

Борбоев Булат Батуевич, магистрант,
Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск

Шорников Юрий Владимирович,
доктор технических наук, профессор,
Новосибирский государственный университет,
г. Новосибирск

ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В SIMSCAPE

Аннотация: В данной статье рассматривается компонент предоставляемый Simscape для моделирования сервопривода RC Servo, и построена модель реального сервопривода на основе его параметров.

Ключевые слова: сервопривод, широтно-импульсная модуляция, имитационное моделирование, компьютерное моделирование.

В настоящее время сервоприводы, или серводвигатели, широко используются в различных областях техники, включая системы автоматизации и создание роботов. Эти устройства играют важную роль в обеспечении точного управления движением и позиционированием механизмов.

Обычные электрические двигатели, в свою очередь, обеспечивают непрерывное вращение вала в одном или другом направлении. Управление скоростью вращения таких двигателей осуществляется путём изменения частоты и напряжения (для двигателей переменного тока) или путём модуляции ширины управляющих импульсов (для двигателей постоянного тока).

Однако для задач, требующих поворота вала двигателя на заданный угол или поддержания вращения с заданной скоростью, использование сервоприводов становится необходимым. Это позволяет обеспечить точное и надёжное управление движением механизмов в различных областях применения, включая робототехнику, автоматизацию производства и другие сферы.

Принцип работы сервопривода основан на использовании обратной связи, которая обеспечивает точное и эффективное управление движением. Контроллер обрабатывает сигнал управления и сравнивает его с текущим положением оси.

На основе этого сравнения контроллер определяет необходимость выдачи управляющего воздействия на электромотор сервопривода. Это воздействие может быть направлено на установку вала сервопривода в требуемое положение или на придание ему необходимой скорости вращения (в случае сервоприводов непрерывного вращения).

Таким образом, принцип обратной связи позволяет сервоприводу быстро и точно реагировать на изменения в сигнале управления, обеспечивая тем самым высокую точность и стабильность работы системы.

Для управления сервоприводами используется метод широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Важно отметить, что при настройке частоты и длительности управляющих импульсов необходимо строго следовать рекомендациям, указанным в документации на сервопривод.

Для моделирования используется компонент сервопривода предоставляемый Simscape RC Servo. Используя данный компонент, мы можем смоделировать реальный сервопривод, для этого задаются параметры для этого блока, основными являются:

- *Stall torque* – крутящий момент максимальной нагрузки без остановки.
- *Time to travel 60 degrees* – время для выходного вала, чтобы повернуть 60 градусов, когда двигатель не управляет никакой нагрузкой.
- *Corresponding nominal voltage* – напряжение питания DC



- *Rotational range* – угловая область для выходного вала, в градусах.
- *Corresponding pulse widths* – входная ширина импульса, соответствующая минимальным и максимальным выходным углам.
- *Pulse threshold* – Пороговое напряжение для импульсного управления.
- *Rotor inertia* – Инерция двигателя постоянного тока, плюс инерция леввереджа, отраженного к ротору.

Для моделирования был выбран сервопривод *Mystery SG-90* (рис. 1)

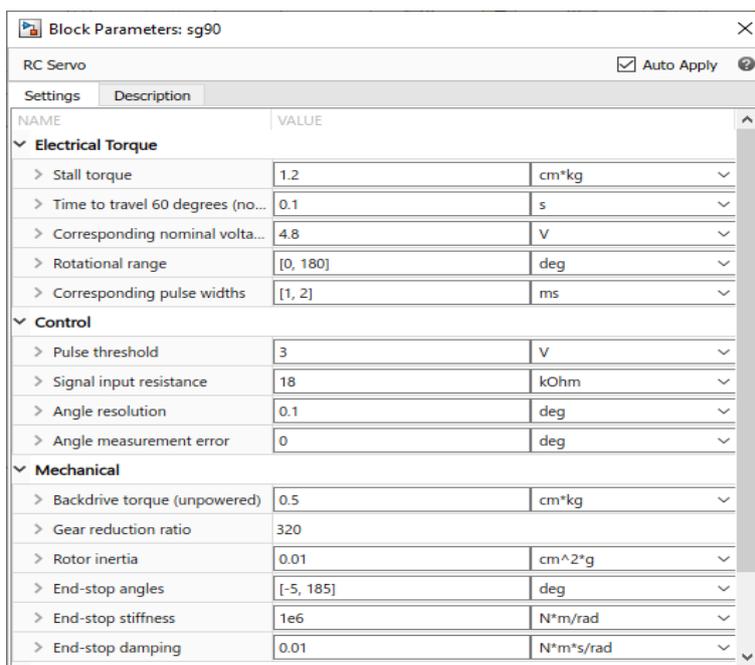


Рис 1. Сервопривод SG90

У данного сервопривода задана следующая спецификация из документации:

- Ограничение по угловой области: 0-180 градусов,
- Крутящий момент: 2.5 kg-cm
- Рабочее напряжение: 4.8V
- Время для преодоления 60 градусов: 0,1с

Зададим известные параметры в компонент (рис. 2), в документации отсутствуют многие параметры, поэтому принято оставить их по умолчанию.



NAME	VALUE	
Electrical Torque		
> Stall torque	1.2	cm*kg
> Time to travel 60 degrees (no...	0.1	s
> Corresponding nominal volta...	4.8	V
> Rotational range	[0, 180]	deg
> Corresponding pulse widths	[1, 2]	ms
Control		
> Pulse threshold	3	V
> Signal input resistance	18	kOhm
> Angle resolution	0.1	deg
> Angle measurement error	0	deg
Mechanical		
> Backdrive torque (unpowered)	0.5	cm*kg
> Gear reduction ratio	320	
> Rotor inertia	0.01	cm^2*g
> End-stop angles	[-5, 185]	deg
> End-stop stiffness	1e6	N*m/rad
> End-stop damping	0.01	N*m*s/rad

Рис. 2 Окно параметров RC Servo



Привод управляется ШИМ-сигналом с шириной импульса от 1 до 2 миллисекунд, где 1ms соответствует углу 0 градусов, 2ms соответствует 180 градусам (рис. 3).

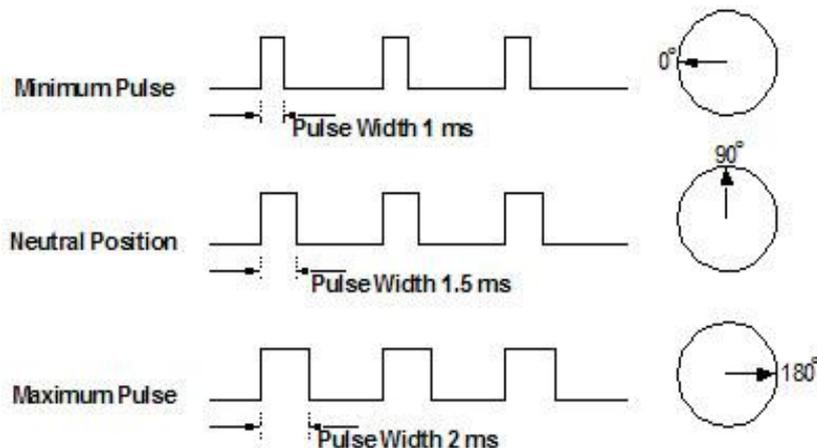


Рис. 3 Управление сервоприводом SG90

Изначально угол будет равен 90 градусам, посылаем сигнал с периодичность 2 секунды, сперва идет 1ms, 1.5ms, 2ms, 1ms, 1.5ms.

Схема, полученная в среде Simscape представлена на рис. 4, для генерации ШИМ сигнала использовался блок *Matlab Function*, который передает сигнал *Controlled PWM Voltage*, который затем этот сигнал преобразует в электрический сигнал, для соответствия типу сигнала.

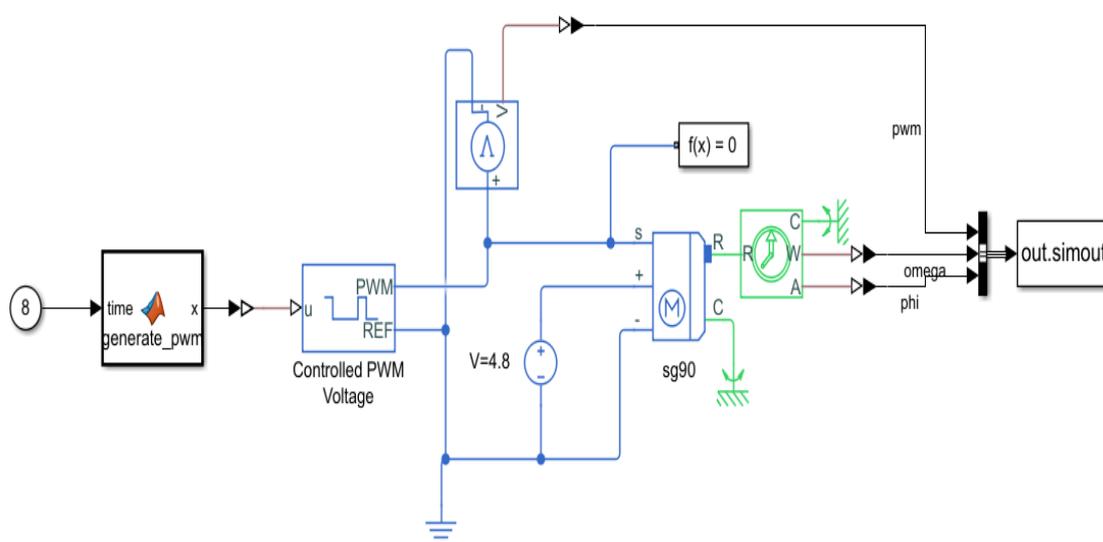


Рис. 4 Схема в среде Simscape

График углового смещения, угловой скорости и ШИМ-сигнала показана на рис.6. Как видно из графика при подаче сигнала разной шириной импульса, у сервопривода происходит кручение выходного вала в нужный нам угол.



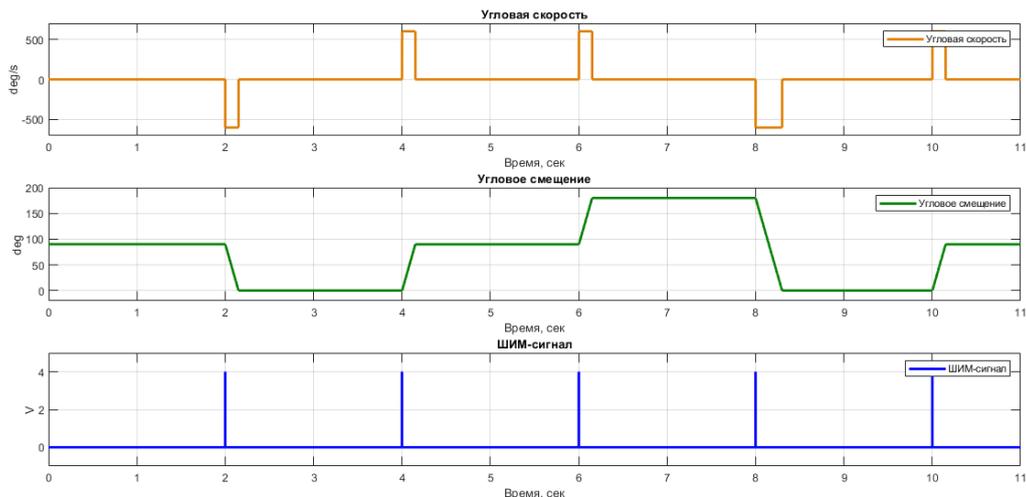


Рис. 6 График угловой скорости, углового смещения, ШИМ-сигнала

Список литературы:

1. Управление сервоприводами, ЧАСТЬ 1. Сервоприводы – устройство и способы управления // Habr URL: <https://habr.com/ru/articles/750222/> (дата обращения: 23.05.2024).
2. Repka Pi и управление сервоприводами, ЧАСТЬ 4. Прямое управление по I2C ШИМ/PWM сервоприводами и светодиодами с Repka Pi через Robointellect Controller 001 // repka-pi URL: <https://repka-pi.ru/blog/post/repka-pi-i-upravlenie-servoprivodami-chast-4-priamoe-upravlenie-po-i2c-shim-pwm-servoprivodami-i-svetodiodami-s-repka-pi-cherez-robointellect-controller-001-36> (дата обращения: 23.05.2024).
3. Сервомотор RC // exponenta URL: <https://docs.exponenta.ru/R2019a/physmod/sps/ref/rcservo.html> (дата обращения: 23.05.2024).

