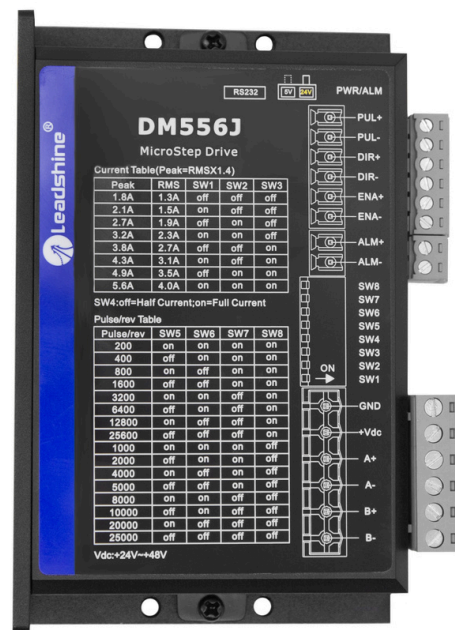
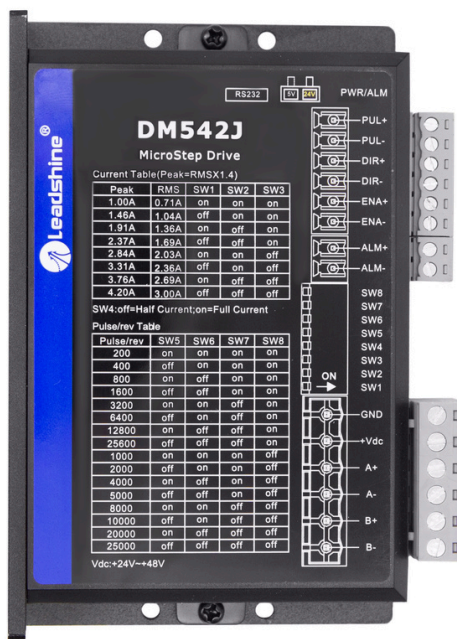


Посібник користувача

Цифровий двофазний кроковий драйвер



Високопродуктивний цифровий двофазний кроковий драйвер. Застосовано цифрову PID-технологію, користувач може встановити стандартний робочий струм та 16 варіантів мікрошагу, що дозволяє задовольнити більшість вимог у різних сферах застосування. Низький рівень вібрацій як на низькій, так і на високій швидкості. Велика кількість функцій налаштовується перемикачами DIP, що значно зручно для використання клієнтами.

Особливості:

- Цифровий PID-контроль
- Наднизький рівень шуму
- Вбудоване мікрошагування, вибір перемикачем
- Автоматичне зниження струму при простої, вибір перемикачем
- Точне керування струмом, значно знижене нагрівання двигуна
- Статичний струм може бути зменшений, вибір SWA
- Підтримка подвійного імпульсу, вибір перемикачем
- Може керувати 4-, 6- та 8-дротовими двофазними кроковими двигунами
- Оптопарна ізоляція вхідних сигналів
- Сигнали підтримують 5V або 24V, вибір ковзним перемикачем
- Частота імпульсів до 200 kHz
- 3 біти перемикача — вибір 8 рівнів струму
- 4 біти перемикача — вибір 16 варіантів мікрошагу
- Є захист від перенавантаження, короткого замикання
- Вихід аварійного сигналу: макс. струм 100 mA, напруга 24 VDC

Галузі застосування:

Підходить для різних середніх і малих автоматизованих пристроїв та обладнання, наприклад: гравірувальні верстати, маркувальні машини, різальні машини, лазерні системи, плотери, верстати ЧПК, автоматизоване обладнання тощо.

Електричні характеристики

| Опис | Мінімальне значення | Типове значення | Максимальне значення | Одиниці |
|----------------------------------|---------------------|-----------------|----------------------|---------|
| Вихідний струм (пік) | 1 | – | 4.2 | A |
| Вхідна напруга живлення | 20 VDC | 24 VDC / 36 VDC | 50 VDC | V |
| Струм вхідного сигналу керування | 7 | 10 | 16 | mA |
| Частота крокового імпульсу | – | – | 200 | kHz |
| Ізоляційний опір | 100 | – | – | MΩ |

Умови використання та параметри

| | |
|------------------------|---|
| Охолодження | Природне охолодження або примусове повітряне охолодження |
| Умови використання | Опис |
| Місце встановлення | Не можна розміщувати поряд з іншими нагрівальними пристроями. |
| Температура | 0 — 50°C |
| Вологість | 40 — 90% RH |
| Вібрація | 10–55 Hz / 0.15 mm |
| Температура зберігання | –20°C ~ 65°C |
| | |

Спосіб відведення тепла

Надійна робоча температура драйвера повинна бути в межах до 60°C, робоча температура двигуна — до 80°C.

Рекомендується вибирати режим автоматичного зниження струму: коли двигун зупиняється, струм автоматично зменшується удвічі, що знижує нагрів двигуна та драйвера.

Під час встановлення драйвера слід забезпечити нормальну вентиляцію, щоб тепло могло відводитися. За необхідності можна встановлювати вентилятор для охолодження, щоб гарантувати надійну роботу драйвера в допустимому діапазоні температур.

Опис інтерфейсів

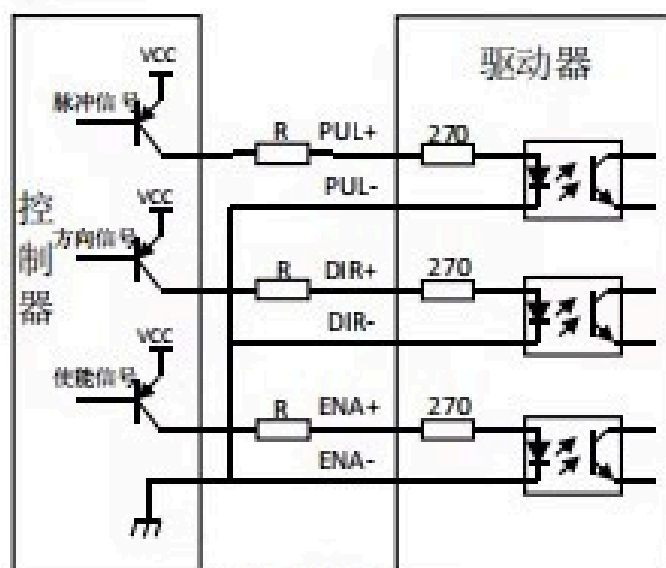
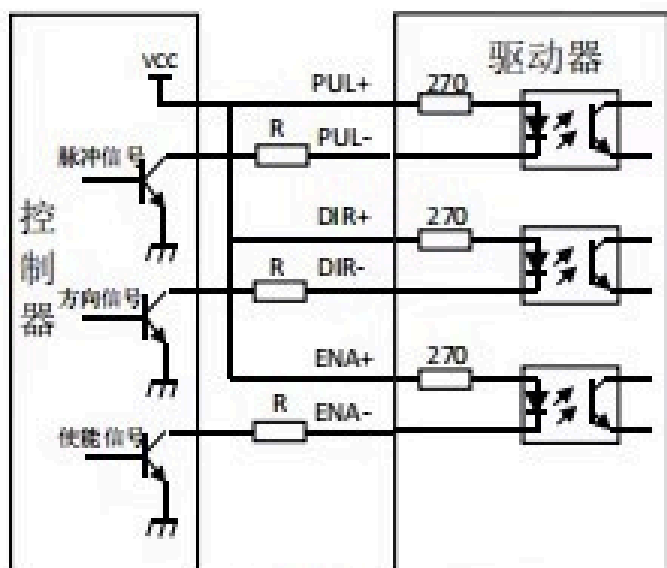
| Назва | Функція |
|-------------|--|
| PUL+ | Імпульсний сигнал; активний на спадаючому фронті. Сигнал задається вибором положення ковзного перемикача 5Vdc або 24Vdc. Заводське налаштування — позиція 24V. |
| PUL- | — |
| DIR+ | Сигнал напрямку; високий/низький рівень сигналу. Для забезпечення коректного перемикання напрямку сигнал напрямку повинен змінювати стан щонайменше за 5 μ s до імпульсного сигналу. При русі двигуна напрямок руху відповідає співвідношенню фаз обмоток. Перемикання полярності (наприклад A+ \leftrightarrow A- тощо) може змінювати напрямок обертання двигуна. Сигнал задається перемикачем 5Vdc або 24Vdc. Заводське налаштування — позиція 24V. |
| DIR- | — |
| ENA+ | Сигнал увімкнення; цей сигнал використовується для вмикання/вимикання драйвера. Коли сигнал увімкнення активний, драйвер відключає струм обмоток двигуна, що дозволяє валу бути у вільному стані. Сигнал підтримує 5–24V. (Деякі моделі можуть не підтримувати цю функцію.) |
| ENA- | — |
| ALM+ | Сигнал аварії; використовується для виведення сигналу несправності. Оптоізольований вихід ОС, максимальна напруга 30VDC, максимальний струм 100mA. |
| ALM- | — |

Інтерфейс силових з'єднань

| Назва | Функція |
|--------|---|
| GND | Негативний полюс живлення |
| +Vdc | Позитивний полюс живлення; робоча напруга 20–50VDC, рекомендовано 36VDC |
| A+, A- | Виводи фази А двигуна |
| B+, B- | Виводи фази В двигуна |

Схема підключення керуючих сигналів

Драйвер використовує диференціальну схему входу сигналів, що дозволяє застосовувати диференціальні сигнали, однополюсні сигнали з загальним катодом або загальним анодом. У середині встановлені високошвидкісні оптопари, що дозволяють приймати драйвери з відкритим колектором, драйвери зі збіркою транзисторів та сигнали з PNP-виходом. У середовищах із сильними перешкодами ми рекомендуємо використовувати драйвери зі збіркою транзисторів, оскільки вони мають сильнішу завадостійкість. Нижче наведено приклади схем підключення для відкритого колектора та PNP-виходу:

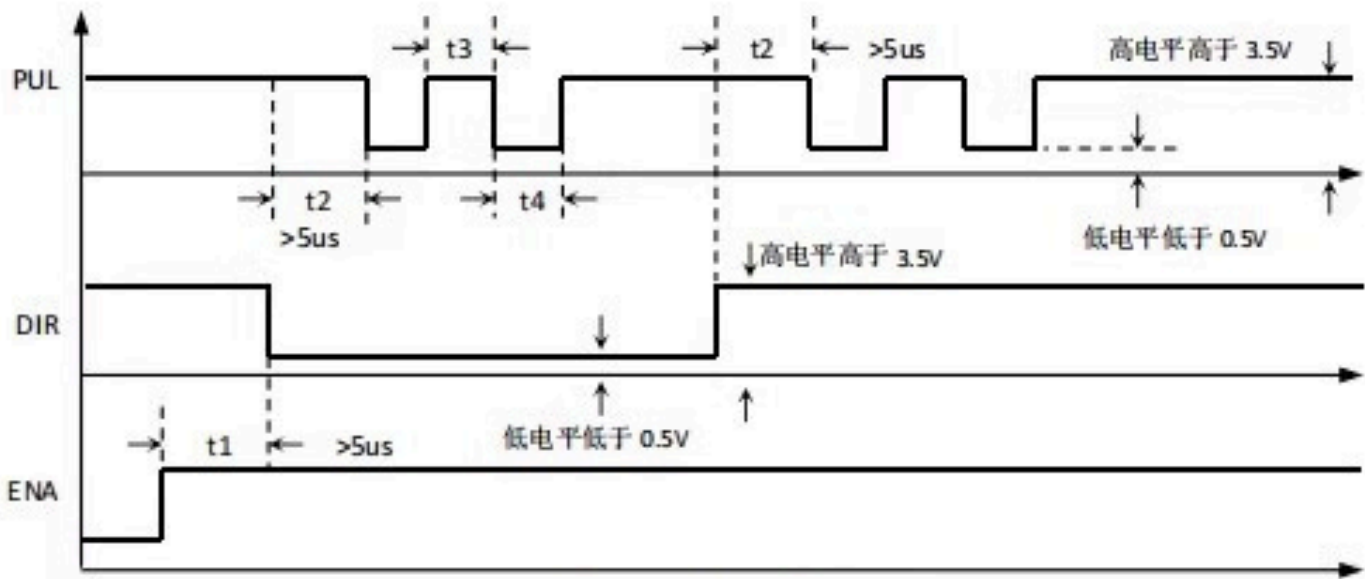


Пояснення:

- Коли керуючий сигнал становить 5V, необхідно перемкнути ковзний перемикач у положення вибору сигналу 5V.
- Коли керуючий сигнал становить 24V, необхідно перемкнути ковзний перемикач у положення вибору сигналу 24V.
- Коли керуючий сигнал становить 12V, необхідно перемкнути ковзний перемикач у положення вибору 5V, а також у сигнальний ланцюг потрібно послідовно додати резистор 1 кОм.

Діаграма часових параметрів керуючих сигналів

Щоб уникнути помилкових спрацьовувань і збоїв, сигнали PUL, DIR і ENA повинні відповідати певним вимогам, як показано на діаграмі нижче:



Примітки:

t1: сигнал ENA (сигнал увімкнення) повинен подаватися щонайменше за 5 мс до зміни DIR, щоб забезпечити його високий рівень. У більшості випадків рекомендується тримати ENA+ та ENA- у стані “високо”, тобто увімкненими.

t2: сигнал DIR повинен змінюватися щонайменше за 5 мкс до спадаючого фронту PUL, щоб гарантувати правильність визначення напрямку (високий чи низький стан).

t3: ширина імпульсу повинна бути не менше 2,5 мкс.

t4: ширина низького рівня повинна бути не менше 2,5 мкс.

Вимоги до підключення

Щоб запобігти впливу перешкод на роботу драйвера, рекомендується використовувати екранований кабель для керуючих сигналів.

Екранування має бути під'єднане до «землі». За винятком особливих вимог, екран керуючого кабелю повинен бути заземлений лише з одного боку — з боку контролера. Екран з боку драйвера слід залишити ізольованим. У межах одного верстата дозволено підключати всі екрани в одну спільну точку. Якщо ж неможливо заземлити в одній точці, можуть виникати сильні перешкоди — у такому разі екран взагалі не слід під'єднувати.

Лінії імпульсу та напряму роботи повинні бути прокладені окремо від силових кабелів двигуна. Відстань між ними має бути не менше ніж 10 см, щоб уникнути перешкод, при яких імпульсний сигнал може викликати неправильні рухи двигуна та інші збої.

Заборонено подавати живлення на декілька драйверів від одного джерела за принципом послідовного підключення. Не можна спочатку живити один драйвер, а потім через нього підключати другий — заборонене «ланцюгове» живлення.

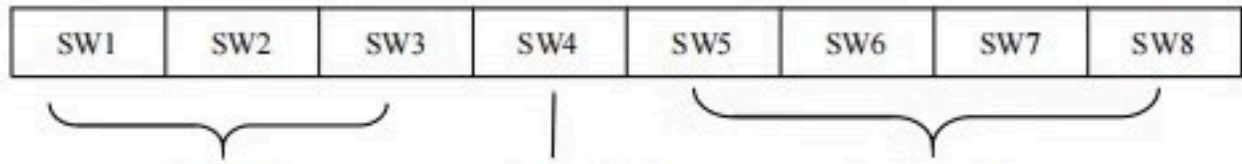
Заборонено підключати або відключати двигун від драйвера під напругою. Коли двигун знеструмлюється, у фазних обмотках може залишатися велика індуктивна енергія, що при від'єднанні може спричинити появу високого імпульсу та пошкодити драйвер.

Заборонено з'єднувати заземлювальні дроти з нульовим провідником живлення. Інакше можливі стрибки опору контакту, перегрів і пошкодження клем.

Провідники не повинні мати зовнішніх пошкоджень або оголених ділянок, щоб уникнути короткого замикання та виходу драйвера з ладу.

Налаштування струму, мікрокроку та автоматична компенсація параметрів

Драйвер використовує восьмипозиційні DIP-перемикачі для встановлення мікрокроку, динамічного струму, струму утримання та внутрішніх параметрів автоматичної адаптації двигуна. Докладний опис наведено нижче:



Динамічний струм

Налаштування мікрокроку

Напів/повний струм

Вибір двигуна

Драйвер може використовуватися для керування двофазними, чотирифазними змішаного типу кроковими двигунами з 4, 6 або 8 виводами. Кроковий кут — $1,8^\circ$ або $0,9^\circ$. Вибір двигуна визначається його індуктивністю та номінальним струмом. Величина індуктивності залежить переважно від габариту двигуна: чим більший розмір, тим вища індуктивність; а струм двигуна визначається його електричним опором. Двигуни з малою індуктивністю краще працюють на високих швидкостях, але їхній робочий струм більший.

1. Визначення навантажувального моменту, передатного числа та діапазону робочої швидкості
Формула моменту двигуна:

$$T_{\text{двигуна}} = C \times (J \cdot \varepsilon + T_{\text{навантаження}})$$

Позначення:

- J — момент інерції навантаження
- ε — максимальне кутове прискорення навантаження
- C — коефіцієнт запасу безпеки, рекомендоване значення 1.2–1.4
- $T_{\text{навантаження}}$ — максимальний момент навантаження, включає корисне навантаження, тертя, момент опору механізму тощо

2. Від чого залежить вихідний момент двигуна Для заданого крокового двигуна та схеми його підключення момент залежить від таких факторів:

- Чим більший фактичний робочий струм двигуна — тим більший вихідний момент, але й втрати тепла у двигуні зростають ($P = I^2R$), що сприяє перегріванню.
- Що вище напруга живлення драйвера — то більший момент на високих швидкостях.
- Для крокового двигуна відомо, що з підвищенням швидкості момент падає, а при нижчих швидкостях — більший.

Підключення двигуна

Для крокових двигунів із 6 та 8 виводами різні способи з'єднання обмоток дають істотно різні характеристики роботи.

На рисунках нижче показано основні варіанти підключення:

- 4-вивідний двигун Підключається без варіантів, дві фази виведені напряму.
- 8-вивідний двигун — паралельне підключення (висока продуктивність) Дає найбільший крутний момент на високих швидкостях, потребує більшого струму.
- 8-вивідний двигун — послідовне підключення (низька швидкість / високий момент на низьких обертах) Нижчий робочий струм, але гірша динаміка на високих швидкостях.
- 6-вивідний двигун — режим високої індуктивності (послідовне підключення через середню точку) Підходить для систем із низькою швидкістю та високим моментом.
- 6-вивідний двигун — режим низької індуктивності (підключення зовнішніх кінців обмоток) Кращий момент на високих швидкостях, але потрібен більший струм.

Ці схеми на рисунках демонструють, як змінюється продуктивність двигуна залежно від того, які виводи обмоток під'єднані до драйвера.



图4 矩频特性图

2. 电机接线

对于6、8线步进电机，不同线圈的接法电机性能有相当大的差别，如下图所述：

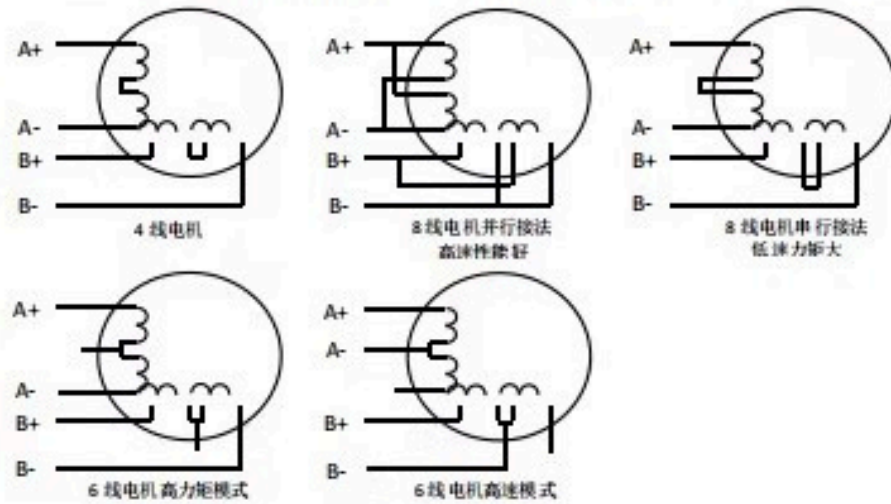


图5 电机接线图

Вибір вхідної напруги та вихідного струму

- Установлення напруги живлення Як правило, чим вища напруга живлення, тим вища швидкість двигуна та тим більший його короточасний момент. Це дозволяє уникати втрати кроків на високій швидкості. З іншого боку, надто висока напруга може призвести до спрацьовування захисту від перенапруги, до підвищеного нагріву двигуна, а в окремих випадках навіть до пошкодження драйвера. При роботі на високій напрузі вібрації двигуна на низькій швидкості також збільшуються.
- Установлення значення вихідного струму Для одного і того ж двигуна: чим більше значення встановленого струму — тим більший короточасний момент двигуна, але тим сильніше нагріваються двигун і драйвер. Кількість тепла залежить не лише від встановленого струму, а й від типу руху та тривалості зупинок.
- Рекомендовані значення нижче наведені для довідки. У реальних умовах оптимальне значення потрібно коригувати. Якщо температура двигуна низька (менше 40°C), можна збільшити встановлений струм для збільшення вихідної потужності двигуна (покращення моменту та характеристик на високій швидкості).

Рекомендації для різних типів двигунів

- 4-провідний двигун: Встановлений вихідний струм зазвичай дорівнює або трохи менший за номінальний струм двигуна.
- 6-провідний двигун, коротка схема (half-coil): Вихідний струм \approx 50% від номінального струму обмотки при однофазному підключенні.
- 6-провідний двигун, повна схема (full coil): Вихідний струм \approx 100% від номінального струму обмотки при однофазному підключенні.
- 8-провідний двигун, паралельне підключення: Вихідний струм \approx 70% від номінального струму обмотки при однофазному підключенні.
- 8-провідний двигун, послідовне підключення: Вихідний струм \approx 140% від номінального струму обмотки при однофазному підключенні.

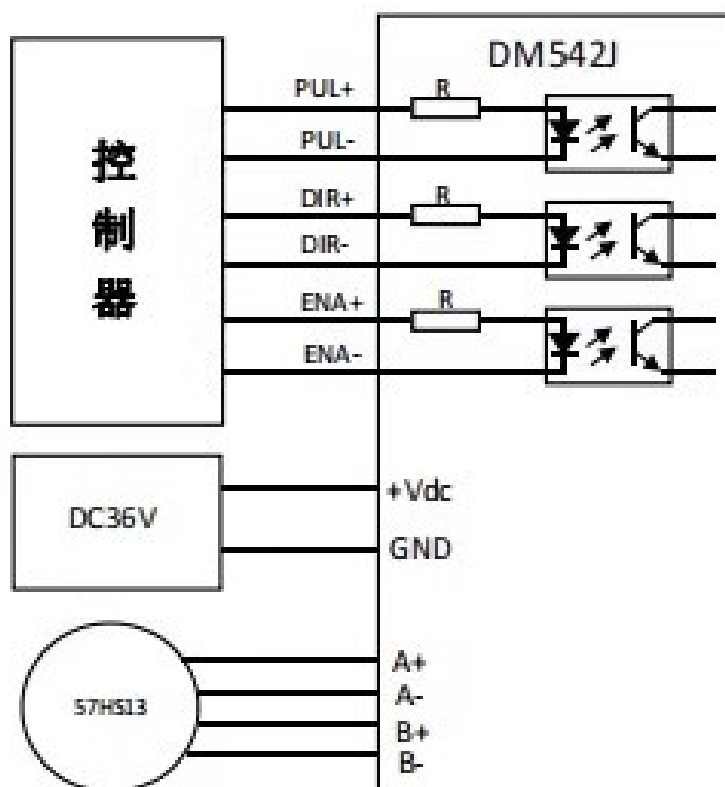
Примітка

Після роботи двигуна протягом 15–30 хвилин перевіряйте його температуру. Якщо температура піднімається надмірно (понад 70°C), потрібно зменшити встановлене значення струму. Зазвичай встановлений струм обирається найбільшим з тих, за яких після тривалої роботи температура двигуна ще знаходиться в допустимому діапазоні.

Типові приклади підключення

Драйвер може працювати з двигунами серії 57 у послідовному та паралельному підключенні. (Якщо напрямок обертання двигуна не відповідає очікуваному, достатньо поміняти місцями A+ та A-). Драйвер здатний керувати 4-провідними, 6-провідними та 8-провідними двофазними або чотирифазними кроковими двигунами.

Нижче наведено типову схему підключення драйвера з кроковим двигуном 57HS13.



Позначення на схемі

Контролер → драйвер:

PUL+ / PUL- — імпульсний сигнал

DIR+ / DIR- — сигнал напрямку

ENA+ / ENA- — сигнал дозволу (enable)

Живлення драйвера:

+Vdc — позитивний полюс живлення (DC 36V)

GND — негативний полюс живлення

Підключення двигуна 57HS13:

A+ / A- — фаза A

B+ / B- — фаза B

Примітки:

- Підключення двигуна слід виконувати відповідно до технічної документації на сам двигун.
- Фази є взаємно відповідними, але обмотки різних фаз не можна підключати до одних і тих самих фазних клем драйвера (A+ / A- — одна фаза, B+ / B- — інша фаза).
- Драйвер може керувати лише двофазними гібридними кроковими двигунами. Керування трифазними або п'ятифазними кроковими двигунами не підтримується.

Спосіб перевірки правильності послідовного або паралельного підключення крокового двигуна:

без підключення до драйвера вручну повернути вал двигуна.

— Якщо вал обертається легко та рівномірно — підключення виконано правильно.

— Якщо відчувається значний опір, нерівномірність обертання та чути характерний звук — підключення неправильне.

Функції захисту

Драйвер має функції захисту від перевантаження по струму та захисту від перенапруги. Детальний опис наведено в таблиці нижче.

| Функція захисту | Кількість блимків червоного LED | Пояснення |
|--|---------------------------------|---|
| Захист від перевантаження по струму / короткого замикання | 1 | При короткому замиканні двигуна або драйвера, а також при неправильному підключенні кабелів драйвер переходить у режим захисту. Після спрацювання захисту необхідно негайно вимкнути живлення, перевірити підключення двигуна та знову подати живлення для скидання аварії. |
| Захист від перенапруги | 2 | Коли напруга живлення драйвера перевищує 90 VDC, активується захист від перенапруги. Для скидання аварії необхідно повторно подати живлення. Якщо захист від перенапруги спрацьовує часто, рекомендується знизити вхідну напругу живлення. |

Увага:

Оскільки драйвер не має захисту від переполюсовки живлення, перед подачею напруги необхідно ще раз перевірити правильність підключення плюса та мінуса живлення. Переплутування полярності призведе до пошкодження (перегорання) запобіжника всередині драйвера.

Типові проблеми

Поширені проблеми під час застосування та способи їх усунення

| Прояв | Можлива причина | Спосіб усунення |
|--|---|---|
| Двигун не обертається | Індикатор живлення не світиться | Забезпечити нормальне живлення |
| | Занадто мале значення струму | Вибрати відповідний рівень струму згідно з номіналом двигуна |
| | Драйвер перебуває в режимі захисту | Усунути несправність і повторно подати живлення |
| | Сигнал ENABLE має низький рівень | Підтягнути сигнал до високого рівня або не підключати |
| | Проблема з керуючим сигналом | Перевірити, чи відповідають амплітуда та ширина імпульсів вимогам |
| Неправильний напрямок обертання двигуна | Неправильне підключення обмоток двигуна | Поміняти місцями будь-які два дроти однієї фази (наприклад A+ ↔ A-) |
| | Обрив у проводах двигуна | Перевірити та правильно підключити |

| | | |
|---|--|---|
| Світиться індикатор аварії | Неправильне підключення обмоток двигуна | Перевірити підключення |
| | Надто висока або надто низька напруга | Перевірити напругу живлення |
| | Пошкодження двигуна або драйвера | Замінити двигун або драйвер |
| Невірне позиціонування | Перешкоди в сигналі | Усунути джерела перешкод |
| | Екран не підключений або підключений неправильно | Надійно заземлити екран |
| | Неправильне налаштування мікрокроку | Встановити правильне значення мікрокроку |
| | Занадто малий струм | Відповідно збільшити струм |
| | Проблема з керуючим сигналом | Перевірити, чи відповідає сигнал часовим вимогам |
| Двигун втрачає кроки під час прискорення | Час прискорення занадто короткий | Відповідно збільшити час прискорення |
| | Занадто малий крутний момент двигуна | Обрати двигун з більшим моментом |
| | Занадто низька напруга або малий струм | Відповідно підвищити напругу або встановити більший струм |

Відповіді на поширені запитання

Чому кроковий двигун називається кроковим?

Кроковий двигун — це особливий тип двигуна, який використовується для точного керування швидкістю та положенням. Його обертання здійснюється на фіксований кут (який називається «кут кроку») при кожному вхідному імпульсі, тому він і називається «кроковим двигуном». Його особливість у тому, що він не накопичує похибку. Коли керуючий прилад подає певну кількість імпульсів, двигун повертається на відповідний кут, тому крокові двигуни широко використовуються у системах позиційного керування.

Драйвер крокового двигуна — це пристрій, який забезпечує роботу крокового двигуна. Він перетворює вхідні імпульсні сигнали керування на відповідні сигнали для керування обертанням двигуна. Частота вхідних імпульсів прямо пропорційна швидкості обертання двигуна, а кількість імпульсів визначає кут повороту.

Що таке поділ кроку (мікрокрок)?

Який зв'язок між швидкістю крокового двигуна та частотою імпульсів?

Кроковий двигун має певну конструкцію, яка визначає його «кут кроку» (наприклад, 0.9° або 1.8°). Це означає, що двигун робить один повний оберт після подачі 400 або 200 імпульсів відповідно. Наприклад: для двигуна з кутом кроку 1.8° потрібно 200 імпульсів для одного повного оберту ($360^\circ \div 1.8^\circ = 200$).

Коли потрібна висока роздільна здатність або плавніший рух, використовують режим поділу кроку (мікрокроку), при якому кожен повний крок поділяється на кілька менших частин. Це дозволяє підвищити точність позиціонування і зменшити вібрації. Зв'язок між швидкістю обертання двигуна і частотою імпульсів.

$$V = \frac{P * \theta_e}{360^\circ * t}$$

де:

V — швидкість обертання двигуна (об/с)

P — частота імпульсів (Гц)

θ_e — кут кроку двигуна m — коефіцієнт поділу кроку

(1 — повний крок, 2 — півкрок, 4, 8, 16 тощо)

Які переваги має мікрокроковий режим?

- Зменшує кут кожного кроку, покращує плавність і рівномірність обертання, підвищує точність позиціонування.
- Може істотно знизити механічні коливання і шум, властиві кроковим двигунам при роботі в повнокроковому режимі.
- Дає змогу досягти більшої точності без зміни конструкції механізму.

Усе це робить мікрокроковий режим переважним вибором для більшості користувачів.

Чому двигун обертається тільки в один бік?

Можливі причини:

- Слабкий сигнал напрямку, пошкодження кабелю, або сигнал напрямку подається занадто короткий час, що обмежує зміну напрямку.
- Якщо сигнал напрямку подається після сигналу імпульсу, двигун не зможе змінити напрямок.
- Якщо сигнал CW/CCW (по/проти годинникової стрілки) має неправильну логіку рівнів, двигун також може обертатися лише в один бік.