

СОЛЕНОИД

Рассматриваемые темы:

- Магнитные поля катушек проводников
- Реализация теории электромагнитного поля для применения в соленоиде

Предварительные условия

- Модуль QNET Mechatronic Actuators установлена и протестирована. Для получения подробной информации обратитесь к документу «Краткое руководство по началу работы. Мехатронные актюаторы QNET».
- Наличие доступа к документу «Мехатронные актюаторы QNET. Руководство пользователя».
- Знание основ [LabVIEW™](#).
- Знание основ электромагнетизма.

1 Сведения из теории

Соленоид - вид электромагнита, который при протекании электрического тока через проводник, плотно намотанный спиралью, создает однородное магнитное поле в окружающем пространстве. В электромеханических приложениях катушка намотана вокруг подвижного стального или железного сердечника, называемого якорем. Как правило, соленоиды используются только для быстрых, но очень ограниченных линейных передвижений якоря, например, в двухпозиционных переключателях, матричных принтерах или инжекторах топлива. Принцип действия соленоида заключается в следующем: ток, протекающий через проводник, индуцирует магнитное поле, перпендикулярное проводнику.

1.1 Правило правой руки

Электроны, движущиеся в проводнике, генерируют магнитное поле, центром которого является проводник. В частности, для определения направления результирующего магнитного поля может быть использовано *правило правой руки*. Представьте, что большой палец вашей правой руки указывает направление тока через прямолинейный проводник. Тогда изгиб остальных пальцев укажет направление магнитного поля. И наоборот, если известно направление магнитного поля, можно определить направление, в котором протекает ток.

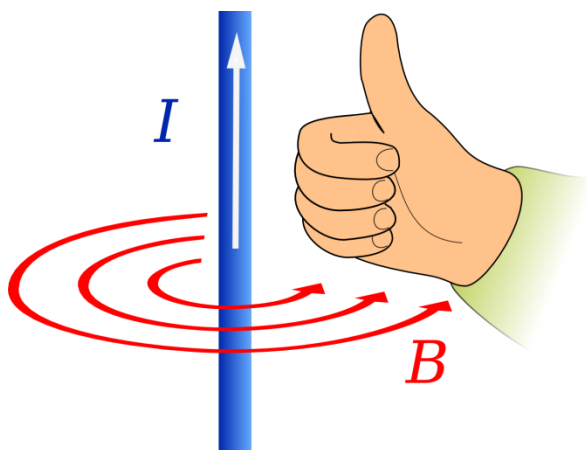


Рисунок 1.1: Правило правой руки для проводника¹

Эта идея может быть распространена на катушки проводников, такие, как соленоиды. Представьте, что пальцы вашей правой руки изгибаются в направлении потока электронов в катушке. Тогда большой палец укажет направление магнитного поля - на северный полюс катушки. И наоборот, если известно направление магнитного поля, можно определить направление тока в катушке.

1.2 Выбор соленоида

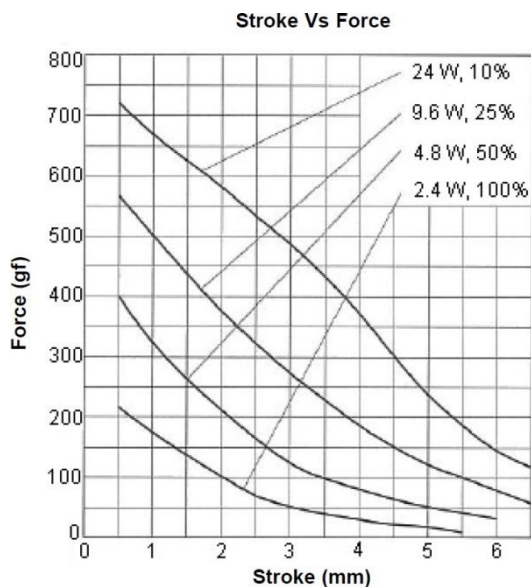
Чтобы выбрать правильный соленоид для вашего проекта, сначала необходимо определить свои требования, в частности, удерживающую силу, необходимую длину хода и коэффициент заполнения. Удерживающая сила соленоида зависит от его длины, количества витков катушки, материала якоря и приложенного тока.

В зависимости от приложения соленоиды могут использоваться в режиме коротких импульсов или же непрерывно. Связь между активным (*ON*) и неактивным (*OFF*) временами соленоида определяется коэффициентом заполнения.

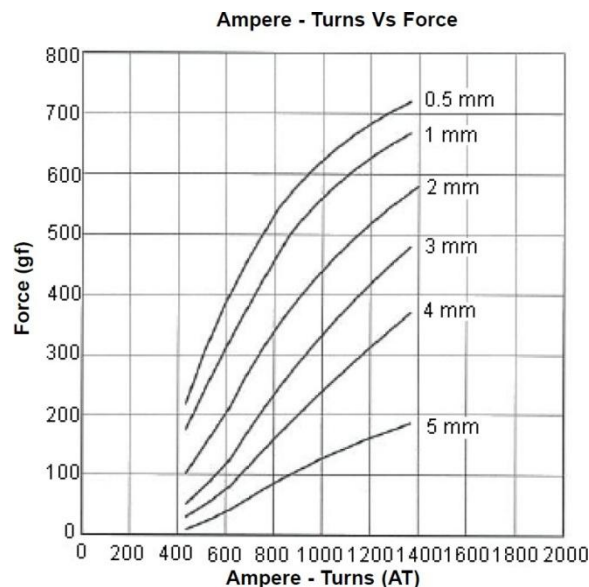
$$\text{Duty Cycle} = \frac{ON}{ON + OFF} \times 100 \% \quad (1.1)$$

¹ José Fernando - Universidad de Granada

2 Упражнения в лаборатории



(a) Зависимость длины хода (Stroke) от силы (Force)



(b) Зависимость ампервитков (Ampere-Turn) от силы (Force)

Параметры катушки

Коэффициент заполнения, (%)	Непрерывно (100%)	Примерно 50%	Примерно 25%	Примерно 10%
Время включения (ON), макс. (с)	∞	55	19	3
Ватт при 20° C	2,4	4,8	9,6	24
Ампервитки 20° C	432	615	864	1368

Характеристики

Описание соленоида, без корпуса	Сопротивление (20° C), Ом \pm 10%	Витков	Напряжение постоянного тока, В				Шифр изделия
			6	8,5	12	19	
Втягивающий, 6 В	15	1080	6	8,5	12	19	MCSMO-0630S06STD
Втягивающий, 12 В	60	2160	12	17	24	38	MCSMO-0630S12STD
Втягивающий, 24 В	240	4320	24	34	48	76	MCSMO-0630S24STD

(c) Данные о катушке и технические характеристики

Рисунок 2.1: Фрагменты технических характеристик соленоида

1. Откройте QNET Actuators - DC Motors and Solenoid.vi . **Убедитесь, что выбрано правильно устройство (Device).**
2. Запустите VI.
3. Вы можете активировать соленоид, нажав и отпустив кнопку Power Solenoid. Активируйте соленоид и прикоснитесь к нему пальцем. Качественно охарактеризуйте температуру соленоида.
4. Оставьте VI работающим с активированным соленоидом.
5. **На рисунке 2.1** показаны фрагменты типичных технических характеристик соленоида. В частности, нас интересует соленоид с шифром изделия MCSMO – 0630S06STD на **рисунке 2.1с**. Этот соленоид устроен таким образом, что может работать непрерывно при 6 В, а также при более высоких напряжениях с более низким коэффициентом заполнения. На основе данных, приведенных на рисунке 2.1с, определите ток, протекающий через соленоид для заданных напряжений, относящихся к коэффициенту заполнения 100 %, 50 %, 25 % и 10 % на основании закона Ома.
6. Объясните, почему максимальное время нахождения соленоида в активном состоянии уменьшается при снижении коэффициента заполнения.
7. Объясните, почему стоило бы запускать соленоид с более высоким напряжением.
8. Используя рисунок 2.1b, объясните, почему удерживающая сила ниже, если якорь перемещается дальше.
9. Вспомните температурный тест, который вы провели в начале занятия. Повторите его, **осторожно** прикоснувшись к соленоиду пальцами. Качественно охарактеризуйте температуру соленоида. Объясните ваши наблюдения.
10. Щелкните по кнопке Stop, чтобы остановить VI.

© 2015 Quanser Inc., All rights reserved.

Quanser Inc.
119 Spy Court
Markham, Ontario
L3R 5H6
Канада
info@quanser.com
Телефон 1-905-940-3575
Факс: 1-905-940-3576

Отпечатано в Маркхэме, Онтарио

Для получения дополнительной информации о продукции, предлагаемой Quanser Inc., посетите, пожалуйста, веб-сайт:

<http://www.quanser.com>

Этот документ и программное обеспечение, описанное в нем, предоставляются в соответствии с лицензионным соглашением. Ни программное обеспечение, ни этот документ не могут использоваться или копироваться способом, отличным от указанных в соответствии с условиями этого лицензионного соглашения. Quanser Inc. предоставляет следующие права: а) право воспроизводить работу, включать работу в один или несколько наборов и воспроизводить работу, включенную в наборы, б) создавать и воспроизводить усовершенствования при условии принятия разумных мер четко определить изменения, внесенные в оригинальную работу, с) распространять и публиковать работу, в том числе включенную в наборы и d) распространять и открыто выполнять усовершенствования. Вышеупомянутые права могут быть реализованы на всех носителях и в форматах, которые теперь известны или будут разработаны в будущем. Эти права предоставляются и ограничены следующим : а) вы не можете использовать какие-либо права, предоставленные вам в вышеуказанном виде, любым способом, который в первую очередь предназначен или ориентирован для коммерческой выгоды или частной денежной компенсации и б) вы должны сохранять в целостности все уведомления об авторских правах для Работы и ссылаться на Quanser Inc. Эти ограничения не могут быть изменены без предварительного письменного разрешения Quanser Inc.