1, адреса, яка використовується для читання/запису даних, збільшується в кожному блоці.

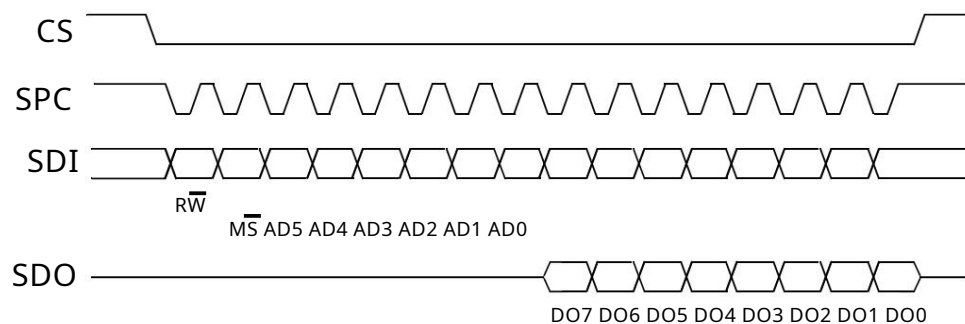
Функції та поведінка SDI та SDO залишаються незмінними.



## 5.2.1

## SPI читання

Малюнок 7. Зчитування SPI



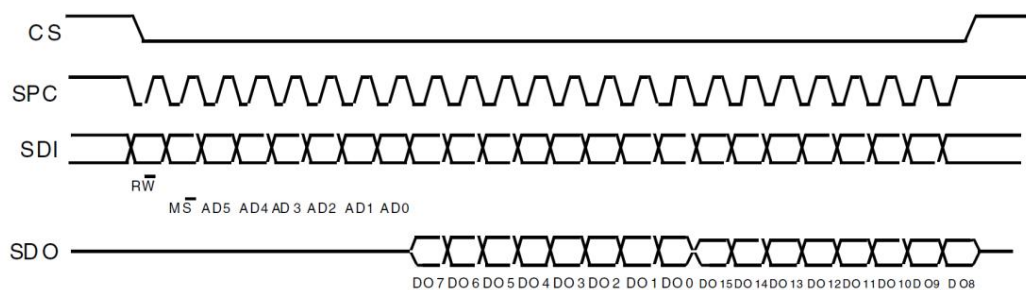
Команда читання SPI виконується за допомогою 16 тактових імпульсів. Багатобайтова команда читання виконується додаванням блоків з 8 тактових імпульсів до попередньої.

біт 0: біт  $\overline{RW}$ . Значення дорівнює 1.

біт 1: біт  $\overline{MS}$ . Коли 0, адреса не збільшується; коли 1, збільшує адресу під час кількох читань. біт 2-7: адреса  $\overline{AD}(5:0)$ . Це поле адреси індексованого реєстру. біт 8-15: дані  $DO(7:0)$  (режим читання). Це дані, які зчитуються з пристрою (спочатку MSb).

біт 16-... : дані  $DO(\dots 8)$ . Подальші дані під час багатобайтового читання.

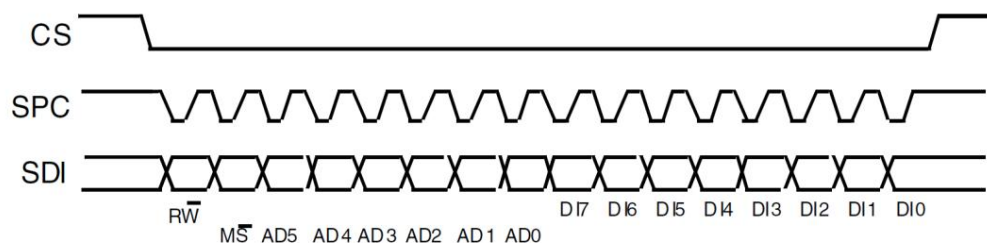
Рисунок 8. Багатобайтовий протокол читання SPI (2-байтовий приклад)



## 5.2.2

## SPI пишуть

Рисунок 9. Протокол запису SPI



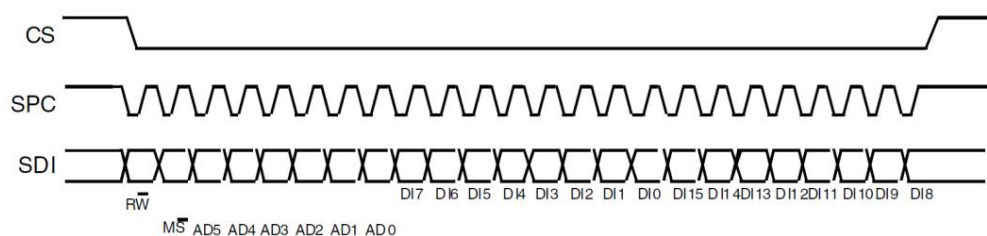
Команда запису SPI виконується за допомогою 16 тактових імпульсів. Багатобайтова команда запису виконується додаванням блоків з 8 тактових імпульсів до попередньої.

біт 0: біт  $\overline{RW}$ . Значення дорівнює 0.

біт 1: біт  $\overline{MS}$ . Коли 0, адреса не збільшується; коли 1, збільшує адресу під час кількох записів. біт 2-7: адреса AD(5:0). Це поле адреси індексованого реєстру. біт 8-15: дані DI(7:0) (режим запису). Це дані, які

записуються всередині пристрою (спочатку MSb). біт 16-... : дані DI(...8). Подальші дані в багатобайтових записах.

Малюнок 10. Багатобайтовий протокол запису SPI (2-байтовий приклад)





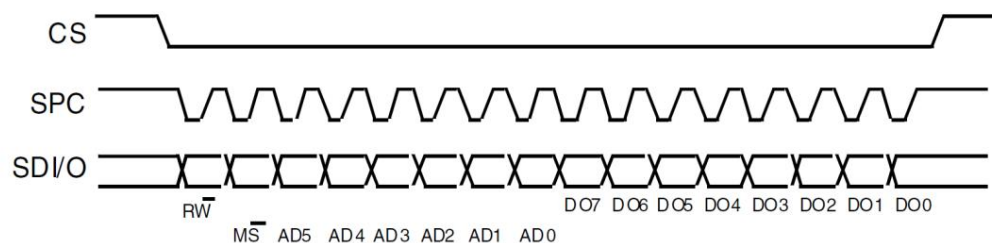
### 5.2.3

SPI зчитування в 3-провідному режимі

3-провідний режим вводиться шляхом встановлення біта SIM на 1 (вибір режиму послідовного інтерфейсу SPI) у CTRL\_REG3 (22 години).

Коли використовується 3-провідний режим, контакт SDO/SA1 має бути підключений до GND або Vdd\_IO.

Рисунок 11. Протокол читання SPI в 3-провідному режимі



Команда читання SPI виконується за допомогою 16 тактових імпульсів:

біт 0: біт READ. Значення дорівнює 1.

біт 1: біт MS. Коли 0, адреса не збільшується; коли 1, збільшує адресу під час кількох читань. біт 2-7: адреса AD(5:0). Це поле адреси індексованого реєстру. біт 8-15: дані DO(7:0) (режим читання). Це дані, які зчитуються з пристрою (спочатку MSb).

Команда багаторазового читання також доступна в 3-провідному режимі.



У таблиці нижче наведено список 8-розрядних реєстрів, вбудованих у пристрій, і їхні відповідні адреси.

Таблиця 15. Карта адрес реєстру

Ім'я	Тип	Адреса реєстрації		За замовчуванням	коментар
		Hex	Двійковий		
Зарезервовано		00 - 04	--	--	Зарезервовано
OFFSET_X_REG_L_M	R/W	05	00000101	00000000	Залізні реєстри
OFFSET_X_REG_H_M	R/W	06	00000110	00000000	
OFFSET_Y_REG_L_M	R/W	07	00000111	00000000	
OFFSET_Y_REG_H_M	R/W	08	00001000	00000000	
OFFSET_Z_REG_L_M	R/W	09	00001001	00000000	
OFFSET_Z_REG_H_M	R/W	0A	00001010	00000000	
Зарезервовано		0B - 0E	--	--	Зарезервовано
XTO_Є_Я	P	0F	0000 1111	00111101	Фіктивний реєстр
Зарезервовано		10 - 1F	--	--	Зарезервовано
CTRL_REG1	R/W	20	0010 0000	00010000	
CTRL_REG2	R/W	21	0010 0001	00000000	
CTRL_REG3	R/W	22	0010 0010	00000011	
CTRL_REG4	R/W	23	0010 0011	00000000	
CTRL_REG5	R/W	24	0010 0100	00000000	
Зарезервовано		25 - 26	--	--	Зарезервовано
STATUS_REG	P	27	0010 0111	Вихід	
OUT_X_L	P	28	0010 1000	Вихід	
OUT_X_H	P	29	0010 1001	Вихід	
OUT_Y_L	P	2A	0010 1010	Вихід	
OUT_Y_H	P	2B	0010 1011	Вихід	
OUT_Z_L	P	2C	0010 1100	Вихід	
OUT_Z_H	P	2D	0010 1101	Вихід	
TEMP_OUT_L	P	2E	0010 1110	Вихід	
TEMP_OUT_H	P	2F	0010 1111	Вихід	
INT_CFG	R/W	30	00110000	11101000	
INT_SRC	P	31	00110001	00000000	
INT_THS_L	R/W	32	00110010	00000000	
INT_THS_H	R/W	33	00110011	00000000	

Зарезервовані реєстри або реєстри, не зазначені у таблиці вище, не можна змінювати. Запис у ці реєстри може призвести до незворотного пошкодження пристрою.

Вміст реєстрів, які завантажуються під час завантаження, не слід змінювати. Вони містять значення заводського калібрування. Їх вміст автоматично відновлюється при включенні пристрою.



## 7 Опис регістрів

### 7.1 OFFSET\_X\_REG\_L\_M (05 год) і OFFSET\_X\_REG\_H\_M (06 год)

Ці регістри містять 16-розрядний регістр і представляють зміщення X, щоб компенсувати вплив навколишнього середовища (дані в двох доповненнях). Ці значення впливають на значення магнітних вихідних даних, щоб видалити зміщення навколишнього середовища.

### 7.2 OFFSET\_Y\_REG\_L\_M (07 год) і OFFSET\_Y\_REG\_H\_M (08 год)

Ці регістри містять 16-розрядний регістр і представляють зміщення Y, щоб компенсувати вплив навколишнього середовища (дані в двох доповненнях). Ці значення впливають на значення магнітних вихідних даних, щоб видалити зміщення навколишнього середовища.

### 7.3 OFFSET\_Z\_REG\_L\_M (09 год) і OFFSET\_Z\_REG\_H\_M (0 A год)

Ці регістри містять 16-розрядний регістр і представляють зсув Z, щоб компенсувати вплив навколишнього середовища (дані в двох доповненнях). Ці значення впливають на значення магнітних вихідних даних, щоб видалити зміщення навколишнього середовища.

### 7.4 WHO\_AM\_I (0Fh)

Реєстр ідентифікації пристрою

Таблиця 16. Реєстр WHO\_AM\_I

0	0	1	1	1	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---



7.5 CTRL\_REG1 (20 годин)

Таблиця 17. Регістр CTRL\_REG1

TEMP_EN	OM1	OM0	DO2	DO1	DO0	FAST_ODR	ST
---------	-----	-----	-----	-----	-----	----------	----

Таблиця 18. Опис CTRL\_REG1

TEMP_EN	Вмикає датчик температури. Значення за замовчуванням: 0 (0: датчик температури вимкнено; 1: датчик температури увімкнено)
OM[1:0]	Вибір режиму роботи осей X і Y (див. табл. 20). Значення за замовчуванням: 00
DO[2:0]	Вибір швидкості вихідних даних (див. таблицю 21). Значення за замовчуванням: 100
FAST_ODR	FAST_ODR забезпечує швидкість передачі даних вище 80 Гц (див. таблицю 19). Значення за замовчуванням: 0 (0: FAST_ODR вимкнено; 1: FAST_ODR увімкнено)
ST	Вмикає самоперевірку. Значення за замовчуванням: 0 (0: самотест вимкнено; 1: самотест увімкнено)

Таблиця 19. Конфігурація швидкості передачі даних

DO2	DO1	DO0	FAST_ODR	ODR [Гц]	OM
X	X	X	1	1000	LP
X	X	X	1	560	депутат
X	X	X	1	300	НР
X	X	X	1	155	УГП

Таблиця 20. Вибір режиму роботи осей X і Y

OM1	OM0	Режим роботи для осей X і Y
0	0	Режим низької потужності
0	1	Режим середньої продуктивності
1	0	Режим високої продуктивності
1	1	Режим надвисокої продуктивності

Таблиця 21. Конфігурація швидкості вихідних даних

DO2	DO1	DO0	ODR [Гц]
0	0	0	0,625
0	0	1	1.25
0	1	0	2.5
0	1	1	5
1	0	0	10
1	0	1	20
1	1	0	40
1	1	1	80



7.6 CTRL\_REG2 (21 год)

Таблиця 22. Регістр CTRL\_REG2

0 (1)	FS1	FS0	0 (1)	ПЕРЕЗАВАНТАЖИТИ SOFT_RST	0 (1)	0 (1)
-------	-----	-----	-------	--------------------------	-------	-------

1. Цей біт має бути встановлений на 0 для коректної роботи пристрою.

Таблиця 23. Опис CTRL\_REG2

FS[1:0]	Повномасштабна конфігурація (див. Таблицю 24). Значення за замовчуванням: 00
ПЕРЕЗАВАНТАЖЕННЯ	Перезавантажує вміст пам'яті. Значення за замовчуванням: 0 (0: нормальний режим; 1: перезавантаження вмісту пам'яті)
SOFT_RST	Регістри конфігурації та функція скидання реєстру користувача. (0: значення за замовчуванням; 1: операція скидання)

Таблиця 24. Натурний вибір

FS1	FS0	Повномасштабний
0	0	±4 гауса
0	1	±8 гаусів
1	0	±12 гаусів
1	1	±16 гаусів

7.7 CTRL\_REG3 (22 години)

Таблиця 25. Регістр CTRL\_REG3

0 (1)	0 (1)	LP	0 (1)	0 (1)	SIM	MD1	MD0
-------	-------	----	-------	-------	-----	-----	-----

1. Цей біт має бути встановлений на 0 для коректної роботи пристрою.

Таблиця 26. Опис CTRL\_REG3

LP	Конфігурація режиму низького енергоспоживання. Значення за замовчуванням: 0 Якщо цей біт дорівнює 1, DO[2:0] встановлюється на 0,625 Гц, і система виконує для кожного каналу мінімальну кількість середніх значень. Коли біт встановлено на 0, магнітна швидкість передачі даних налаштовується бітами DO в регістрі CTRL_REG1 (20h) .
SIM	Вибір режиму послідовного інтерфейсу SPI. Значення за замовчуванням: 0 (0: 4-провідний інтерфейс; 1: 3-провідний інтерфейс)
MD[1:0]	Вибір режиму роботи (див. табл. 27). Значення за замовчуванням: 11

Таблиця 27. Вибір режиму роботи системи

MD1	MD0	Режим
0	0	Режим безперервного перетворення
0	1	Режим одиночного перетворення Необхідно використовувати режим одинарного перетворення з частотою дискретизації від 0,625 Гц до 80 Гц.
1	0	Режим вимкнення
1	1	Режим відключення



7.8 CTRL\_REG4 (23 години)

Таблиця 28. Регістр CTRL\_REG4

0 (1)	0 (1)	0 (1)	0 (1)	OMZ1	OMZ0	BLE	0 (1)
-------	-------	-------	-------	------	------	-----	-------

1. Цей біт має бути встановлений на 0 для коректної роботи пристрою.

Таблиця 29. Опис CTRL\_REG4

OM3[1:0]	Вибір робочого режиму осі Z (див. Таблицю 30). Значення за замовчуванням: 00
BLE	Вибір даних великого/малого порядку байтів. Значення за замовчуванням: 0 (0: дані LSB за нижчою адресою; 1: дані MSb за нижчою адресою)

Таблиця 30. Вибір режиму роботи осі Z

OMZ1	OMZ0	Режим роботи для осі Z
0	0	Режим низької потужності
0	1	Режим середньої продуктивності
1	0	Режим високої продуктивності
1	1	Режим надвисокої продуктивності

7.9 CTRL\_REG5 (24 години)

Таблиця 31. Регістр CTRL\_REG5

FAST_READ	БДУ	0 (1)	0 (1)	0 (1)	0 (1)	0 (1)	0 (1)
-----------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------

1. Цей біт має бути встановлений на 0 для коректної роботи пристрою.

Таблиця 32. Опис CTRL\_REG5

FAST_READ	FAST READ дозволяє зчитувати лише верхню частину DATA OUT, щоб підвищити ефективність читання. Значення за замовчуванням: 0 (0: FAST_READ вимкнено; 1: FAST_READ увімкнено)
БДУ	Блокувати оновлення даних для магнітних даних. Значення за замовчуванням: 0 (0: постійне оновлення; 1: вихідні регістри не оновлюються, доки MSb і LSB не будуть прочитані)



## 7.10 STATUS\_REG (27 годин)

Таблиця 33. Регістр STATUS\_REG

ZYXOR	ZOP	YOR	XOR	ZYXDA	ЗДА	YDA	XDA
-------	-----	-----	-----	-------	-----	-----	-----

Таблиця 34. Опис STATUS\_REG

ZYXOR	Перевищення даних по осях X, Y і Z. Значення за замовчуванням: 0 (0: перевищення не відбулося; 1: новий набір даних перезаписав попередній набір)
ZOP	Перевищення даних осі Z. Значення за замовчуванням: 0 (0: перевищення не відбулося; 1: нові дані для осі Z перезаписали попередні дані)
YOR	Перевищення даних по осі Y. Значення за замовчуванням: 0 (0: перевищення не відбулося; 1: нові дані для осі Y перезаписали попередні дані)
XOR	Перевищення даних по осі X. Значення за замовчуванням: 0 (0: перевищення не відбулося; 1: нові дані для осі X перезаписали попередні дані)
ZYXDA	Доступні нові дані для осей X, Y та Z. Значення за замовчуванням: 0 (0: новий набір даних ще недоступний; 1: доступний новий набір даних)
ЗДА	Доступні нові дані осі Z. Значення за замовчуванням: 0 (0: нові дані для осі Z ще не доступні; 1: доступні нові дані для осі Z)
YDA	Доступні нові дані по осі Y. Значення за замовчуванням: 0 (0: нові дані для осі Y ще не доступні; 1: доступні нові дані для осі Y)
XDA	Доступні нові дані по осі X. Значення за замовчуванням: 0 (0: нові дані для осі X ще не доступні; 1: доступні нові дані для осі X)

## 7.11 OUT\_X\_L (28 год), OUT\_X\_H (29 год)

Виведення даних по осі X. Величина напруженості магнітного поля виражається як доповнення до двох частин.

## 7.12 OUT\_Y\_L (2Ah), OUT\_Y\_H (2Bh)

Виведення даних по осі Y. Величина напруженості магнітного поля виражається як доповнення до двох частин.

## 7.13 OUT\_Z\_L (2Ch), OUT\_Z\_H (2Dh)

Виведення даних по осі Z. Величина напруженості магнітного поля виражається як доповнення до двох частин.

## 7.14 TEMP\_OUT\_L (2Eh), TEMP\_OUT\_H (2Fh)

Дані датчика температури. Значення температури виражається як доповнення до двох.



7.15 INT\_CFG (30 годин)

Таблиця 35. Регістр INT\_CFG

XIEN	YIEN	ZIEN	0 (1)	1	MEA	LIR	IEN
------	------	------	-------	---	-----	-----	-----

1. Цей біт має бути встановлений на 0 для коректної роботи пристрою.

Таблиця 36. Опис INT\_CFG

XIEN	Вмикає генерацію переривання на осі X. Значення за замовчуванням: 1 (0: вимкнути запит на переривання; 1: увімкнути запит на переривання)
YIEN	Вмикає генерацію переривання по осі Y. Значення за замовчуванням: 1 (0: вимкнути запит на переривання; 1: увімкнути запит на переривання)
ZIEN	Вмикає генерацію переривання по осі Z. Значення за замовчуванням: 1 (0: вимкнути запит на переривання; 1: увімкнути запит на переривання)
MEA	Переривання активної конфігурації на INT. Значення за замовчуванням: 0 (0: низький; 1: високий)
LIR	Запит на переривання блокування. Значення за замовчуванням: 0 (0: запит на переривання зафіксовано; 1: запит на переривання не зафіксовано) Після фіксації висновок INT залишається в тому ж стані, доки не буде зчитано INT_SRC (31 год) .
IEN	Вмикає переривання на виводі INT. Значення за замовчуванням: 0 (0: вимкнено; 1: увімкнено)

7.16 INT\_SRC (31 год)

Таблиця 37. Регістр INT\_SRC

PTH_X	PTH_Y	PTH_Z	NTH_X	NTH_Y	NTH_Z	MROI	INT
-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-----

Таблиця 38. Опис INT\_SRC

PTH_X	Значення на осі X перевищує порогове значення в позитивну сторону. Значення за замовчуванням: 0
PTH_Y	Значення на осі Y перевищує порогове значення в позитивну сторону. Значення за замовчуванням: 0
PTH_Z	Значення на осі Z перевищує порогове значення з позитивної сторони. Значення за замовчуванням: 0
NTH_X	Значення на осі X перевищує порогове значення на негативній стороні. Значення за замовчуванням: 0
NTH_Y	Значення на осі Y перевищує порогове значення на негативній стороні. Значення за замовчуванням: 0
NTH_Z	Значення на осі Z перевищує порогове значення на негативній стороні. Значення за замовчуванням: 0
MROI	Внутрішнє переповнення діапазону вимірювань на магнітне значення. Значення за замовчуванням: 0
INT	Цей біт сигналізує про подію переривання.





7.17 INT\_THS\_L(32 год), INT\_THS\_H(33 год)

Поріг переривання. Значення за замовчуванням: 0.  
Значення виражається в 16-бітовому форматі без знаку.  
Навіть якщо поріг виражений в абсолютному значенні, пристрій виявляє як позитивні, так і негативні порогови.

Таблиця 39. INT\_THS\_L\_M

THS7	THS6	THS5	THS4	THS3	THS2	THS1	THS0
------	------	------	------	------	------	------	------

Таблиця 40. INT\_THS\_H\_M

0 (1)	THS14	THS13	THS12	THS11	THS10	THS9	THS8
-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------

1. Цей біт має бути встановлений на 0 для коректної роботи пристрою.

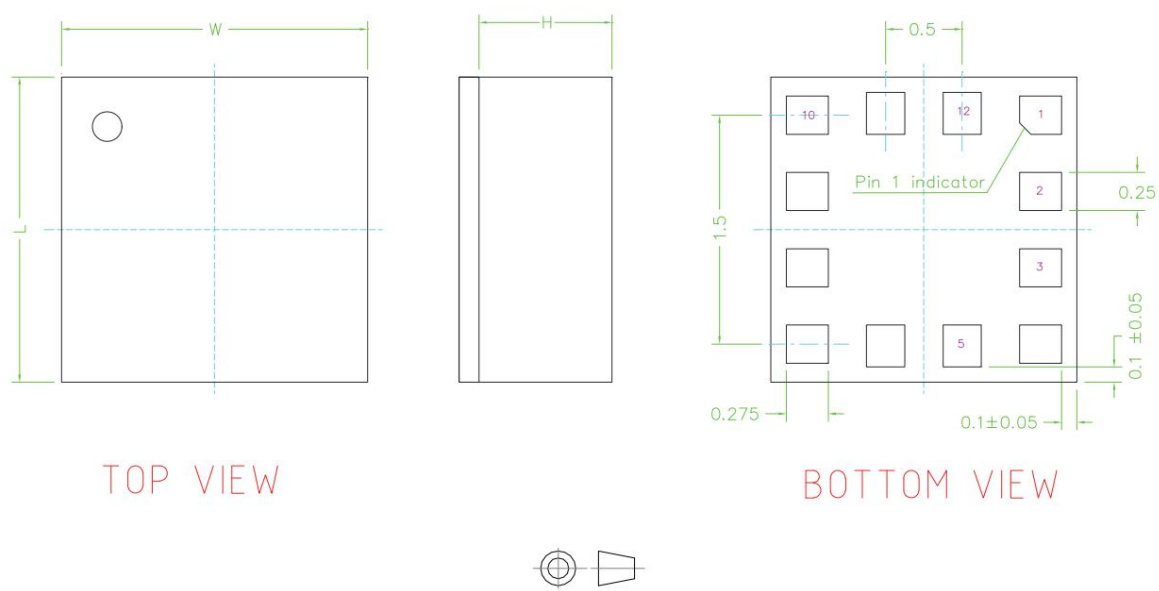


8 Інформація про пакет

Щоб відповідати екологічним вимогам, ST пропонує ці пристрої в різних класах ECOPACK пакетів залежно від рівня їх екологічної відповідності. Специфікації ECOPACK, визначення сортів і статус продукту доступні на: [www.st.com](http://www.st.com). ECOPACK є торговою маркою ST.

8.1 Інформація про корпус LGA-12L

Малюнок 12. Контур упаковки LGA-12 2,0 x 2,0 x 1,0 мм і механічні дані



Розміри вказано в міліметрах, якщо не вказано інше. Загальний допуск становить +/-0,1 мм, якщо не вказано інше

ЗОВНІШНІ РОЗМІРИ

ПУНКТ	РОЗМІРИ [мм] 2,00	ДОПУСК [мм]
Довжина [L]	2,00	±0,15
Ширина [W]	1,027	±0,15
Висота [H]		МАКС

8365767\_5



Історія переглядів

Таблиця 41. Історія перегляду документа

Дата	Версія	Зміни
01-лют-2013	1	Початковий випуск
22 квітня 2013 року	2	Оновлена примітка на сторінці 12 Статус продукту змінено з попередніх даних на дані виробництва
12 грудня 2014 року	3	Додано біт FAST_ODR до таблиці 18; регістр CTRL_REG1 і таблиці 19: Опис CTRL_REG1 Додано біт FAST_READ до таблиці 32; регістр CTRL_REG5 і таблиці 33: Опис CTRL_REG5 Оновлена таблиця 16: Карта адрес реєстру Незначні текстові оновлення в усьому документі
15-травня-2015	4	Додано Таблицю 20: Конфігурація швидкості передачі даних
28 жовтня 2015 року	5	Оновлені регістри 32h та 33h у таблиці 16: карта адрес реєстру
02-травня-2017	6	Оновлена таблиця 1: Зведення про пристрій Оновлені значення за замовчуванням INT_CFG (30 годин)
05 грудня 2023 року	7	Оновлені примітки нижче Малюнок 3. Тимчасова діаграма підлеглого пристрою SPI та Малюнок 4. Тимчасова діаграма підлеглого пристрою I <sup>2</sup> C Додано жорсткі офсетні регістри OFFSET_X_REG_L_M (05h) і OFFSET_X_REG_H_M (06 год) до OFFSET_Z_REG_L_M (09 год) і OFFSET_Z_REG_H_M (0Ah) Оновлено інформацію про пакет LGA-12L у розділі 8.1



## Зміст

1 Блок-схема та опис контактів .....	2
1.1 Блок-схема .....	2
1.2 Опис піна .....	3
2 Магнітні та електричні характеристики .....	4
2.1 Магнітні характеристики.....	4
2.2 Характеристики датчика температури .....	5
2.3 Електричні характеристики.....	5
2.4 Характеристики інтерфейсу зв'язку .....	6
2.4.1 SPI - послідовний периферійний інтерфейс.....	6
2.4.2 I <sup>2</sup> C - інтерфейс управління між IC .....	7
2.5 Абсолютні максимальні рейтинги.....	8
3 Термінологія та функціональність .....	9
3.1 Чутливість .....	9
3.2 Рівень нульового гауса .....	9
3.3 Заводське калібрування .....	9
4 Підказки щодо застосування .....	10
4.1 Зовнішні конденсатори .....	10
4.2 Інформація про паяння .....	10
4.3 Сильнострумовий ефект електропроводки .....	10
5 Цифрові інтерфейси .....	11
5.1 Послідовний інтерфейс I <sup>2</sup> C .....	11
5.1.1 Функціонування I <sup>2</sup> C.....	12
5.2 Інтерфейс шини SPI .....	14
5.2.1 Зчитування SPI .....	15
5.2.2 Запис SPI .....	16
5.2.3 Зчитування SPI в 3-проводному режимі .....	17
6 Відображення реєстру.....	18
7 Опис регістрів .....	19
7.1 OFFSET_X_REG_L_M (05h) і OFFSET_X_REG_H_M (06h) .....	19
7.2 OFFSET_Y_REG_L_M (07h) і OFFSET_Y_REG_H_M (08h) .....	19
7.3 OFFSET_Z_REG_L_M (09h) і OFFSET_Z_REG_H_M (0Ah) .....	19
7.4 WHO_AM_I (0Fh) .....	19
7.5 CTRL_REG1 (20 годин) .....	20
7.6 CTRL_REG2 (21 год) .....	21



7.7 CTRL_REG3 (22 години) .....	21
7.8 CTRL_REG4 (23 години) .....	22
7.9 CTRL_REG5 (24 години) .....	22
7.10 STATUS_REG (27 годин).....	23
7.11 OUT_X_L (28 год), OUT_X_H (29 год).....	23
7.12 OUT_Y_L (2Ah), OUT_Y_H (2Bh) .....	23
7.13 OUT_Z_L (2Ch), OUT_Z_H (2Dh) .....	23
7.14 TEMP_OUT_L (2Eh), TEMP_OUT_H (2Fh) .....	23
7.15 INT_CFG (30 год) .....	24
7.16 INT_SRC (31 год) .....	24
7.17 INT_THS_L(32 год.), INT_THS_H(33 год.) .....	25
8 Інформація про пакет.....	26
8.1 Інформація про пакет LGA-12L .....	26
Історія версій .....	27
Перелік таблиць .....	30
Перелік малюнків.....	31



Список таблиць

Таблиця 1.      Опис штифтів ..... 3   Таблиця 2. Магнітні характеристики ..... 4   Таблиця 3. Характеристики датчика температури ..... 5   Таблиця 4. Електричні характеристики ..... 5   Таблиця 5. Значення синхронізації веденого SPI..... 6   Таблиця 6. Значення синхронізації підлеглого пристрою I²C ..... 7   Таблиця 7. Абсолютні максимальні номінальні значення ..... 8   Таблиця 8. Опис контактів послідовного інтерфейсу ..... 11   Таблиця 9. Термінологія I²C ..... 11   Таблиця 10. Шаблони SAD+читання/запису..... 12   Таблиця 11. Передача, коли ведучий записує один байт на підлеглий пристрій ..... 12   Таблиця 12. Передача, коли провідний записує кілька байтів на підлеглий пристрій ..... 12   Таблиця 13. Передача, коли провідний пристрій отримує (читає) один байт даних від підлеглого пристрою ..... 12   Таблиця 14. Передача, коли ведучий отримує (читає) кілька байтів даних від підлеглого ..... 12   Таблиця 15. Карта адрес реєстру ..... 18   Таблиця 16. Регістр WHO\_AM\_I ..... 19   Таблиця 17. Регістр CTRL\_REG1 ..... 20   Таблиця 18. Опис CTRL\_REG1..... 20   Таблиця 19. Конфігурація швидкості передачі даних ..... 20   Таблиця 20. Вибір режиму роботи осей X та Y ..... 20   Таблиця 21. Конфігурація швидкості вихідних даних ..... 20   Таблиця 22. Регістр CTRL\_REG2 ..... 21   Таблиця 23. Опис CTRL\_REG2..... 21   Таблиця 24. Повномасштабний вибір..... 21   Таблиця 25. Регістр CTRL\_REG3 ..... 21   Таблиця 26. Опис CTRL\_REG3 ..... 21   Таблиця 27. Вибір режиму роботи системи ..... 21   Таблиця 28. Регістр CTRL\_REG4 ..... 22   Таблиця 29. Опис CTRL\_REG4..... 22   Таблиця 30. Вибір режиму роботи осі Z ..... 22   Таблиця 31. Регістр CTRL\_REG5 ..... 22   Таблиця 32. Опис CTRL\_REG5..... 22   Таблиця 33. Регістр STATUS\_REG ..... 23   Таблиця 34. Опис STATUS\_REG..... 23   Таблиця 35. Регістр INT\_CFG ..... 24   Таблиця 36. Опис INT\_CFG ..... 24   Таблиця 37. Регістр INT\_SRC ..... 24   Таблиця 38. Опис INT\_SRC ..... 24   Таблиця 39. INT\_THS\_L\_M ..... 25   Таблиця 40. INT\_THS\_H\_M ..... 25   Таблиця 41. Історія переглядів документа ..... 27



Список фігур

малюнок 1. Блок-схема ..... 2

малюнок 2. Опис піна ..... 3

малюнок 3. Тимчасова діаграма веденого SPI ..... 6

малюнок 4. Часова діаграма підлеглого пристрою I²C ..... 7

Малюнок 5. Електричні з'єднання LIS3MDL ..... 10

Рисунок 6. Протокол читання та запису ..... 14

Малюнок 7. Читання SPI ..... 15

Малюнок 8. Багатобайтовий протокол читання SPI (2-байтовий приклад)..... 15

Малюнок 9. Протокол запису SPI ..... 16

Малюнок 10. Багатобайтовий протокол запису SPI (2-байтовий приклад) ..... 16

Малюнок 11. Протокол читання SPI в 3-провідному режимі ..... 17

Малюнок 12. Контур упаковки LGA-12 2,0 x 2,0 x 1,0 мм і механічні дані ..... 26



ВАЖЛИВА ПРИМІТКА – ПРОЧИТАЙТЕ УВАЖНО

STMicroelectronics NV та її дочірні компанії («ST») залишають за собою право вносити зміни, виправлення, покращення, модифікації та вдосконалення продуктів ST та/або цього документа в будь-який час без попереднього повідомлення. Покупці повинні отримати актуальну інформацію про продукти ST перед розміщенням замовлень. Продукти ST продаються відповідно до умов продажу ST, які діють на момент підтвердження замовлення.

Покупці несуть виключну відповідальність за вибір, вибір і використання продуктів ST, а ST не несе відповідальності за допомогу в застосуванні чи дизайні продуктів покупців.

Компанія ST не надає жодних ліцензій, явних чи неявних, на будь-які права інтелектуальної власності.

Перепродаж продуктів ST з положеннями, відмінними від інформації, викладеної в цьому документі, анулює будь-яку гарантію, надану ST на такий продукт.

ST і логотип ST є товарними знаками ST. Щоб отримати додаткову інформацію про торгові марки ST, зверніться до [www.st.com/trademarks](http://www.st.com/trademarks). Усі інші назви продуктів або послуг є власністю відповідних власників.

Інформація в цьому документі замінює інформацію, надану раніше в будь-яких попередніх версіях цього документа.

© 2023 STMicroelectronics – Усі права захищено