

УДК 621.313.13

Устинов Н.И.

магистрант

2 курс, кафедра «Электроника и микропроцессорная техника»

филиал ФГБОУ ВО «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

в г. Смоленске

Россия, г. Смоленск

Научный руководитель: Астахов С.П.

к.т.н., доц.

УПРАВЛЕНИЕ ШАГОВЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ

Аннотация:

Статья посвящена рассмотрению способов управления шаговыми двигателями. Отличительные особенности шаговых двигателей.

Ключевые слова: шаговый двигатель, модуль, постоянный ток, фаза.

Ustinov N. I. master's degree student

1st year, Department of "electronics and microprocessor technology" branch OF the national RESEARCH UNIVERSITY "MPEI" in Smolensk Russia, Smolensk

Scientific supervisor: Astahov S.P. candidate of technical Sciences, Assoc.

STEPPER MOTOR CONTROL

Annotation:

The article is devoted to the consideration of ways to control stepper motors. Distinctive features of stepper motors.

Keywords: stepper motor, module, constant current, phase.

Шаговый двигатель – это бесколлекторный двигатель постоянного тока, наиболее общая разновидность которого представлена на Рисунке 1. В некоторой технической литературе его ошибочно относят к многофазным (чаще двухфазным) двигателям. Это не совсем верно. Действительно, и это

будет рассмотрено ниже, есть такой режим управления, который с некоторой натяжкой можно отнести к фазовому, но это совершенно не означает «фазовость» такого двигателя в общем понимании этого термина, применимом к двигателям переменного тока.



Рисунок 1 - Биполярный гибридный шаговый двигатель

Что делает шаговые двигатели такими привлекательными для разработчиков, и что недостижимо с двигателями других типов? Шаговый двигатель имеет значительно бóльшую надежность и, что совсем немаловажно для целого ряда практических применений, он, в отличие от коллекторного двигателя, практически не увеличивает уровень паразитных электромагнитных и радиопомех. Причина кроется как раз в отсутствии подвижного контакта токосъемника. Однако отсутствие коллектора, переключающего для формирования момента вращения направление тока в обмотках, требует внешнего управления – коммутатора. Тут, повторю французскую поговорку – «За каждое удовольствие нужно платить»[1].

Имеется несколько вариантов управления шаговым двигателем (Рисунок 3). На рисунках приведена не форма напряжения, что вы обычно встретите в литературе и на интернет сайтах, а форма тока. Это важно! В управлении шаговым двигателем важен именно ток, а не приложенное к обмоткам напряжение, которое имеет прямоугольную форму [2].

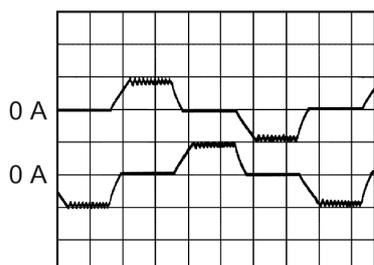


Рисунок 2 а)

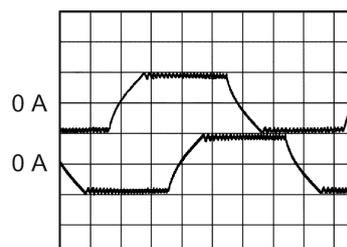


Рисунок 2 б)

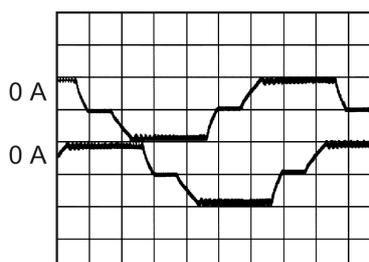


Рисунок 2 в)

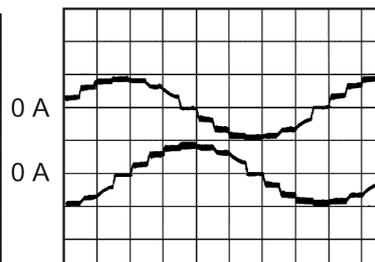


Рисунок 2 г)

Рассмотрим общие особенности. Итак, на Рисунке 3 показана форма тока в обмотках двигателя относительно нуля для четырех основных вариантов управления. Наиболее простой вариант – это попеременная коммутация фаз, при которой они не перекрываются, и в каждый момент времени включена только одна фаза (Рисунок 3а). Этот режим называют волновым или полношаговым режимом управления с одной фазой. Точки равновесия ротора для каждого шага совпадают с «естественными» точками равновесия у обесточенного двигателя. Недостатком этого способа управления является то, что для биполярного двигателя в один и тот же момент времени используется только 50% обмоток, а для униполярного – 25%. Это означает, что в таком режиме не может быть получен полный возможный момент вращения.

Чаще всего используется управление с перекрытием фаз, когда в одно и то же время включены обе обмотки (Рисунок 3б). В общем случае именно его и называют полношаговым режимом управления. При этом способе управления ротор фиксируется в промежуточных позициях между полю-

сами статора, обеспечивая примерно на 40% больший момент, чем в предыдущем варианте с одной включенной фазой. Этот способ управления обеспечивает такой же угол шага, как и волновой, но положение точек равновесия ротора смещено на полшага, что часто не является критическим. Иногда это необходимо учитывать для двигателей с большим шагом, так как обесточенный двигатель, например с шагом 18° после остановки сместится на 9° . Чтобы ротор такого двигателя не смещался при выключении, на двигатель в режиме остановки подают некоторый ток удержания, который сохранит заданное положение ротора. Именно это свойство шагового двигателя позволяет обходиться без специальных электромагнитных или механических тормозных муфт и удерживающих систем.

Третий основной способ управления является комбинацией двух описанных ранее и называется полушаговым режимом. В этом режиме двигатель за один импульс управления делает шаг, равный половине основного (Рисунок 3в). Этот режим требует более сложной схемы управления, но позволяет осуществлять более точное позиционирование ротора и уменьшает негативное влияние его механического резонанса. Иными словами, используя двигатель с угловым шагом 1.8° , мы получаем шаг, равный 0.9° . Еще меньшую градацию, вернее, дробление шага, дают микрошаговые системы управления, основанные на постепенном изменении тока в обмотках (Рисунок 3г). Такие системы достаточно сложны. Они требуют применения не только специальных ИМС драйверов с ЦАП, но и микропроцессорного управления. Именно этот режим часто приводит к путанице, в результате которой шаговые двигатели причисляют к многофазным двигателям переменного тока.

Драйверы шагового двигателя выполняет крайне важную роль в проектах ардуино, использующих двигатели постоянного тока или шаговые двигатели. С помощью микросхемы драйвера или готового шилда motor

shield можно создавать мобильных роботов, автономные автомобили на ардуино и другие устройства с механическими модулями[3].

Литература:

1. Рентюк, В. Шаговые двигатели и особенности их применения // Электрик. - 2012. - № 11. - С. 45-50 [Электронный ресурс]. URL: <https://yadi.sk/d/kZzJlwnBAQJGK> (дата обращения 1.12.2021)
2. LMD18245 3A, 55V DMOS Full-Bridge Motor Driver, Texas Instruments Inc., April 2013 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lmd18245.pdf> (дата обращения 1.12.2021)
3. ARDUINOMASTER.RU. Всё для радиолюбителей [Электронный ресурс]. URL: <https://arduinomaster.ru/> (дата обращения 25.12.2021)