

11 Лабораторная работа №11. Управление шаговым двигателем

Цель: приобрести навыки подключения и способы управления шаговым двигателем (ШД), определить количество шагов.

11.1 Общие сведения

Асинхронной машиной (АМ) называется машина переменного тока, у которой угловая скорость ротора не равна угловой скорости магнитного поля статора. Принцип работы АМ связан с понятием вращающегося магнитного поля.

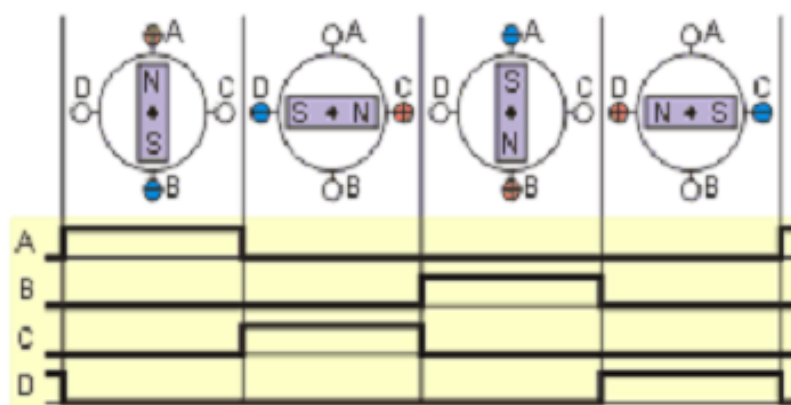
Синхронными называются электрические машины переменного тока, у которых в рабочем режиме угловая скорость ротора равна угловой скорости магнитного поля статора и не зависит от нагрузки. В отдельных случаях скорость ротора кратна скорости поля статора.

Шаговыми называют синхронные двигатели, преобразующие команду, заданную в виде импульсов, в фиксированный угол поворота вала или фиксированное перемещение без датчиков обратной связи. Это упрощает систему привода и заменяет систему следящего замкнутого привода разомкнутой системой (удешевление устройства (меньше элементов), увеличение точности в связи с фиксацией ротора ШД при отсутствии импульсов сигнала). Недостаток: при сбое импульса дальнейшее слежение идет с ошибкой в угле поворота ротора пропорционально числу пропущенных импульсов.

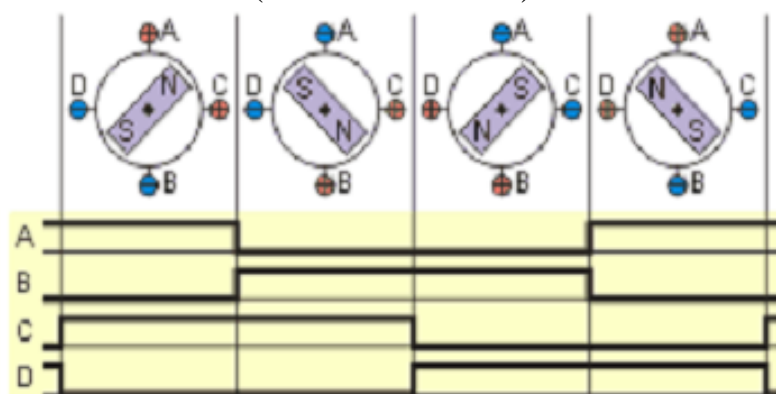
Существует несколько способов управления фазами шагового двигателя.

Первый способ обеспечивается попеременной коммутации фаз, при этом они не перекрываются: в один момент времени включена только одна фаза (рисунок 11.1, а). Этот способ называют «one phase on» full step или wave drive mode. Точки равновесия ротора для каждого шага совпадают с «естественными» точками равновесия ротора у незапитанного двигателя. Недостатком этого способа управления является то, что для биполярного двигателя в один и тот же момент времени используется 50% обмоток, а для униполярного – только 25%. Это означает, что в таком режиме не может быть получен полный момент.

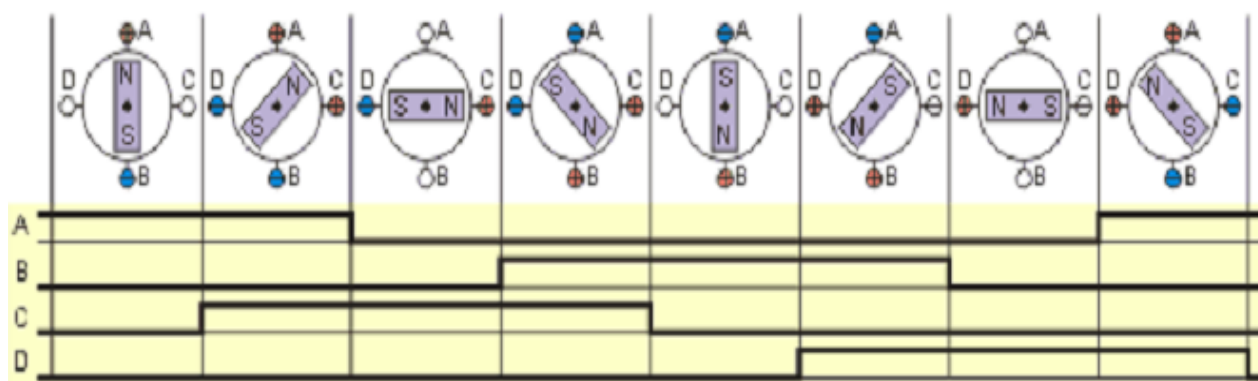
Второй способ - управление фазами с перекрытием: две фазы включены в одно и то же время. Его называют «two-phase-on» full step или просто full step mode. При этом способе управления ротор фиксируется в промежуточных позициях между полюсами статора (рисунок 11.1, б), и обеспечивается примерно на 40% больший момент, чем в случае одной включенной фазы. Этот способ управления обеспечивает такой же угол шага, как и первый способ, но положение точек равновесия ротора смещено на полшага.



а) пошаговый режим, включена одна фаза, «one phase on» full step (wave drive mode)



б) пошаговый режим, включены две фазы, «two-phase-on» full step (full step mode)



в) полушаговый режим, «one and two-phase-on» half step (half step mode)

Рисунок 11.1 - Различные способы управления фазами шагового двигателя

Третий способ является комбинацией первых двух и называется полушаговым режимом, «one and two-phase-on» half step или просто half step mode, когда двигатель делает шаг в половину основного. Этот метод управления достаточно распространен, так как двигатель с меньшим шагом стоит дороже и очень заманчиво получить от 100-шагового двигателя 200 шагов на оборот. Каждый второй шаг - запитана лишь одна фаза, а в остальных случаях запитаны две (рисунок 11.1, в). В результате угловое перемещение ротора составляет половину угла шага для первых двух

способов управления. Кроме уменьшения размера шага, этот способ управления позволяет частично избавиться от явления резонанса. Полушаговый режим обычно не позволяет получить полный момент, хотя наиболее совершенные драйверы реализуют модифицированный полушаговый режим, в котором двигатель обеспечивает практически полный момент, при этом рассеиваемая мощность не превышает номинальной.

Еще один способ управления называется микрошаговым режимом или *micro stepping mode*. При этом способе управления ток в фазах нужно менять небольшими шагами, обеспечивая, таким образом, дробление половинного шага на еще меньшие микрошаги. Когда одновременно включены две фазы, но их токи не равны, то положение равновесия ротора будет лежать не в середине шага, а в другом месте, определяемом соотношением токов фаз. Меняя это соотношение, можно обеспечить некоторое количество микрошагов внутри одного шага. Кроме увеличения разрешающей способности, микрошаговый режим имеет и другие преимущества, которые будут описаны ниже. Вместе с тем, для реализации микрошагового режима требуются значительно более сложные драйверы, позволяющие задавать ток в обмотках с необходимой дискретностью. Полушаговый режим является частным случаем микрошагового режима, но он не требует формирования ступенчатого тока питания катушек, поэтому часто реализуется.

11.2 Порядок выполнения

11.2.1 Для подключения и управления шаговым двигателем необходимо:

- выключить питание стенда, выполнить соединение ШД по схеме на рисунке 11.2;

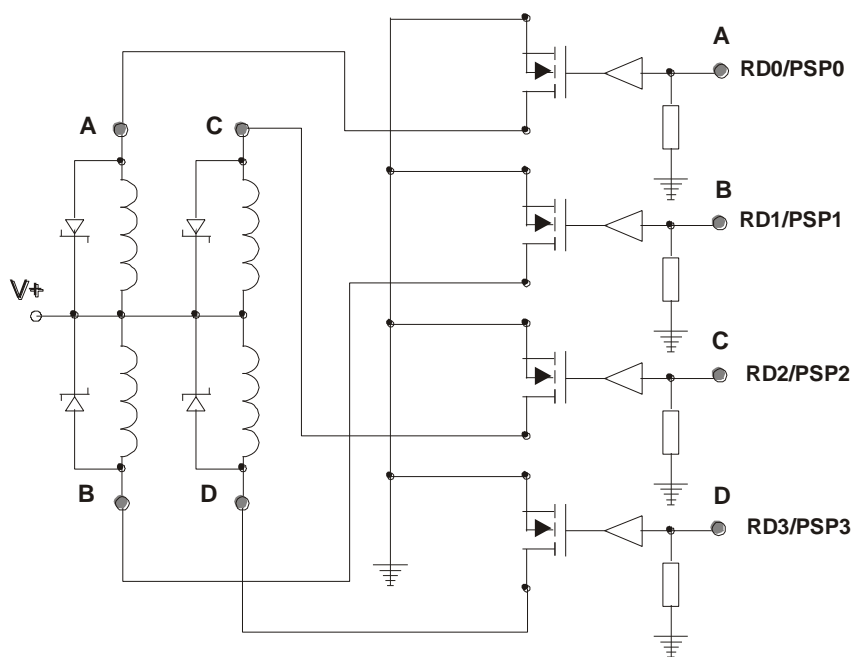


Рисунок 11.2 – Схема соединения ШД

- включить питание стенда, включить ПК, запустить программу MPLAB IDE, установить соединение программы со стендом;
- используя программную среду MPLAB IDE, записать в МК и выполнить программу из файла «SM_test1.asm», пример которой представлен в Приложении Ж;
- проверить результат ее выполнения: двигатель должен вращаться в одном направлении с постоянной скоростью. В данной программе используется полношаговый режим с временем шага $T_{st} = 10$ мс;
- проанализировать и изменить программу «SM_test1.asm» так, чтобы время шага $T_{st} = 7$ мс. Новую программу сохранить под именем «SM_test2.asm». Проверить результат ее выполнения.

11.2.2 Для определения количества шагов ШД необходимо:

- выключить питание стенда, выполнить соединение ШД по схеме на рисунке 11.3;

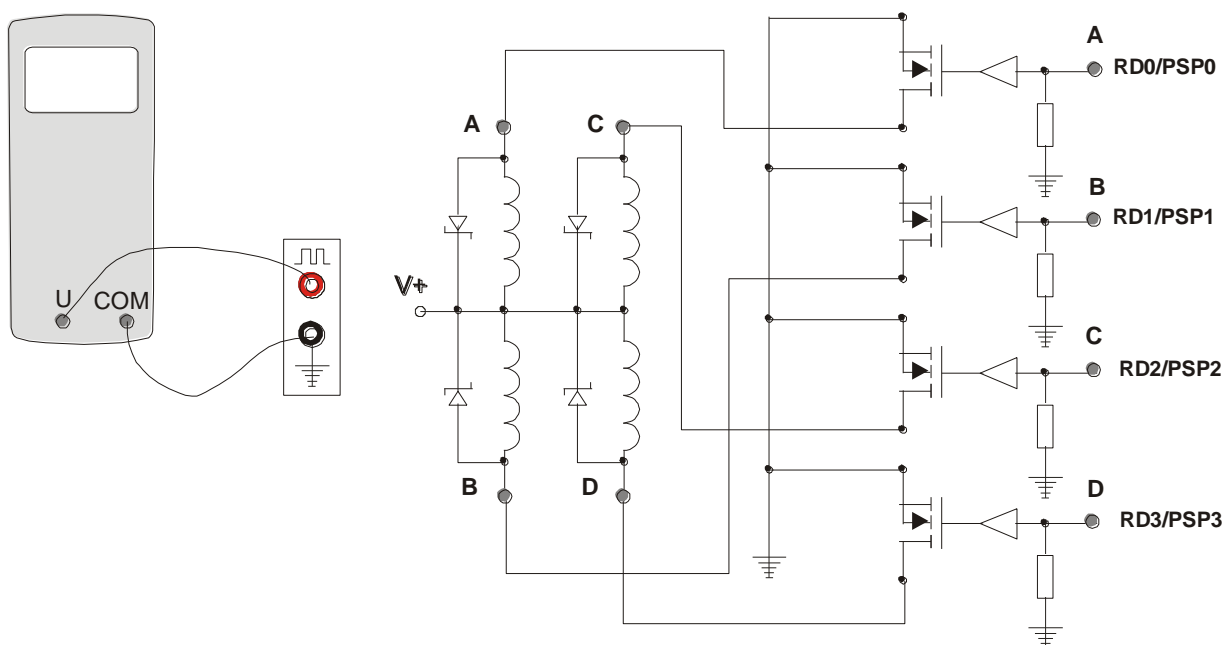


Рисунок 11.3 – Схема соединения ШД

- включить питание стенда, установить УИП в режим измерений частоты, включить ПК, запустить программу MPLAB IDE, установить соединение программы со стендом;
- используя программную среду MPLAB IDE, записать в МК и выполнить программу из файла «SM_test1.asm»;
- проверить результат ее выполнения: двигатель должен вращаться в одном направлении с постоянной скоростью.

Снять показания частоты F_t с УИП. Вычислить количество шагов S_{st} ШД на один полный оборот, используя следующие данные:

Время 1 шага $T_{st} = 10$ мс;

$F_m = F_t / 24$ (частота вращения вала ШД);

- используя программную среду MPLAB IDE, записать в МК и выполнить программу из файла «SM_test2.asm»;

- проверить результат ее выполнения: двигатель должен вращаться в одном направлении с постоянной скоростью. Снять показания частоты F_t с УИП. Вычислить количество шагов S_{st} ШД на один полный оборот, используя следующие данные:

Время 1 шага $T_{st} = 7$ мс;

$F_m = F_t / 24$ (частота вращения вала ШД);

- сравнить полученные значения S_{st} .

11.2.3 Для управления ШД различными способами необходимо:

- выключить питание стенда, выполнить соединение ШД по схеме на рисунке 11.3;

- включить питание стенда, установить УИП в режим измерений частоты, включить ПК, запустить программу MPLAB IDE, установить соединение программы со стендом;

- используя программную среду MPLAB IDE, записать в МК и выполнить программу управления ШД с одной рабочей фазой, файл «SM_test3.asm»;

- проверить результат ее выполнения: двигатель должен вращаться в одном направлении с постоянной скоростью. Снять показания частоты F_t с УИП. Вычислить частоту вращения вала ШД F_m .

$F_m = F_t / 24$ (частота вращения вала ШД);

- используя программную среду MPLAB IDE, записать в МК и выполнить программу управления ШД с двумя рабочими фазами, файл «SM_test4.asm»;

- проверить результат ее выполнения: двигатель должен вращаться в одном направлении с постоянной скоростью. Снять показания частоты F_t с УИП. Вычислить частоту вращения вала ШД F_m .

$F_m = F_t / 24$ (частота вращения вала ШД);

- сравнить используемые подпрограммы управления ШД и полученные значения F_m .

11.3 Контрольные вопросы

11.3.1 Какие существуют типы ШД и как определить тип ШД?

11.3.2 Сколько шагов на один полный оборот имеют стандартные ШД?

11.3.3 Вывести формулу для вычисления количества шагов ШД на один полный оборот, если известны: частота вращения ШД и время одного шага.

11.3.4 Объяснить разницу в 2-х используемых способах управления ШД.

11.3.5 Какие еще есть способы управления ШД?