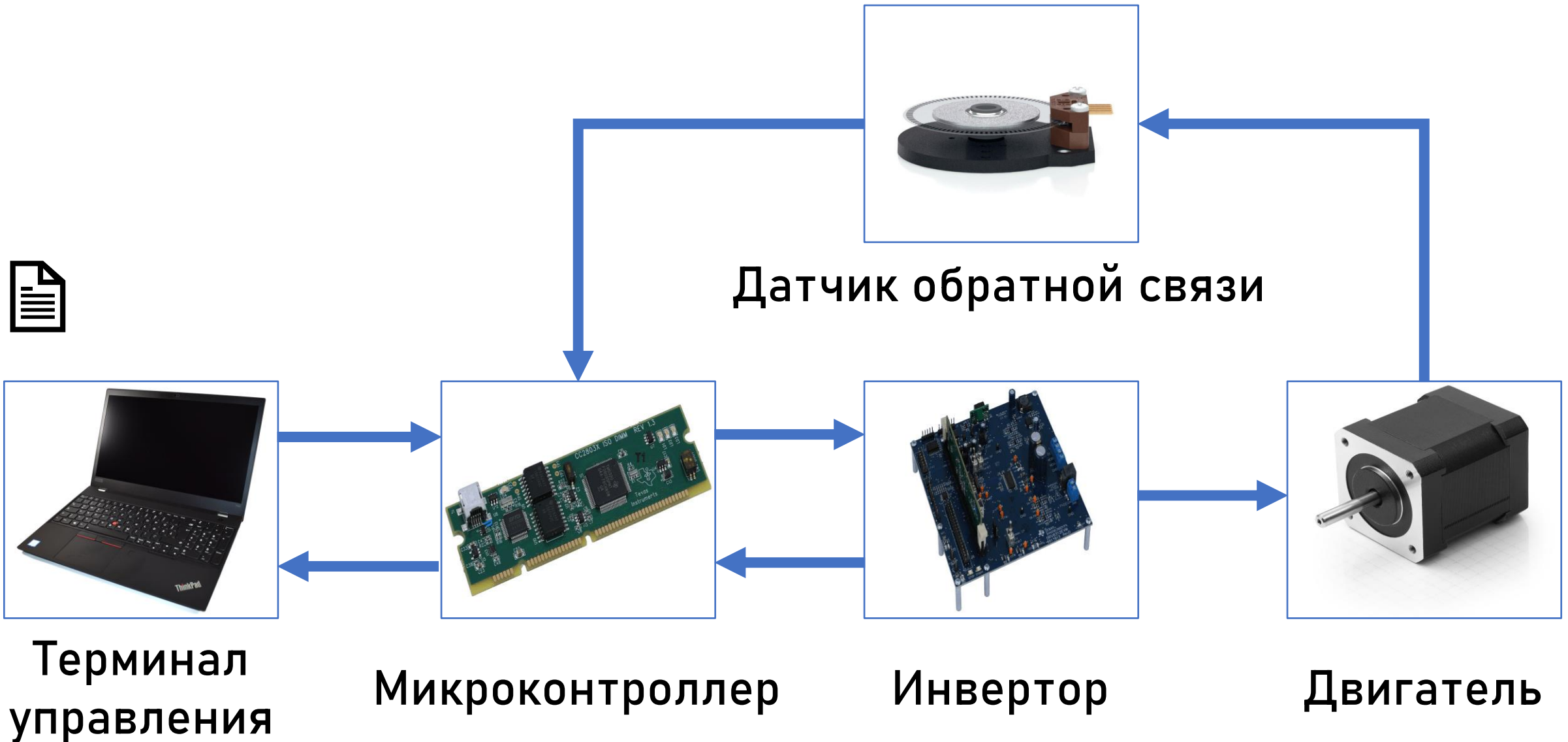


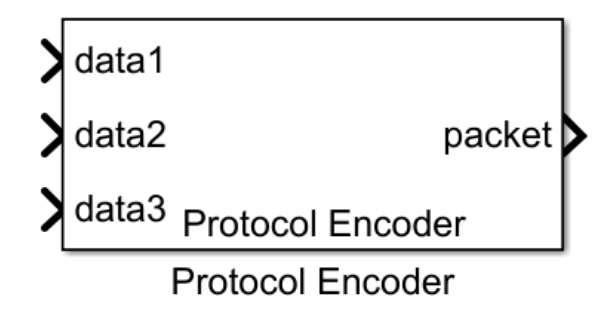
Управление электроприводом



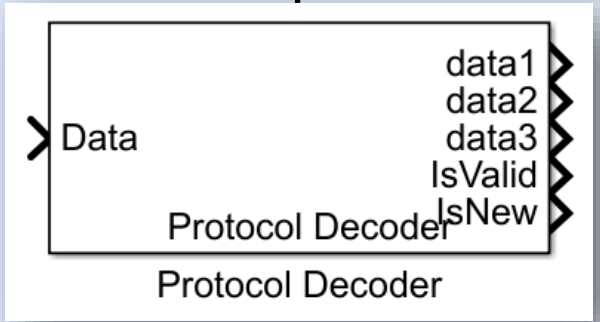
Передача и прием сообщений

Автоматическое составление сообщения

Кодирование



Декодирование

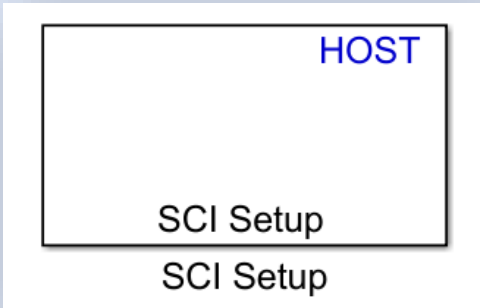


Ручное составление сообщения

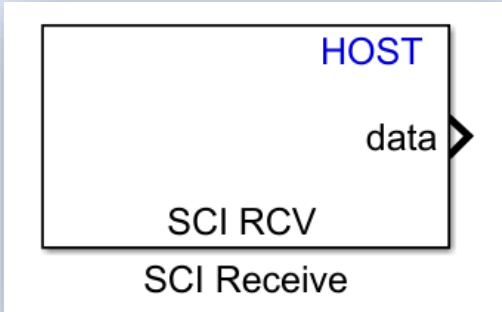
«Расбитовка» сообщения

23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
1	1							1	0							0	1						
Знак				Скорость						Режим работы						Отладка							

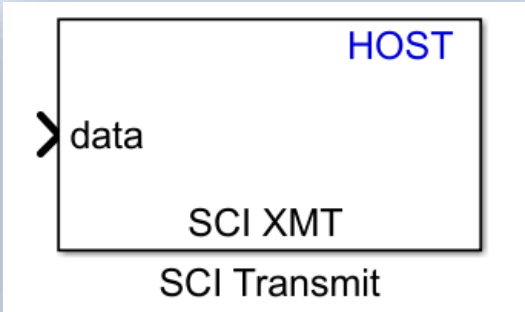
Настройка SCI канала



Прием сообщения по SCI каналу



Передача сообщения по SCI каналу



Микроконтроллер

Алгоритмы управления

- В разомкнутом контуре
- Векторное управление
- Скалярное управление
- Продвинутое управление
- Настройка регуляторов
- Реализация каскадной системы с несколькими частотами дискретизации

[Подробнее](#)

Алгоритмы определения скорости и положения

- Физические датчики
- Наблюдатели

[Подробнее](#)

[Подробнее](#)

Формирование ШИМ

- Типы ШИМ сигналов
- Методы модуляции

[Подробнее](#)

Передача и прием сообщений

- Способы составления сообщений
- Блоки периферии

[Подробнее](#)

Алгоритмы управления

В разомкнутом контуре

- Без датчика скорости и положения
- Без регуляторов
- Разгон двигателя перед переходом в режим замкнутого управления
- Большие фазные токи

[Подробнее](#)

Векторное управление

- Многоконтурная система управления
- ПИ-регуляторы
- Определение скорости и положения ротора с помощью датчика или наблюдателей



[Подробнее](#)

Скалярное управление

Управление в замкнутом контуре с датчиками Холла

[Подробнее](#)

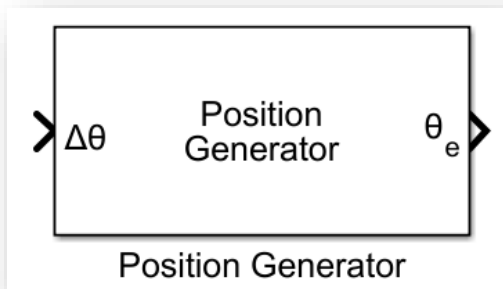
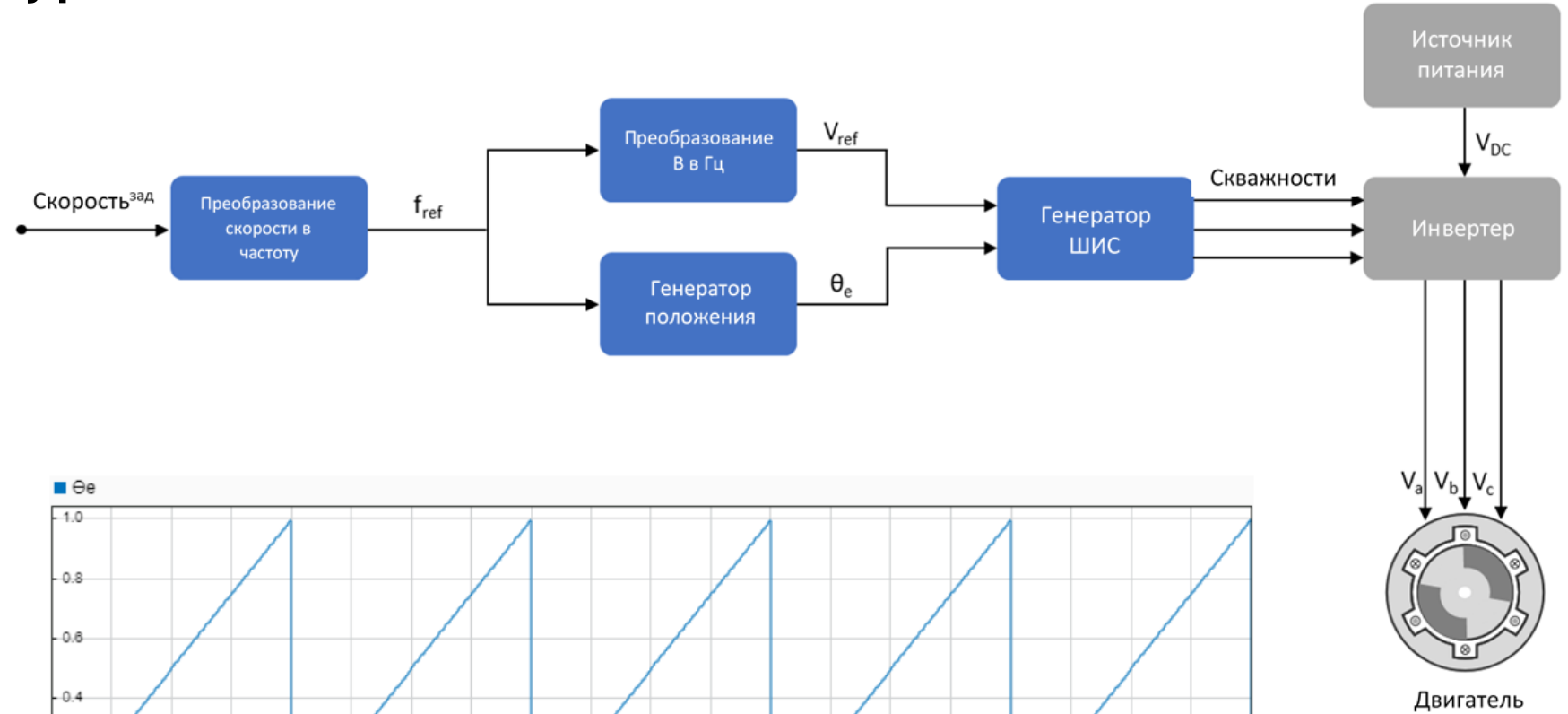
Продвинутые способы управления

- Direct Torque Control
- MTPA with field-weakening

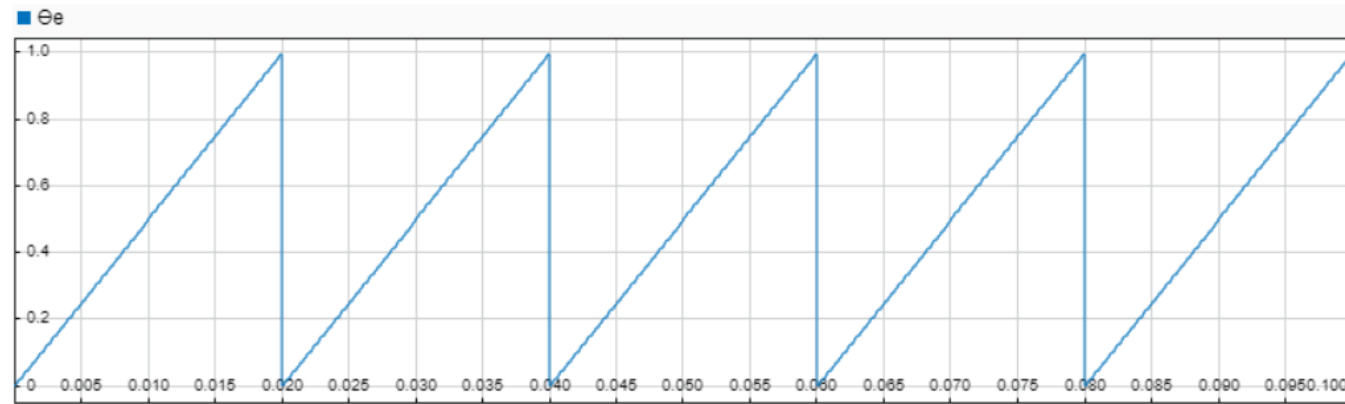
[Подробнее](#)

Алгоритмы управления

В разомкнутом контуре (В/Гц)



Подробнее



Алгоритмы управления

Векторное управление

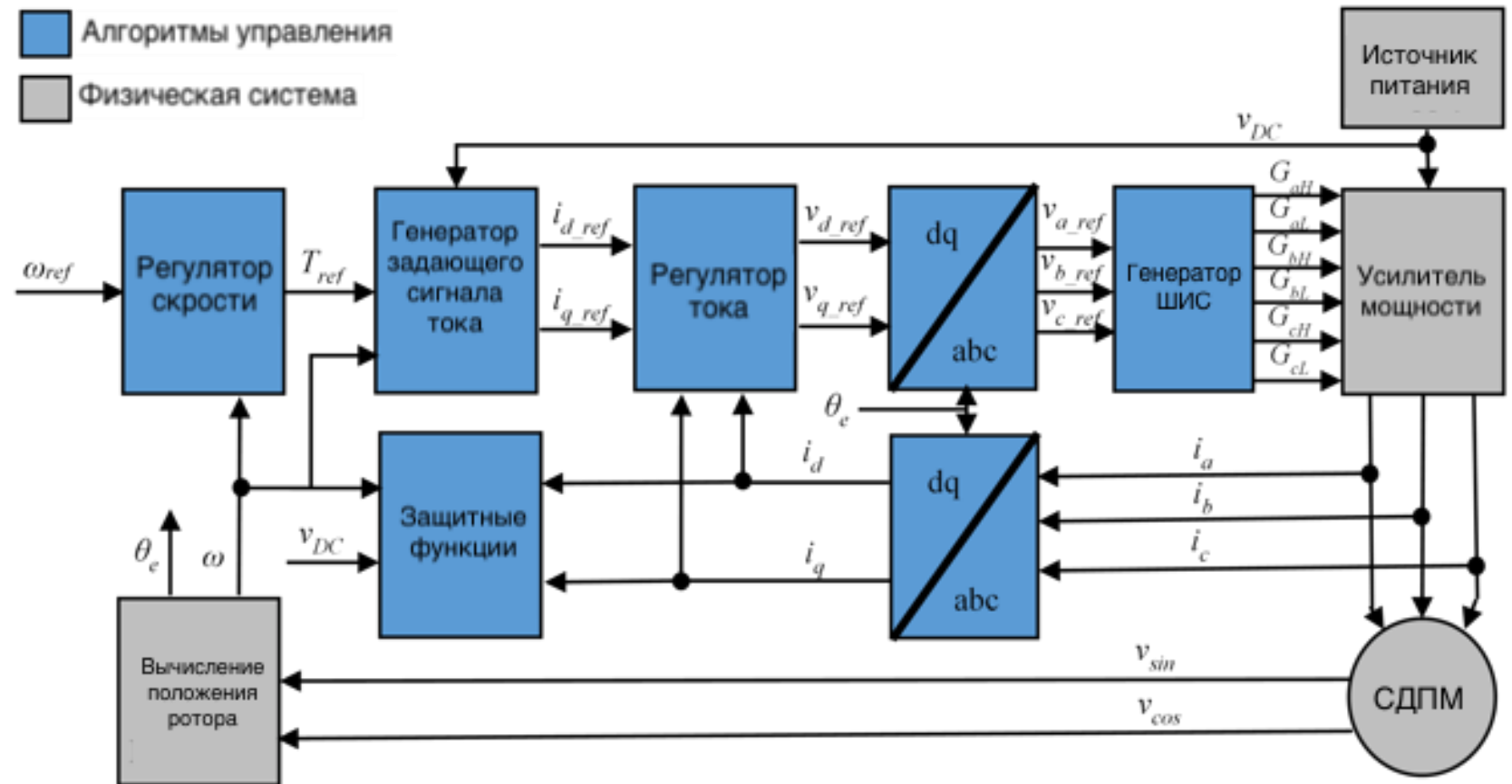
Математические операции

Блоки для кодогенерации

Блоки для моделирования

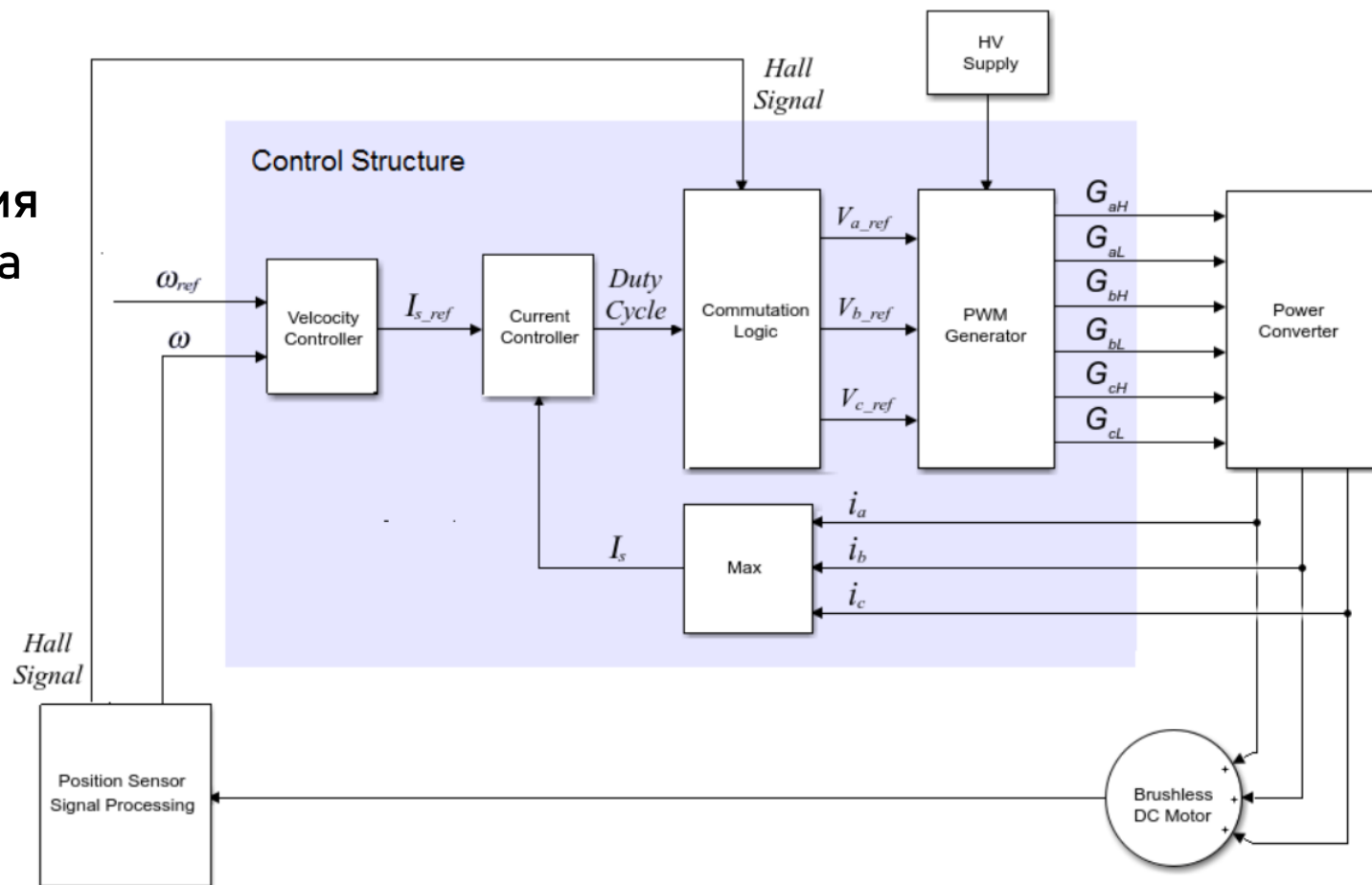
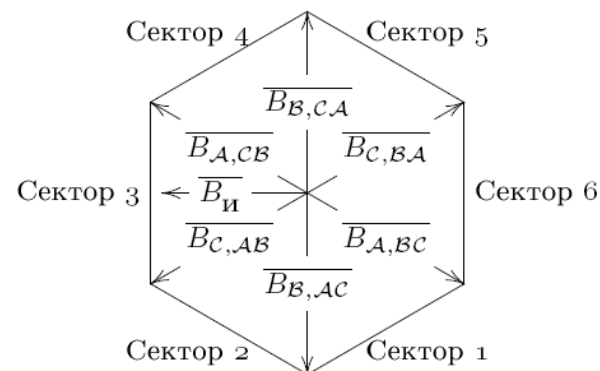
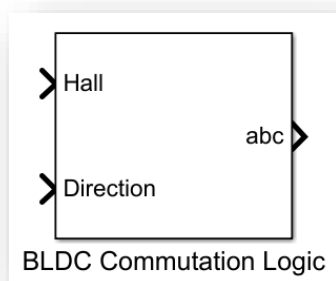
Контроллеры

- Дискретные
- Непрерывные



Скалярное управление

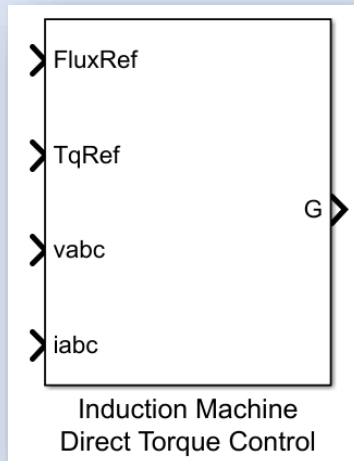
- # Кодогенерация Моделирование



Продвинутые алгоритмы управления

Direct Torque Control

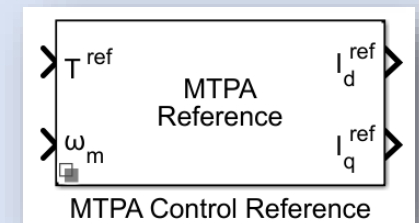
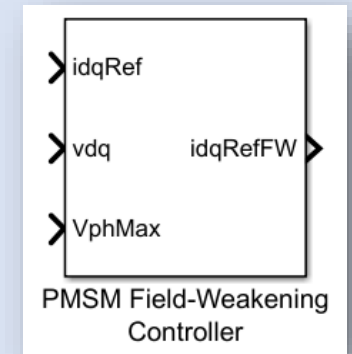
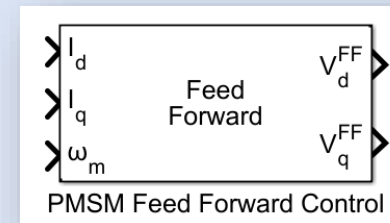
- Без ПИ-регуляторов контура тока
- Без тригонометрических преобразований
- Низкие потери на переключения ключей
- Высокая частота работы вычислителя
- Высокоточные датчики тока



MTPA with field-weakening

- Разгон выше номинальной скорости
- Увеличение КПД двигателя
- Сложная система управления
- Нелинейная зависимость момента от тока

Подробнее



Настройка регуляторов

Аналитические формулы

- Полный контроль над процессом настройки
- Сложно учесть частоты дискретизации контуров
- Настройка с помощью различных характеристик динамики

Неточно

Готовая функция

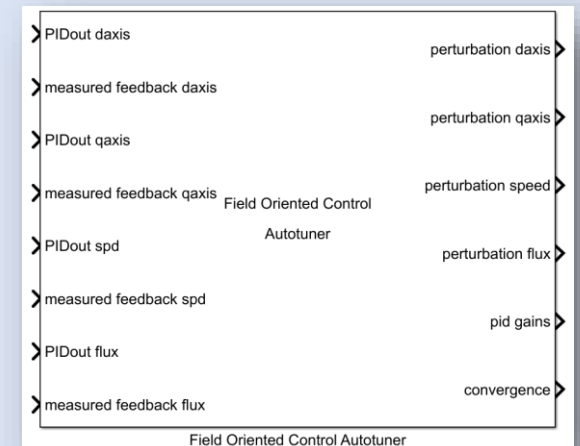
- Учет частот дискретизации контуров
- Учет задержек при обработке сигналов с датчика обратной связи
- Настройка на оптимумы

Посмотреть

Точнее

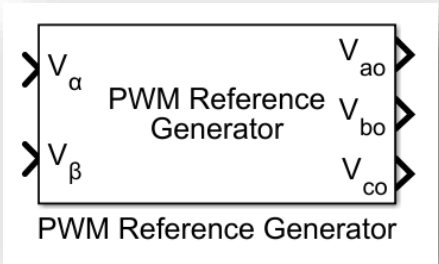
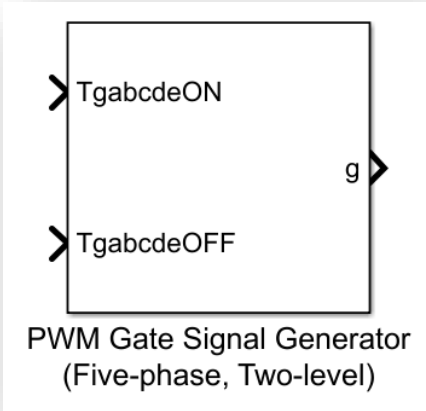
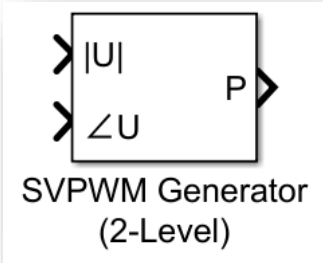
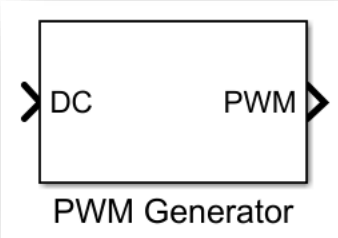
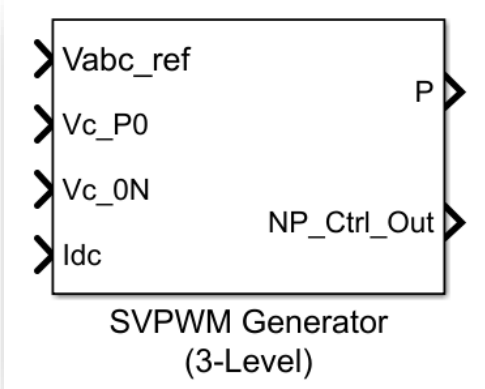
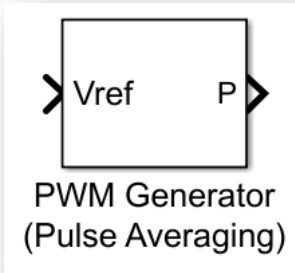
Блок автонастройки

- Метод гармонического анализа
- Настройка системы с несколькими контурами



Точно

Формирование ШИМ

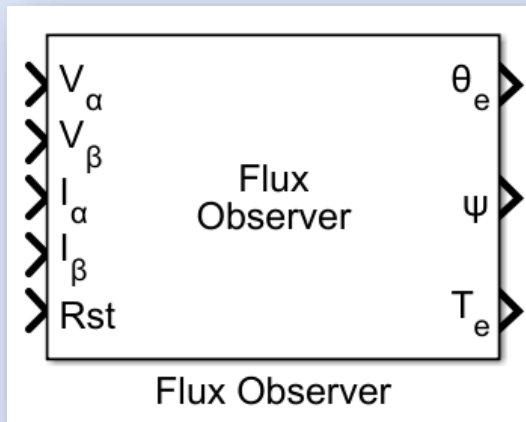


Все блоки

Алгоритмы косвенного определения скорости

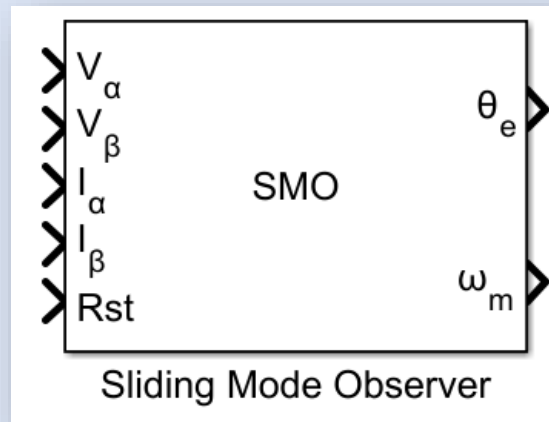
Наблюдатель потока

- Требуется фильтр высоких частот
- Настройка с помощью одного параметра

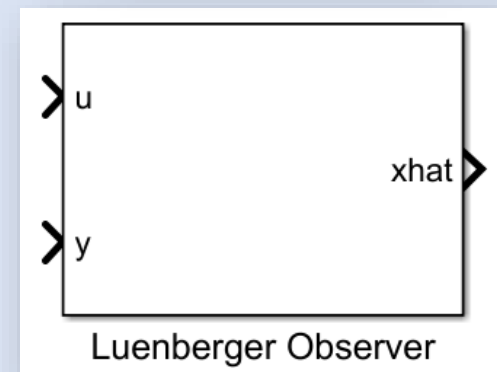
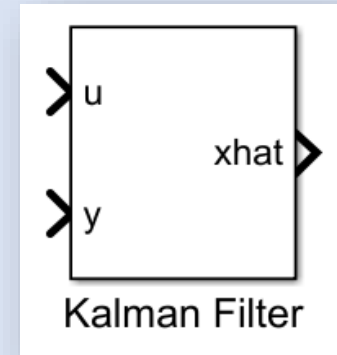


Наблюдатель скользящего режима

- Не требуется фильтр высоких частот
- Настройка с помощью трех параметров

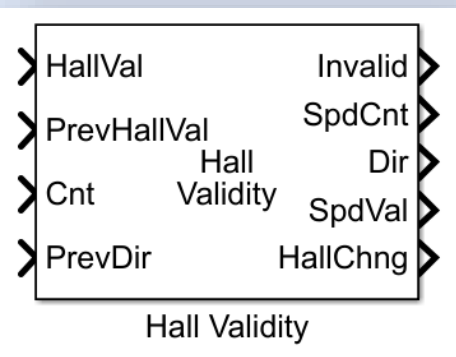
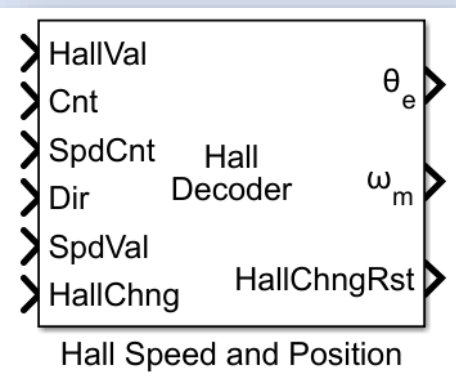


Остальные наблюдатели



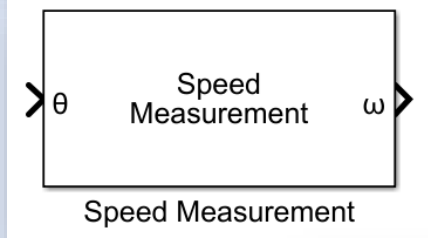
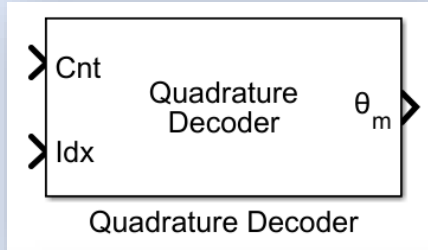
Обработка сигналов с датчиков обратной связи

Датчики Холла

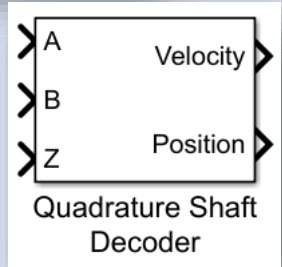


Инкрементальный энкодер

Кодогенерация

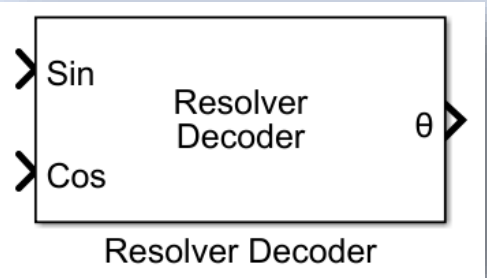


Моделирование

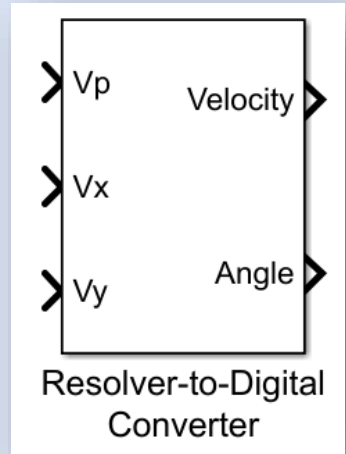


Резольвер

Кодогенерация

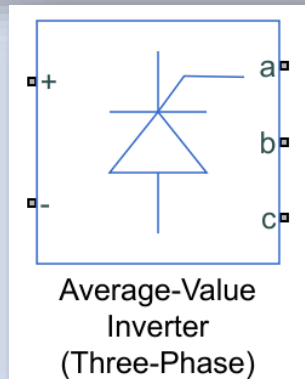
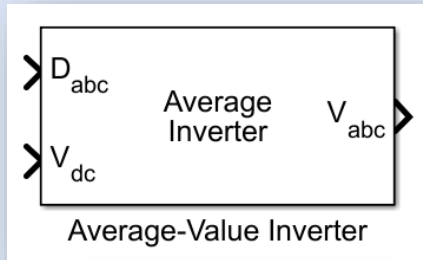


Моделирование



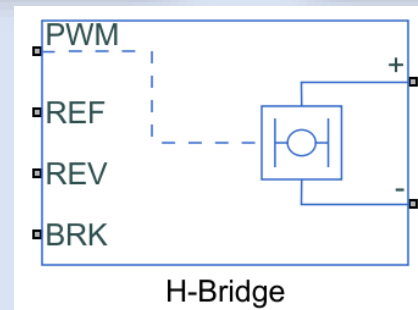
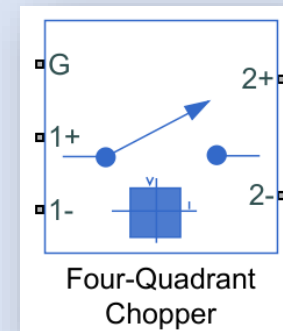
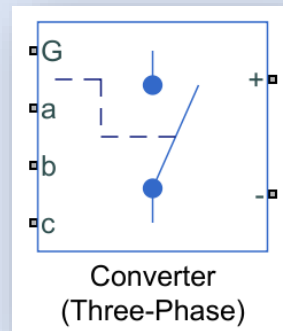
Инвертор

Упрощенный компонент



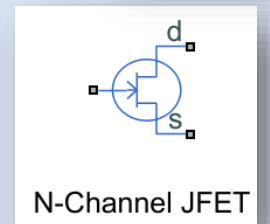
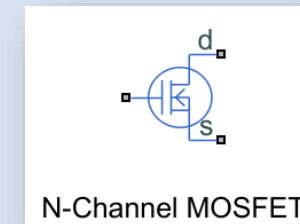
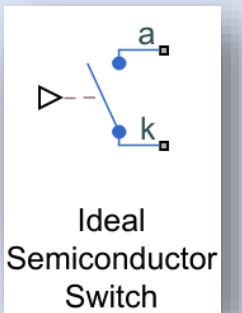
Быстрая проверка
работы схемы

Готовые блоки



Решение прикладных задач

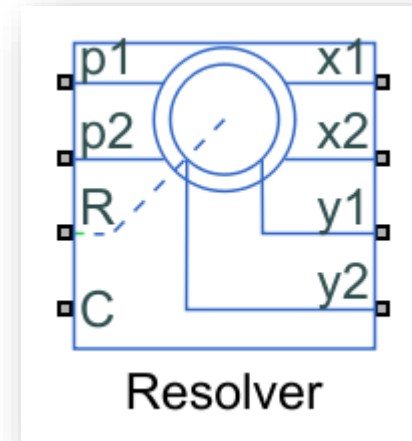
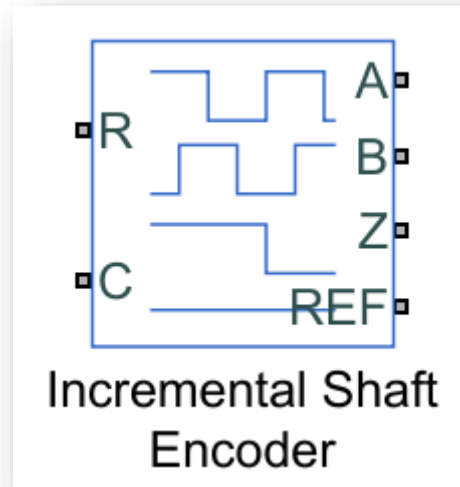
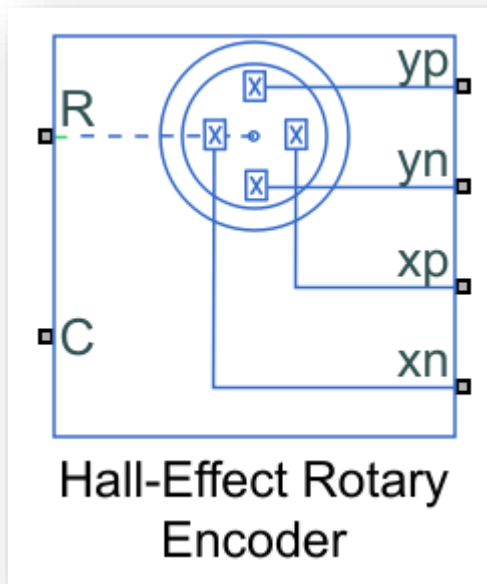
Отдельные элементы



Все блоки

Очень точно,
но очень медленно

Датчик обратной связи



Алгоритмы косвенного определения скорости
(наблюдатели)

Двигатель

Определение параметров синхронного двигателя с постоянными магнитами

1. Сопротивление и индуктивность фазных обмоток
2. Коэффициент противо-ЭДС
3. Коэффициенты трения
4. Момент инерции ротора

Подробнее

Типы двигателей

Асинхронные
двигатели

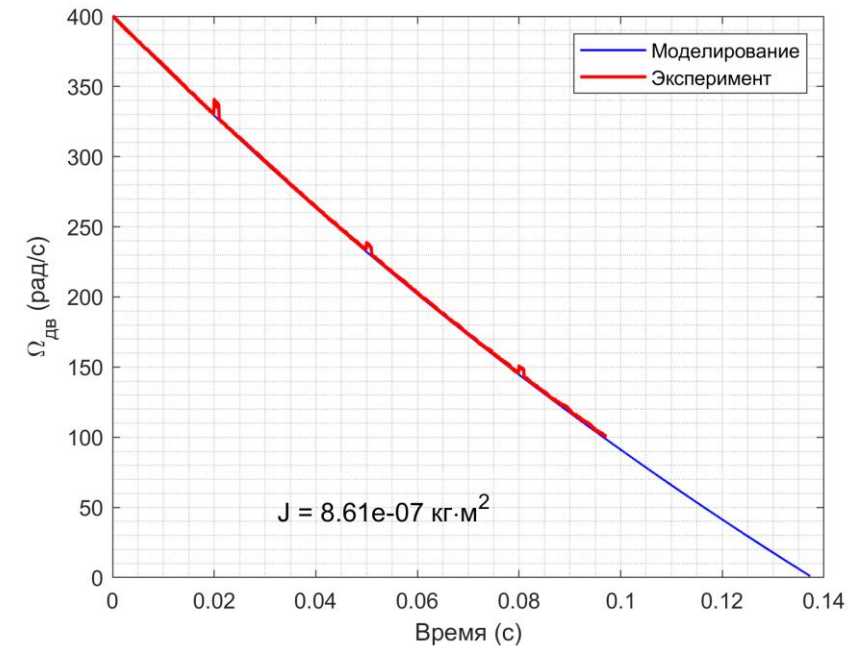
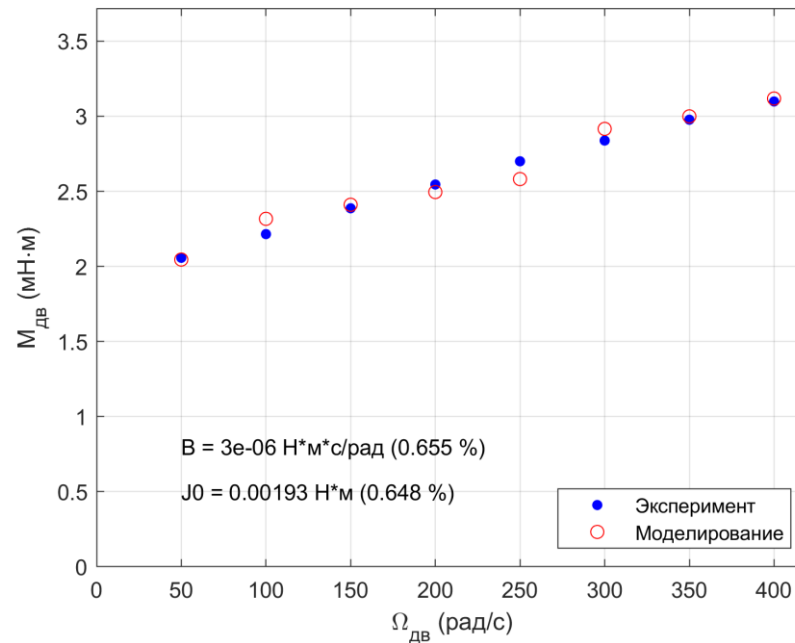
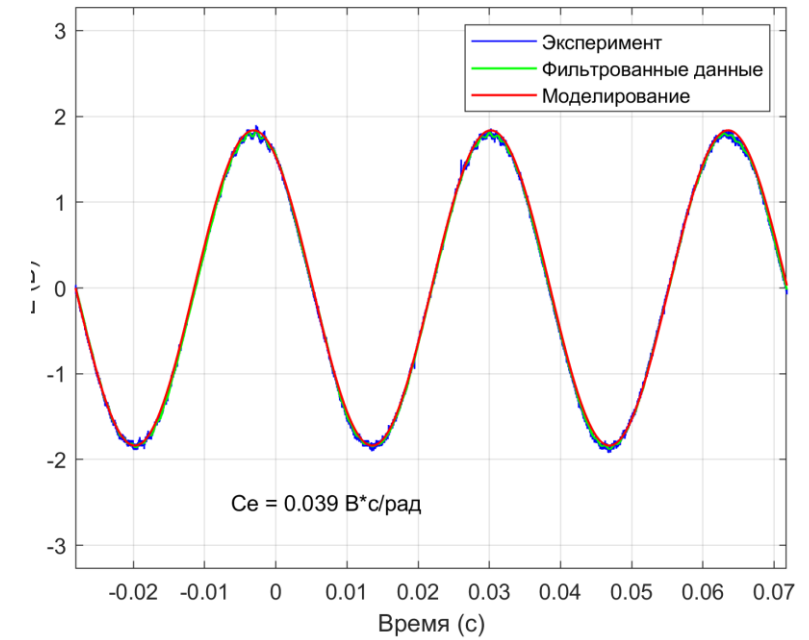
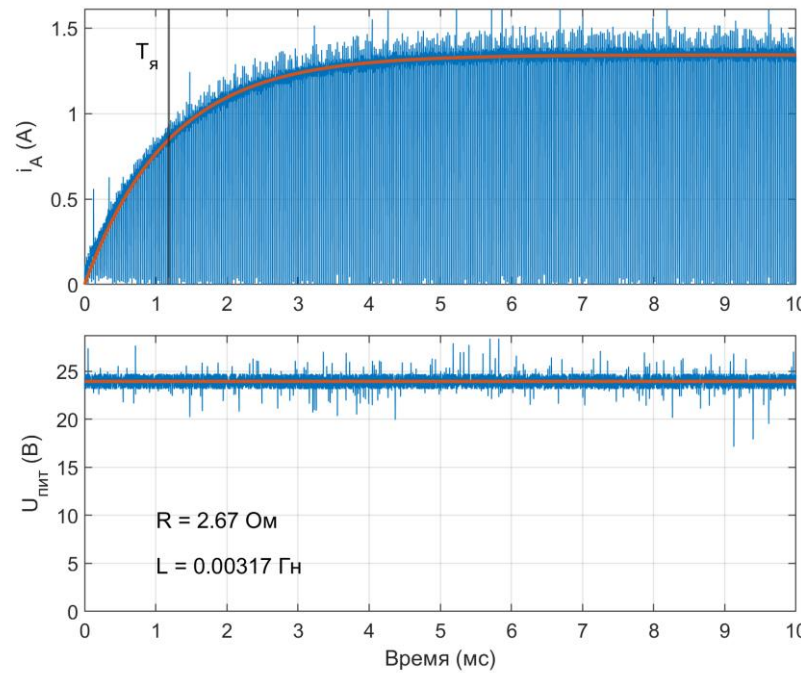
Двигатели
постоянного тока

Шаговые и вентильные
реактивные двигатели

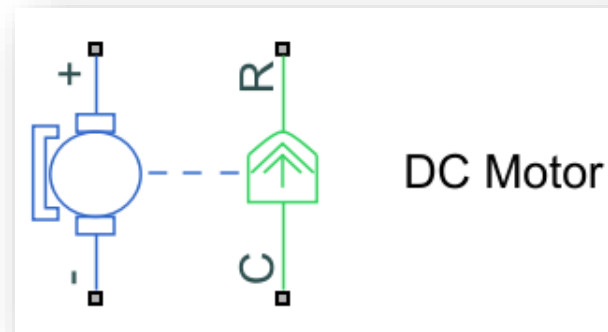
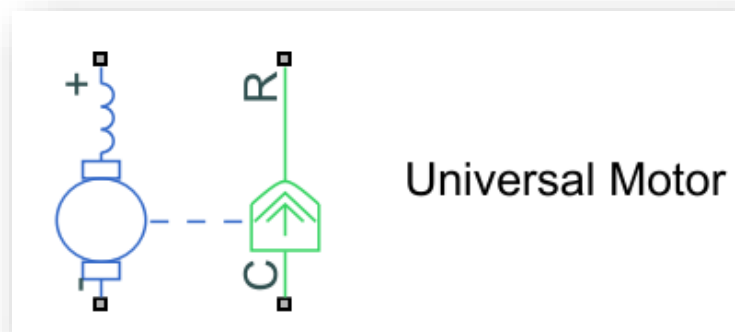
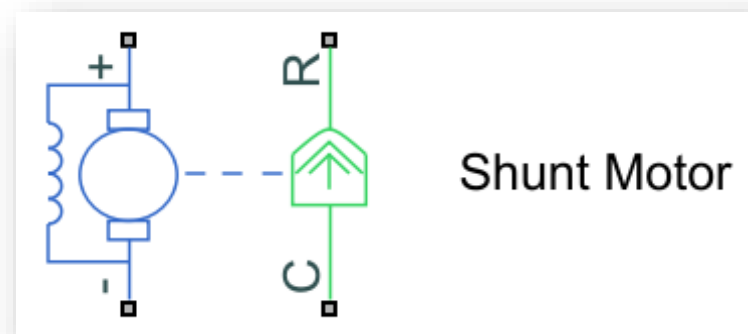
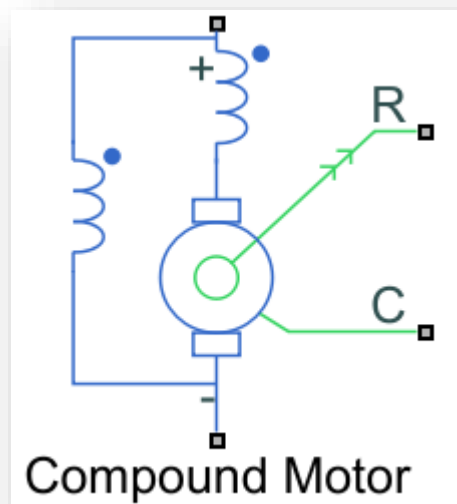
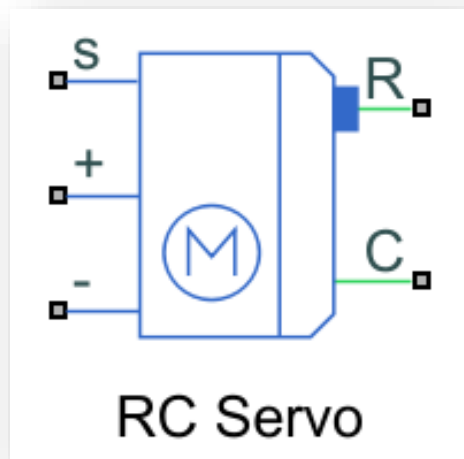
Синхронные двигатели
с постоянными магнитами

Определение параметров двигателя

1. Сопротивление и индуктивность фазных обмоток
2. Коэффициент противо-ЭДС
3. Коэффициенты трения
4. Момент инерции ротора

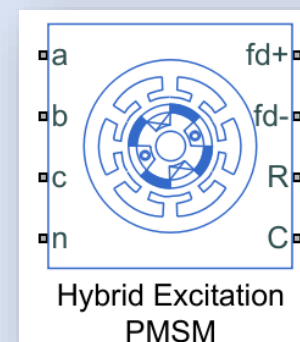
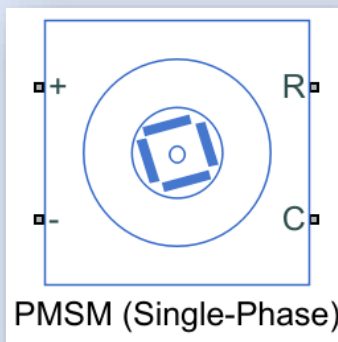
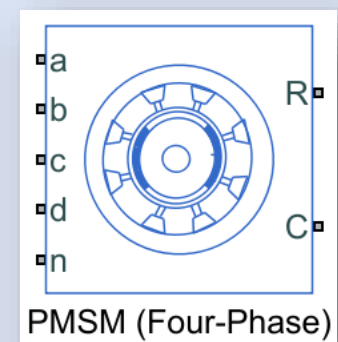
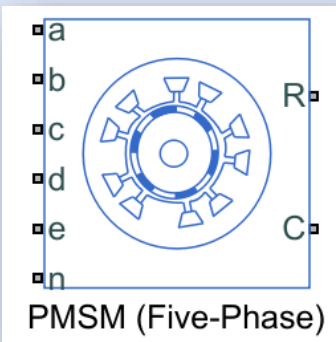
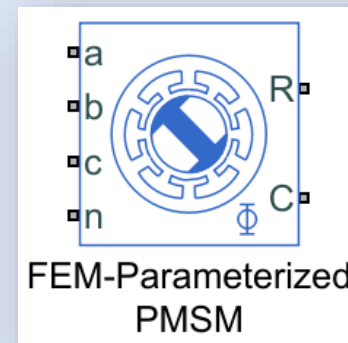
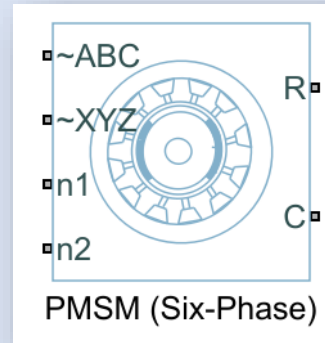
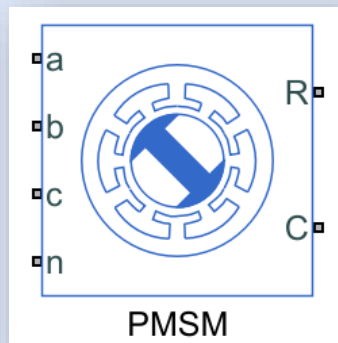
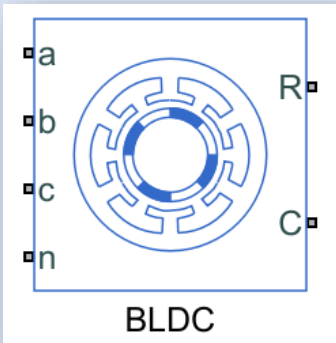


Двигатели постоянного тока

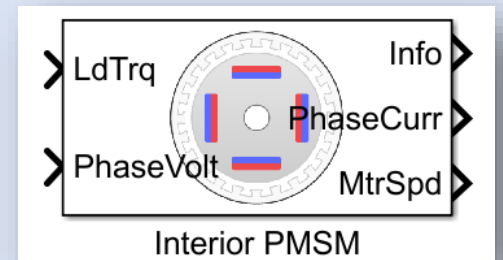
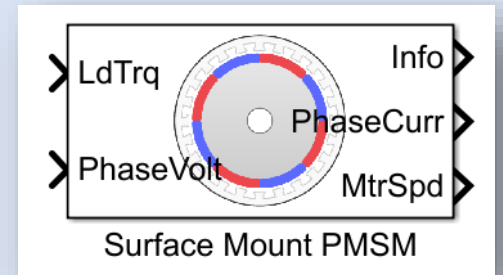


Синхронные двигатели с постоянными магнитами

Точно

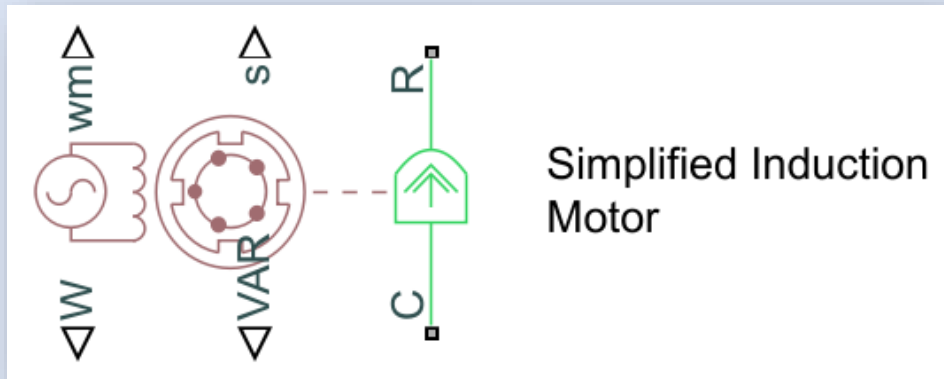
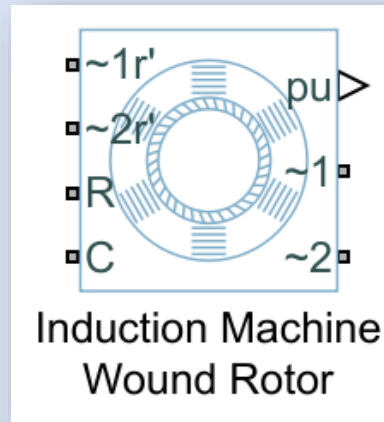
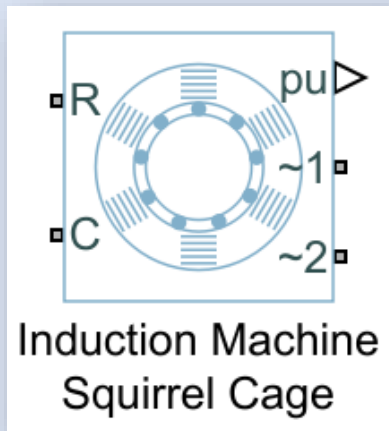
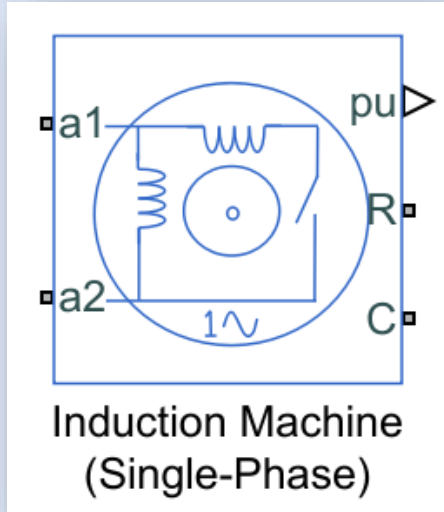


Быстро

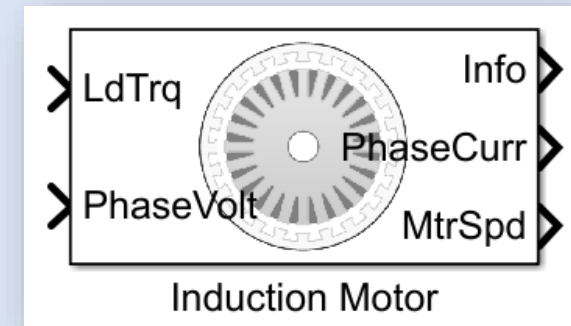


Асинхронные двигатели

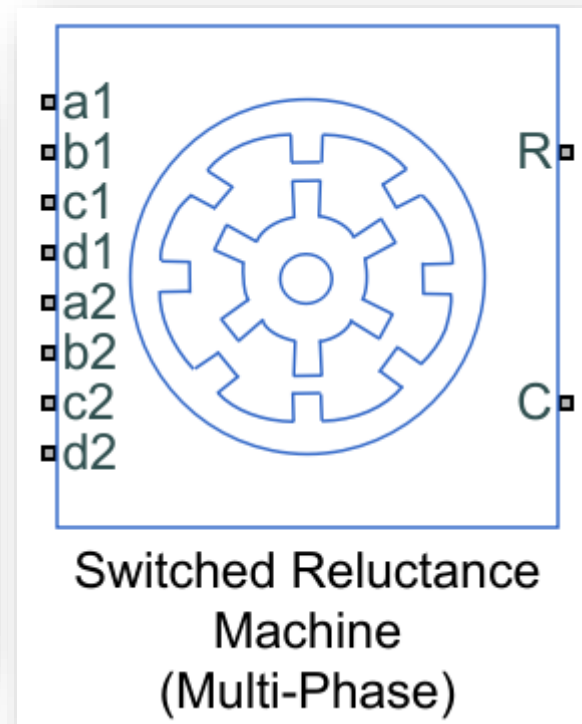
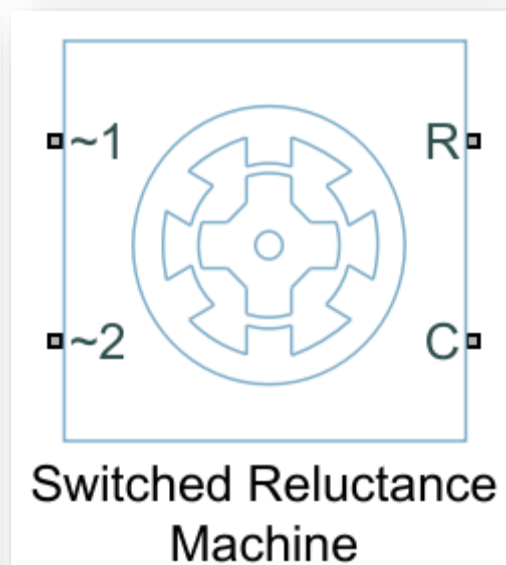
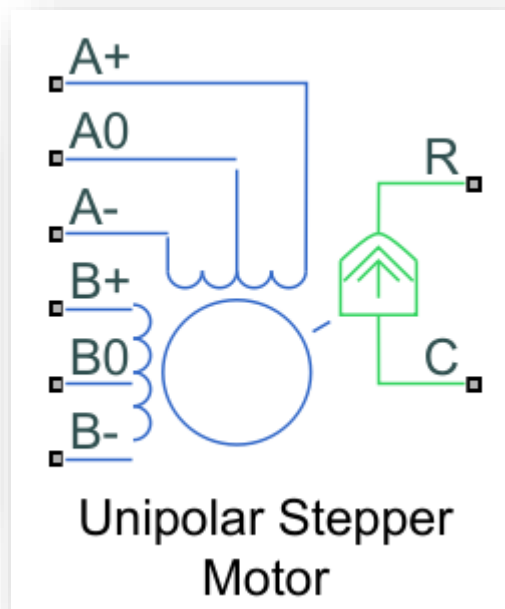
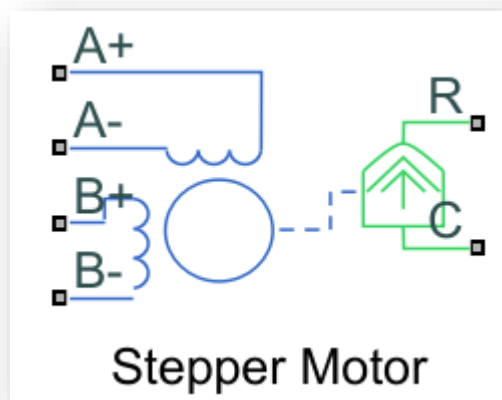
Точно



Быстро



Шаговые и вентильные реактивные двигатели



Ссылки

Используемые инструменты:

- [Embedded Coder](#)
- [Embedded Coder Support Package for Texas Instruments C2000 Processors](#)
- [Motor Control Blockset](#)
- [Simscape](#)
- [Simscape Electrical](#)

Использованные примеры:

- [Run 3-Phase AC Motors in Open-Loop Control and Calibrate ADC Offset](#)
- [Quadrature Encoder Offset Calibration for PMSM Motor](#)
- [Field-Oriented Control of PMSM Using SI Units](#)
- [MATLAB Project for FOC of PMSM with Quadrature Encoder](#)
- [Sensorless Field-Oriented Control of PMSM](#)

Подробнее

tech@exponenta.ru
exponenta.ru



ЭКСПОНЕНТА
ЦЕНТР ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
И МОДЕЛИРОВАНИЯ