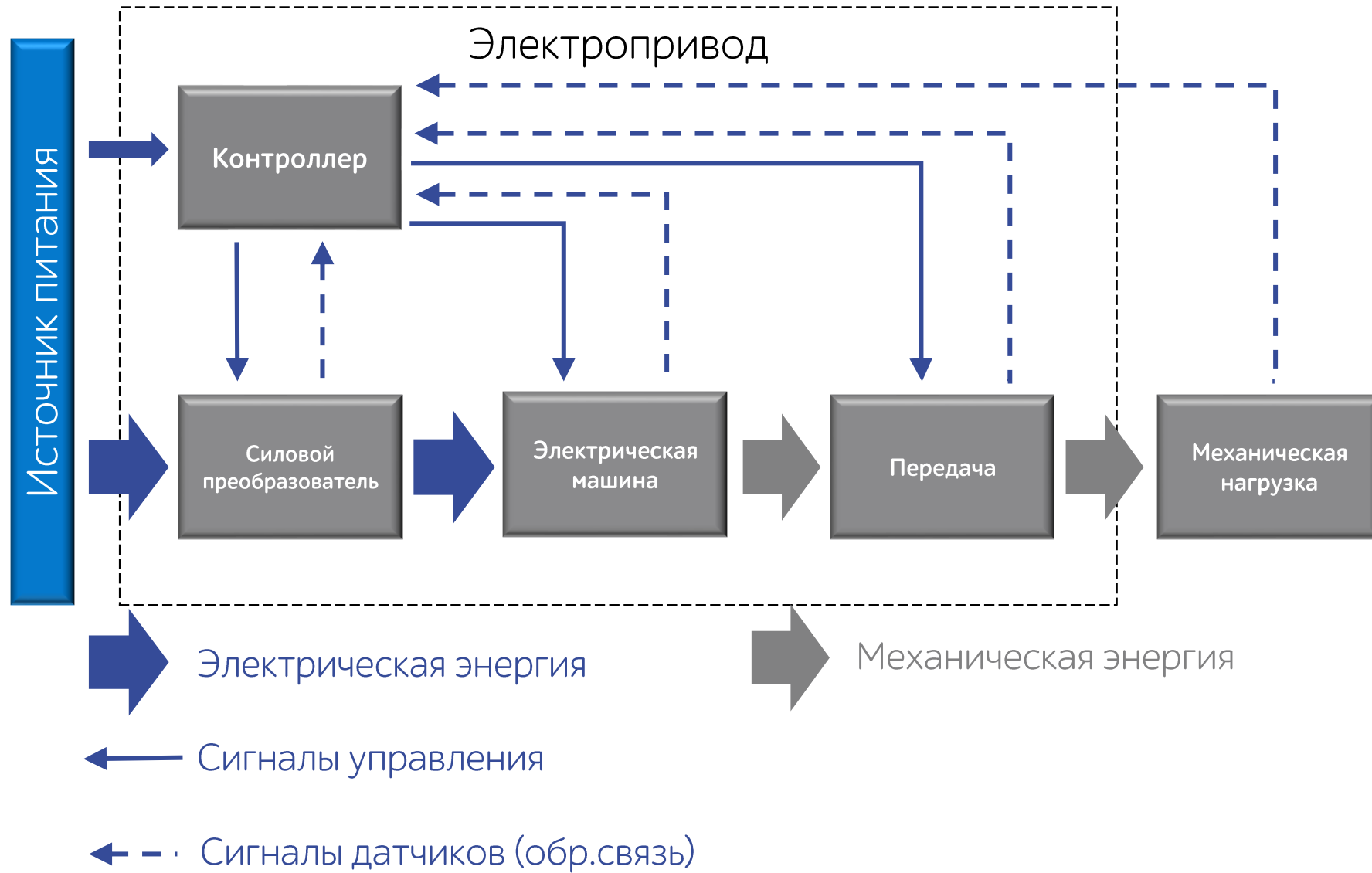


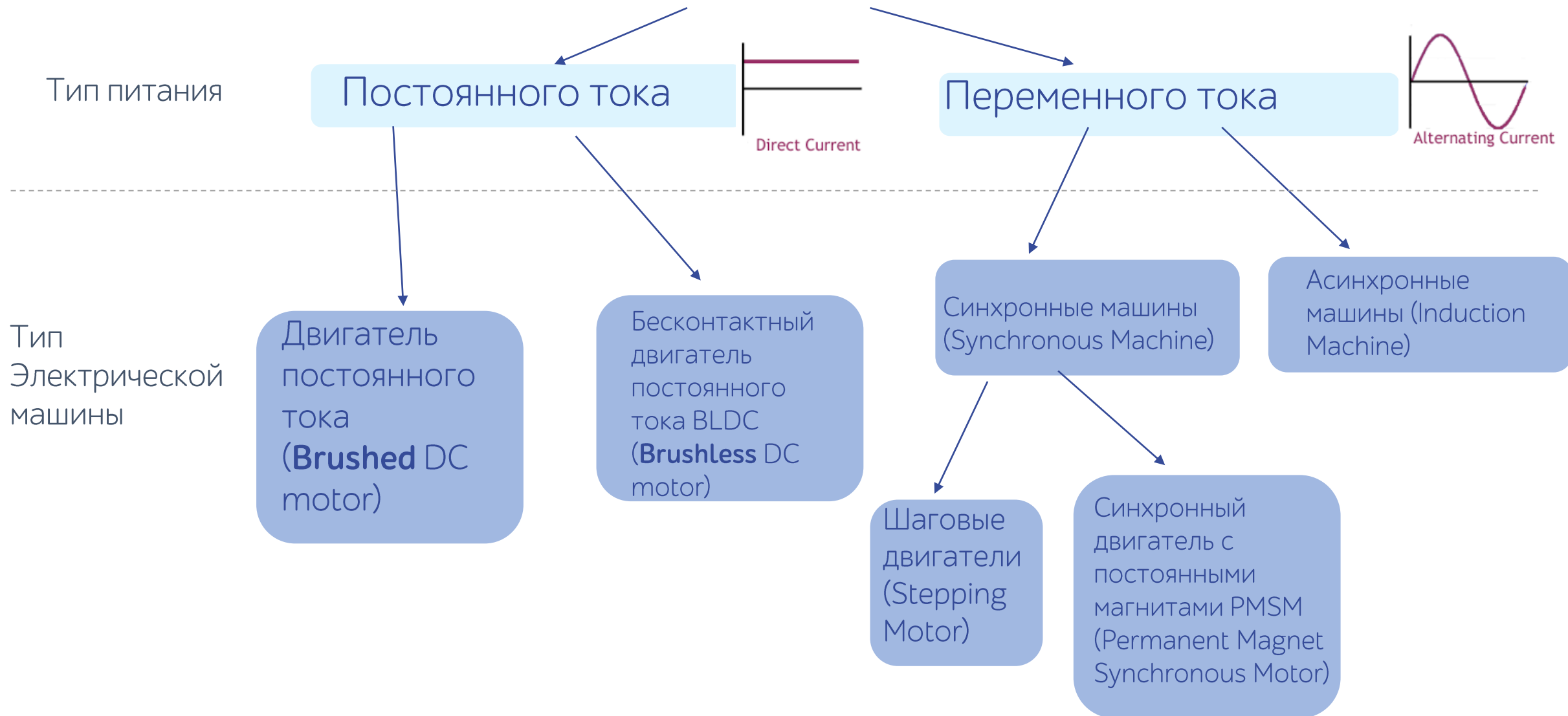
Лабораторные работы

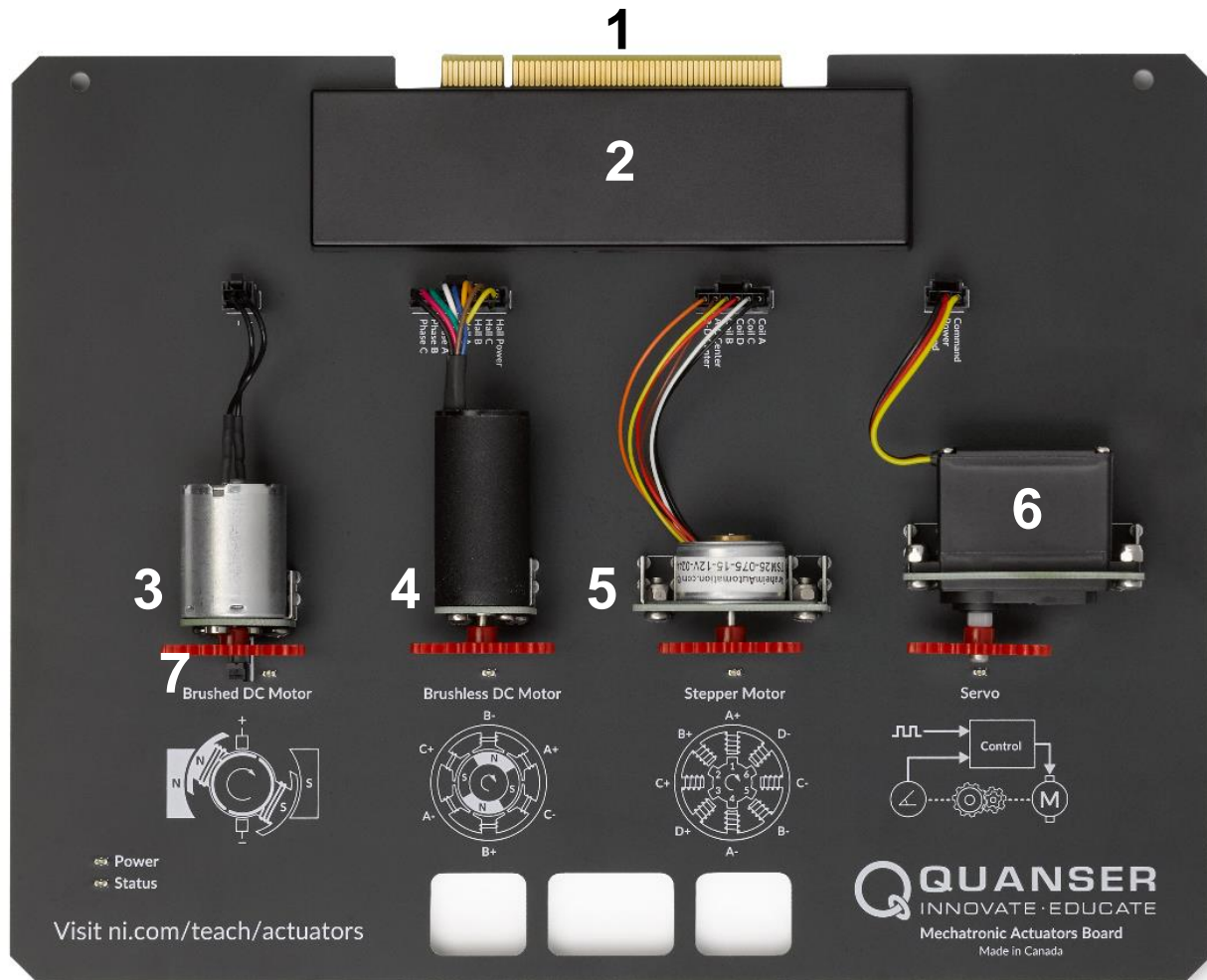




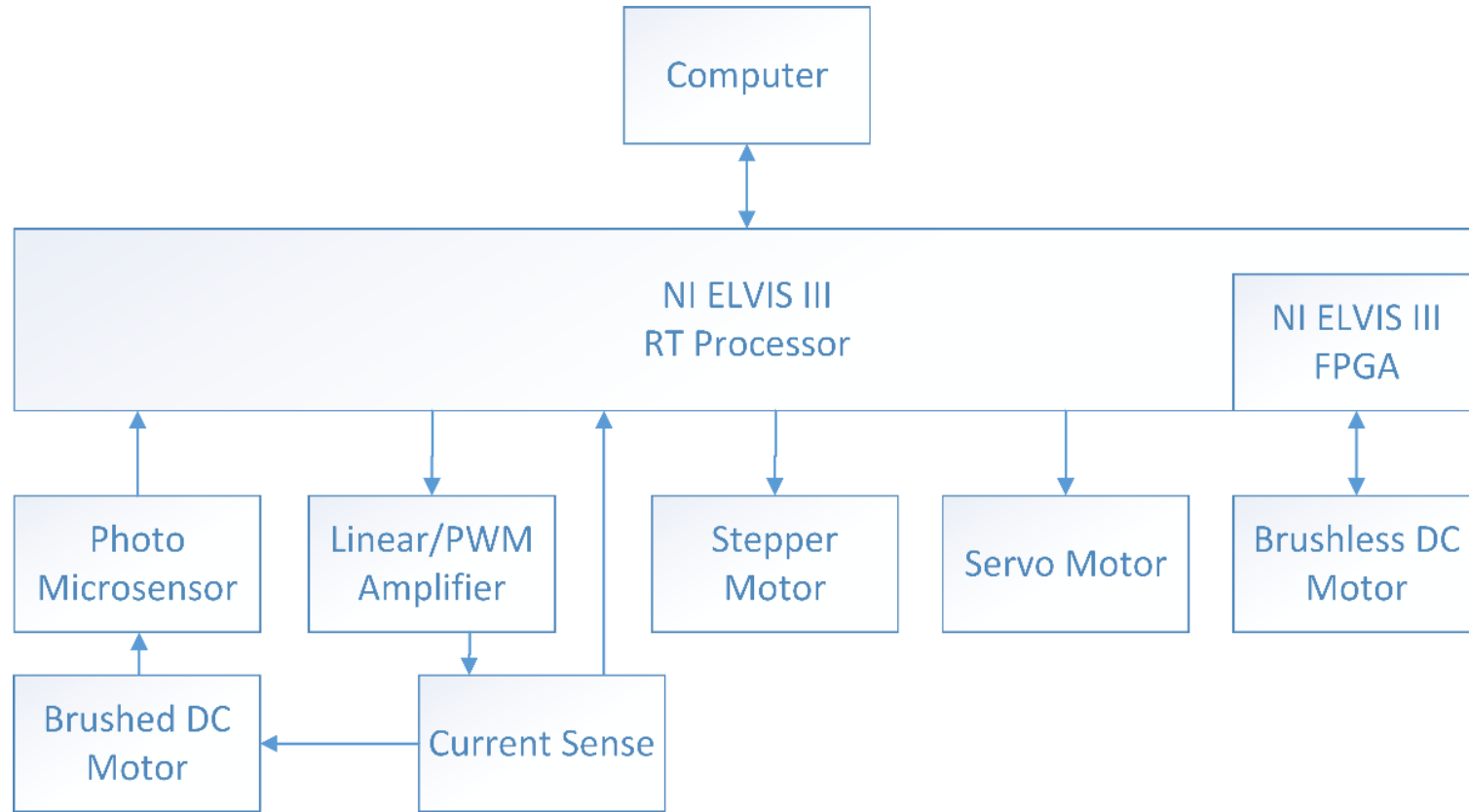
Электрические машины

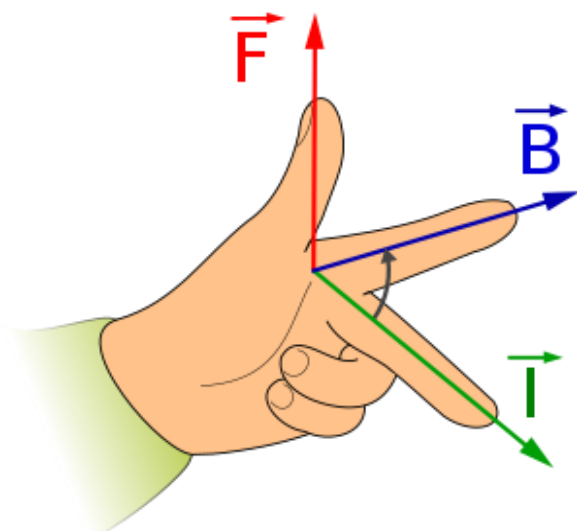
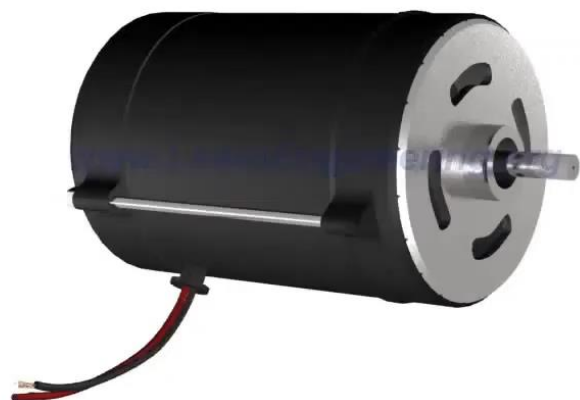
Электропривод



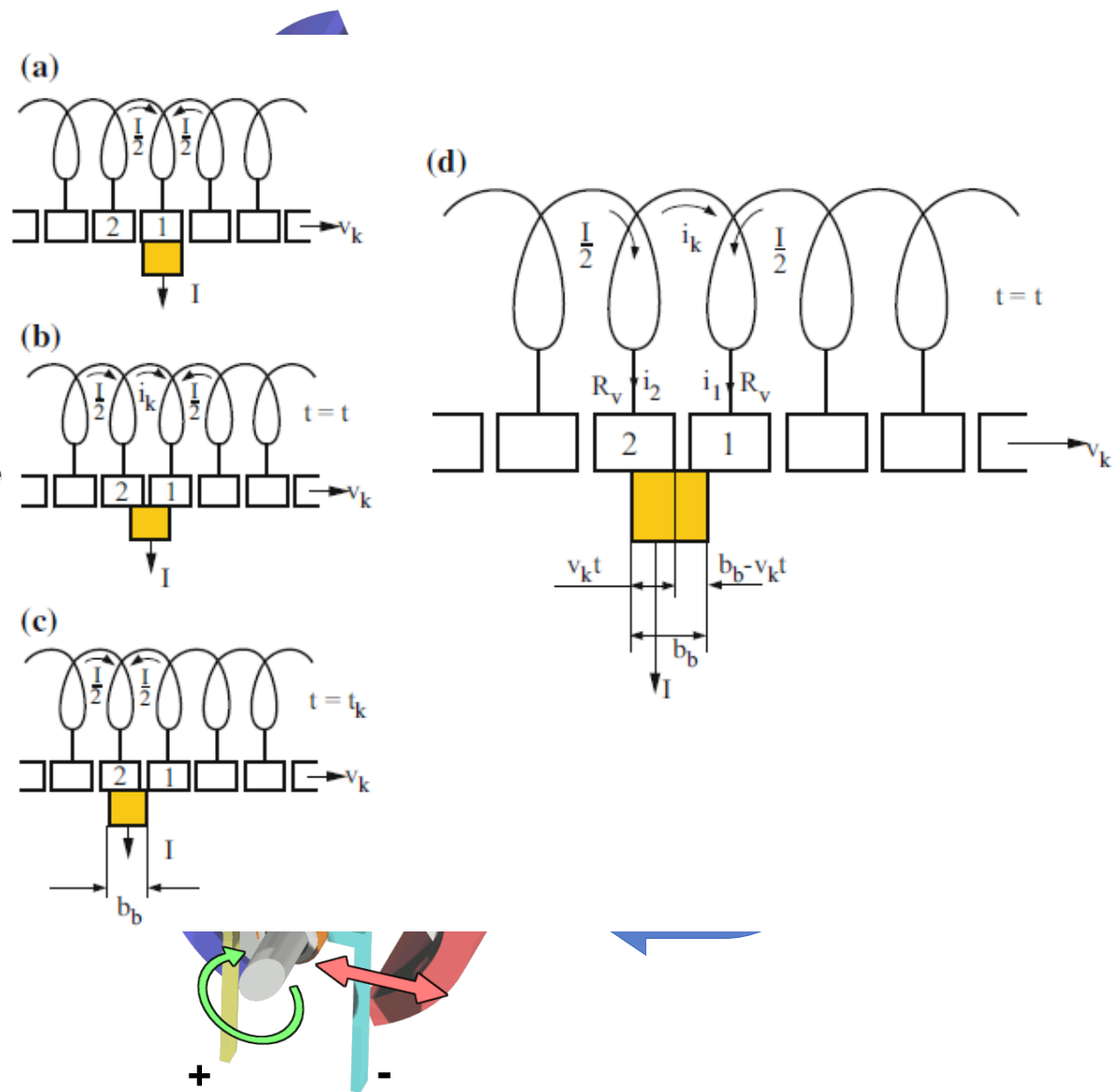


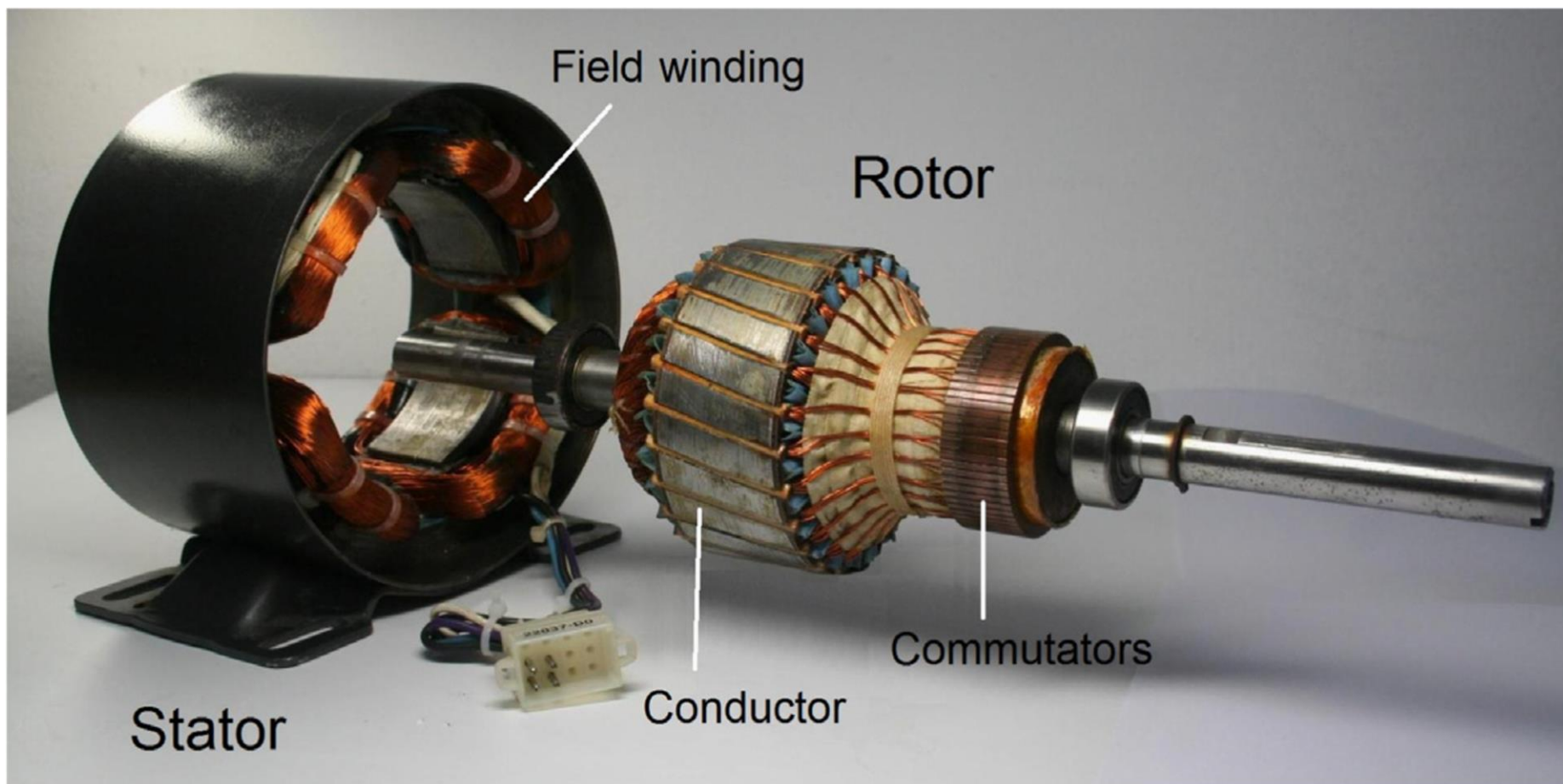
№	Компонент
1	Разъем PCI для подключения к NI ELVIS III
2	Линейный усилитель и ШИМ-усилитель, датчик тока щеточного двигателя постоянного тока (под крышкой)
3	Двигатель постоянного тока
4	Бесконтактный двигатель постоянного тока
5	Шаговый двигатель
6	Серводвигатель
7	Фотоэлектрический микродатчик



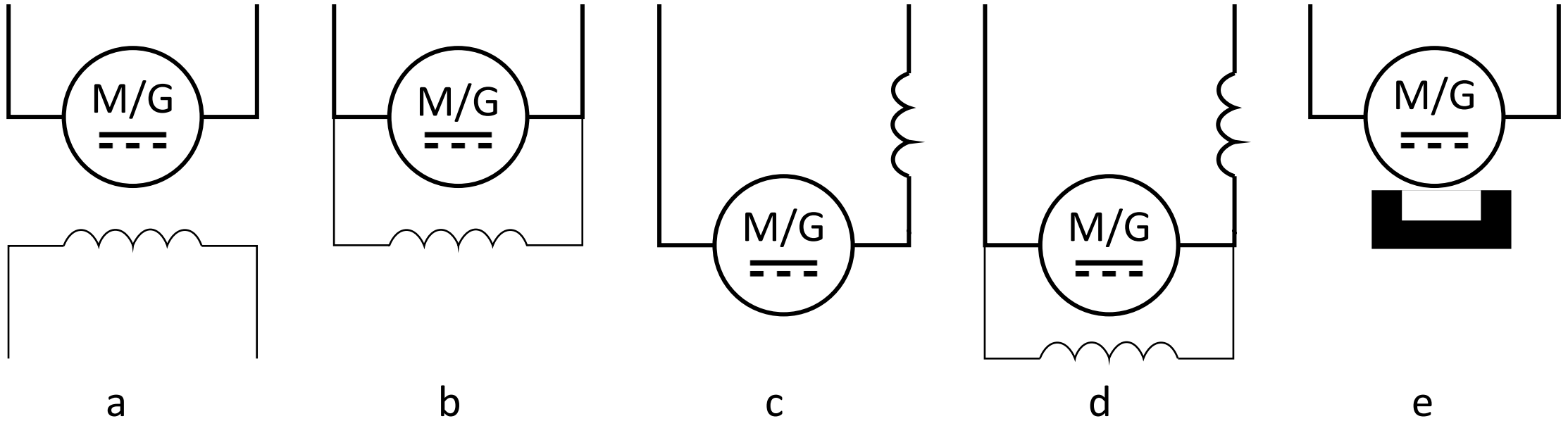


www.LearnEngine



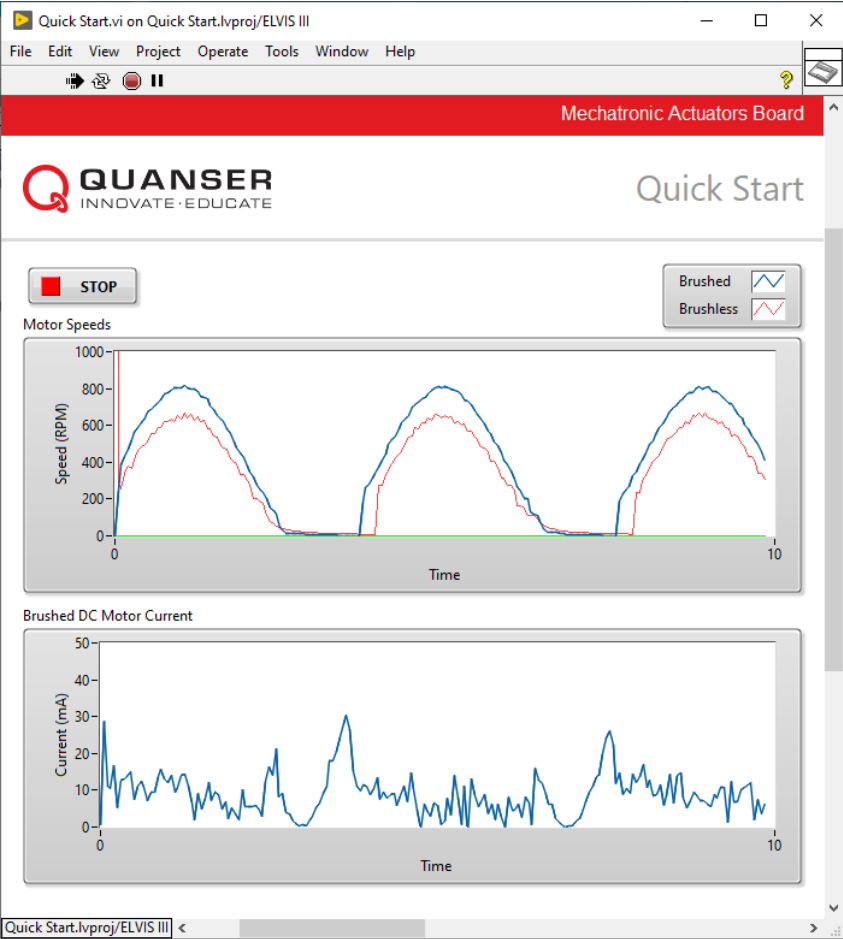
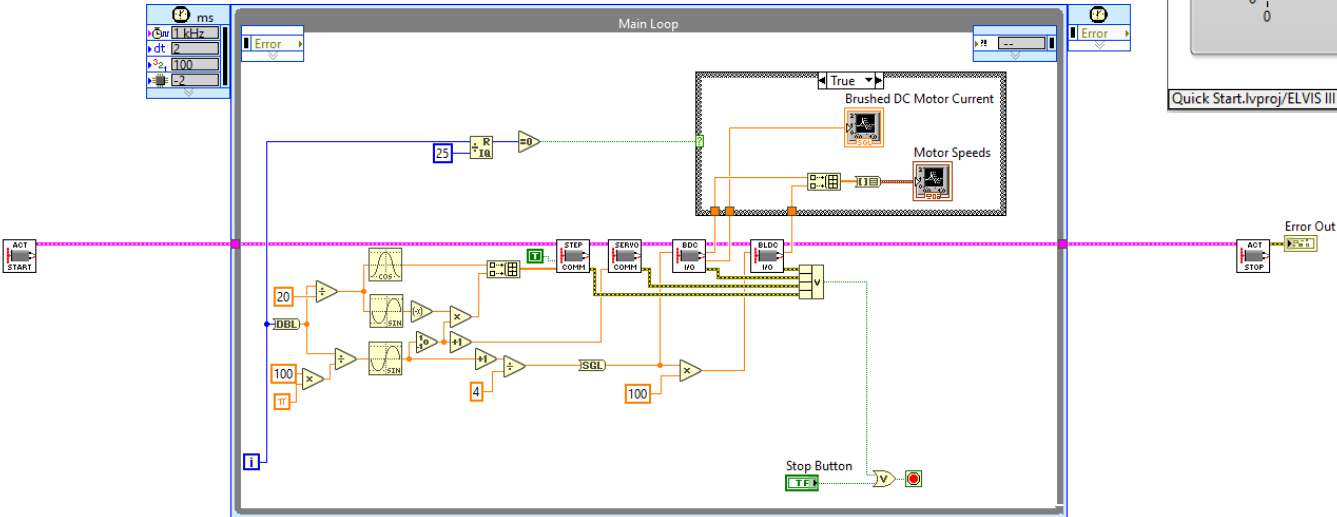


Типы машин постоянного тока

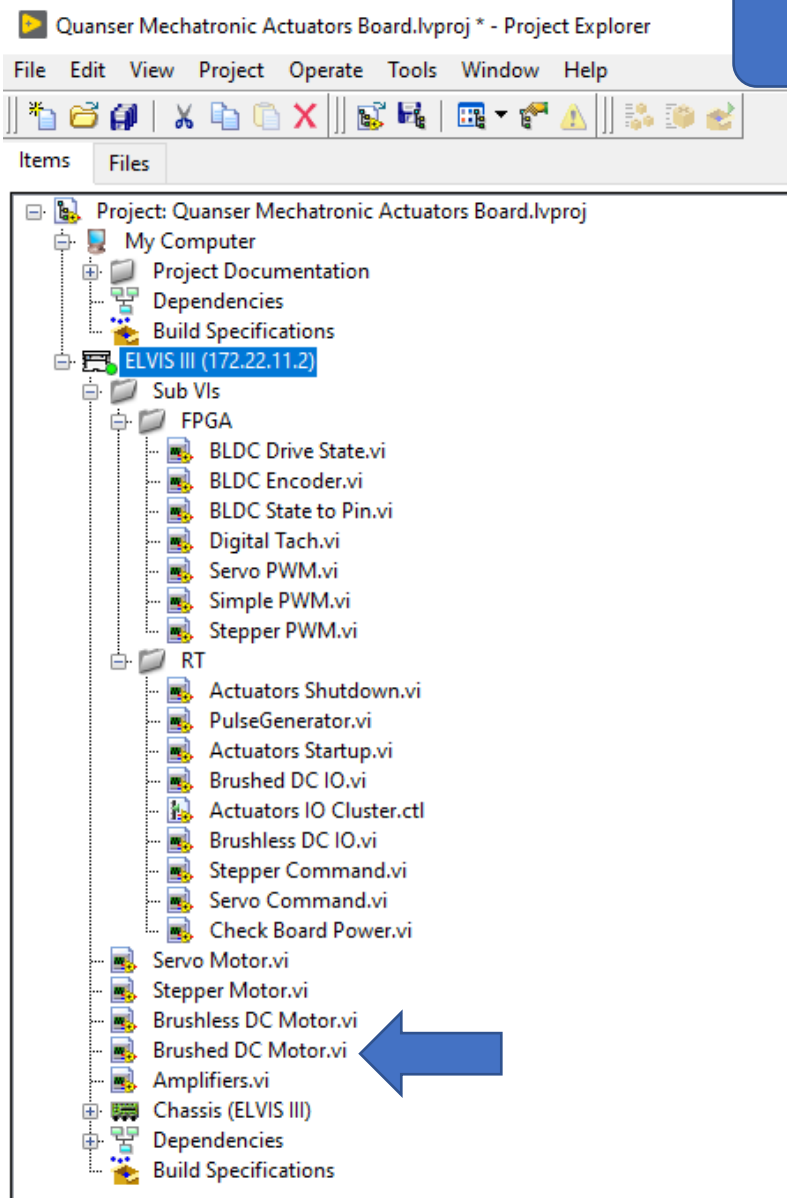


- a – DC machine with **independent** coil (separately excited DC machine)
- b – DC machine with **shunt** field coil (shunt wound DC machine)
- c – DC machine with **series** field coil (series wound DC machine)
- d – DC machine with **compound** field coil (compound wound DC machine)
- e – DC machine with **permanent magnets**

Проверка работоспособности



Двигатель постоянного тока

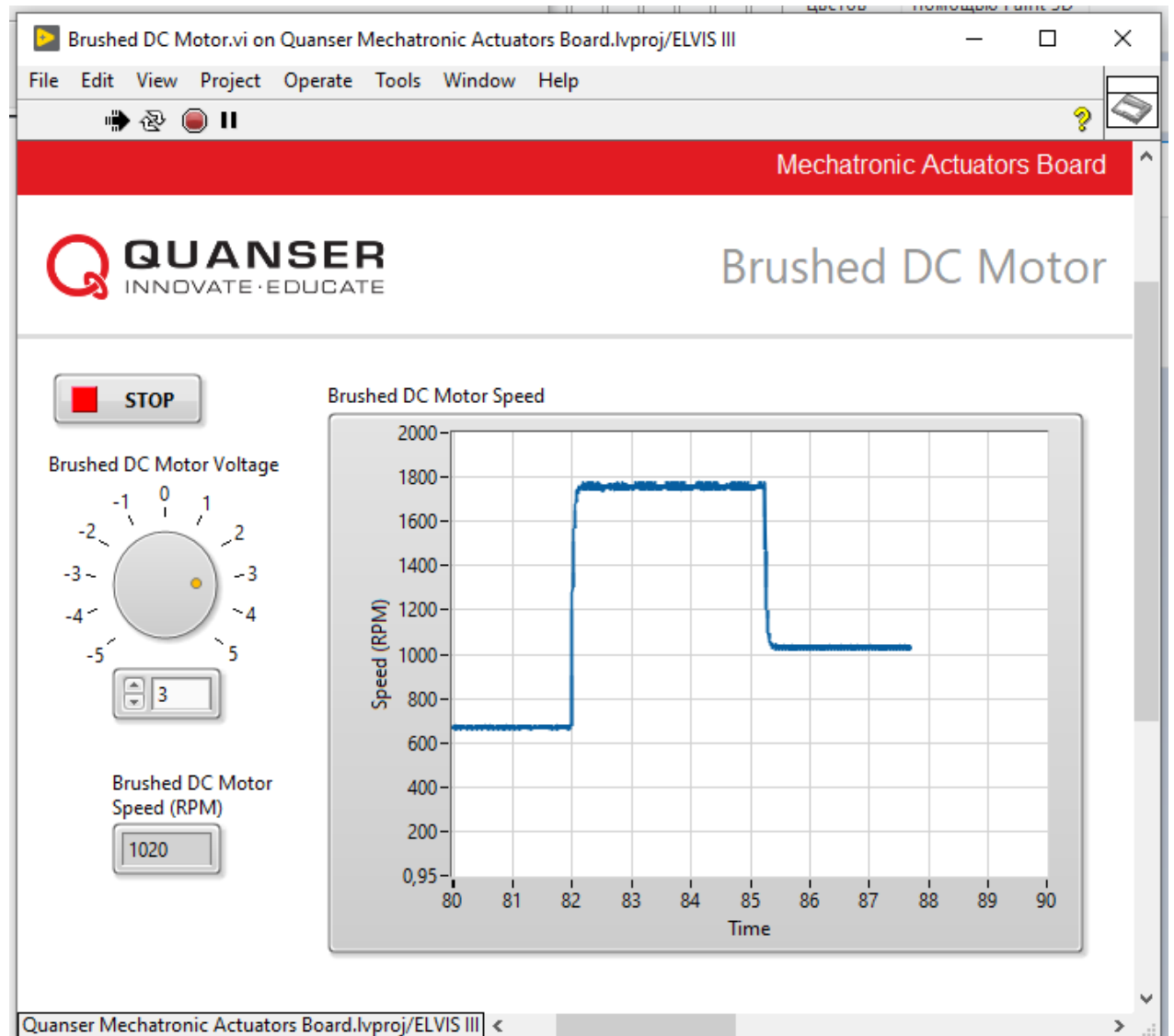


Двигатель постоянного тока

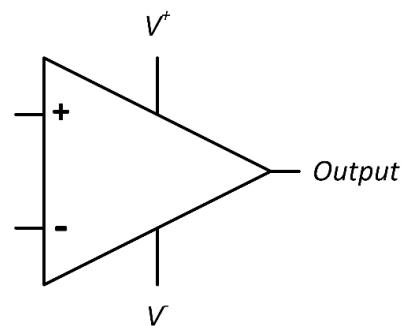
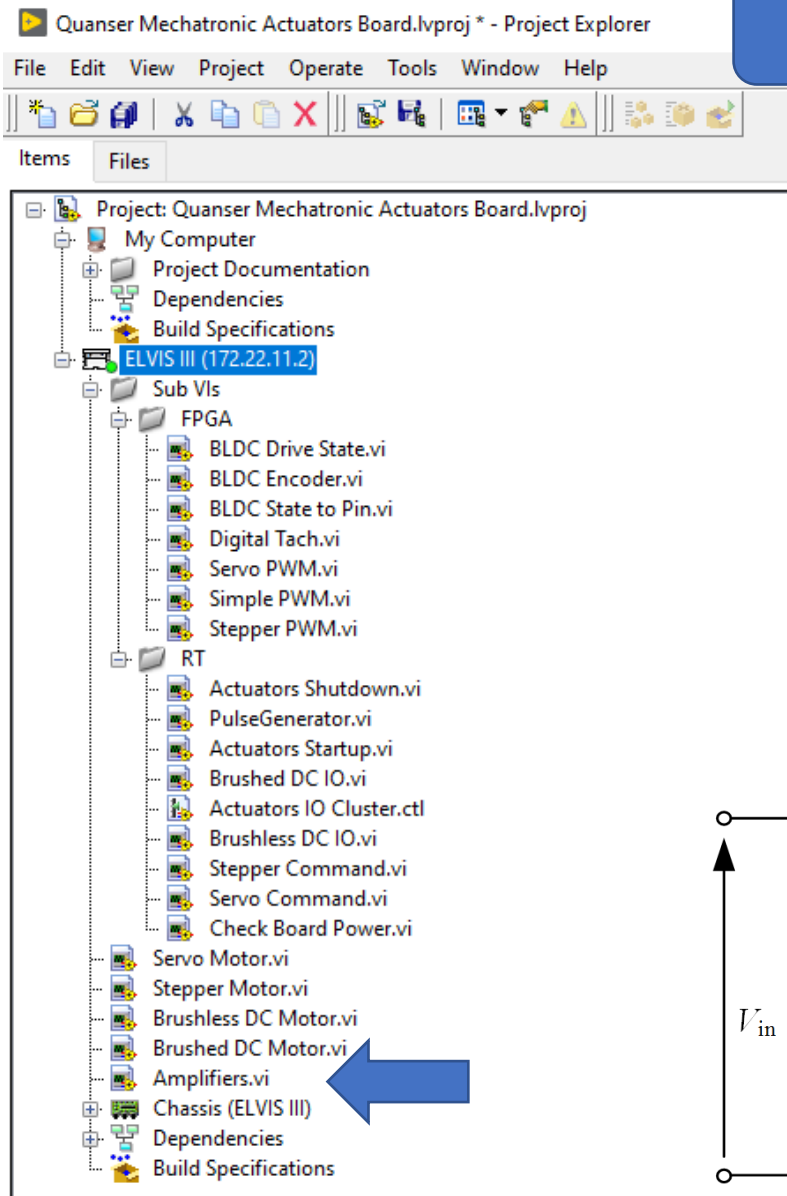
1. Откройте проект **Mechatronics Actuators Board.lvproj**, а затем в **ELVIS III > Labs** (ELVIS III > Лабораторные работы) откройте **Brushed DC Motors.vi**.
2. Запустите VI, убедившись, что напряжение постоянного тока установлено на 0 В.
3. Постепенно увеличивайте напряжение, создаваемое усилителем, пока щеточный двигатель постоянного тока не начнет непрерывно вращаться. Запишите значение напряжения.
4. Повторите процесс в обратной полярности, установив для управляющего напряжения значение 0 В и постепенно снижая его. Запишите значение напряжения.
5. Установите значение управляющего напряжения выше, чем на шаге 3, чтобы двигатель начал вращаться.
6. Медленно уменьшайте подаваемое напряжение, пока двигатель не остановится. Запишите значение напряжения, при котором это происходит.
7. Повторите шаги 5 и 6 в обратном направлении, используя отрицательное напряжение.
8. Начиная с 0 В повышайте управляющее напряжение с шагом 0,1 В до 1 В, а затем с шагом 0,5 В до 5 В. Записывайте полученную частота вращения двигателя при каждом значении напряжения.
9. Повторите шаг 8 в обратном направлении, используя отрицательное напряжение.

? При каком напряжении двигатель начал вращаться, когда выполнялись шаги 3 и 4?

? При каком напряжении двигатель останавливался, когда выполнялись шаги 6 и 7?

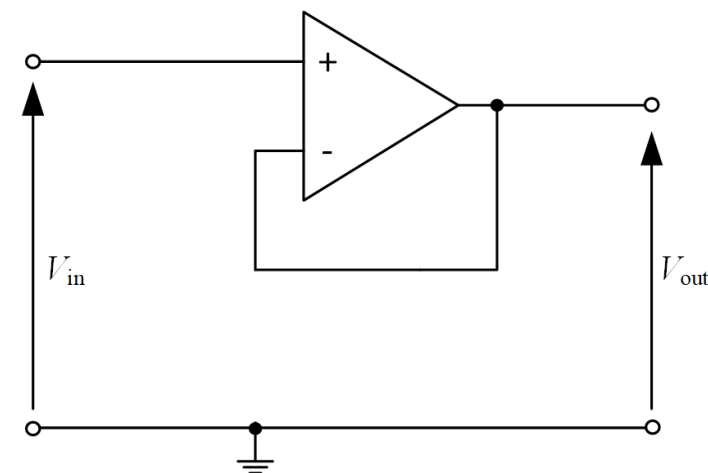
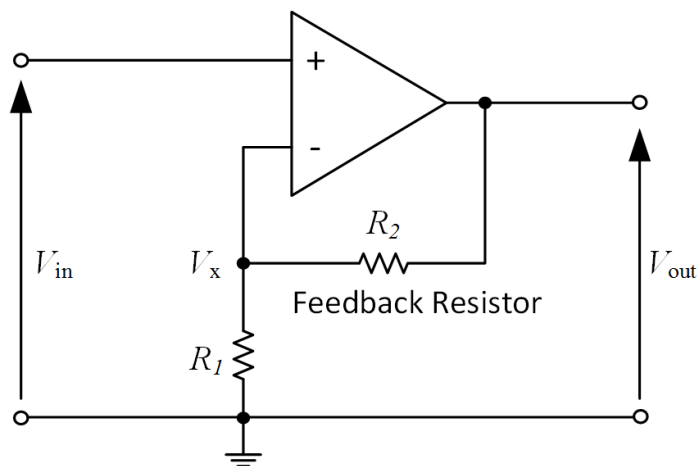


Двигатель постоянного тока



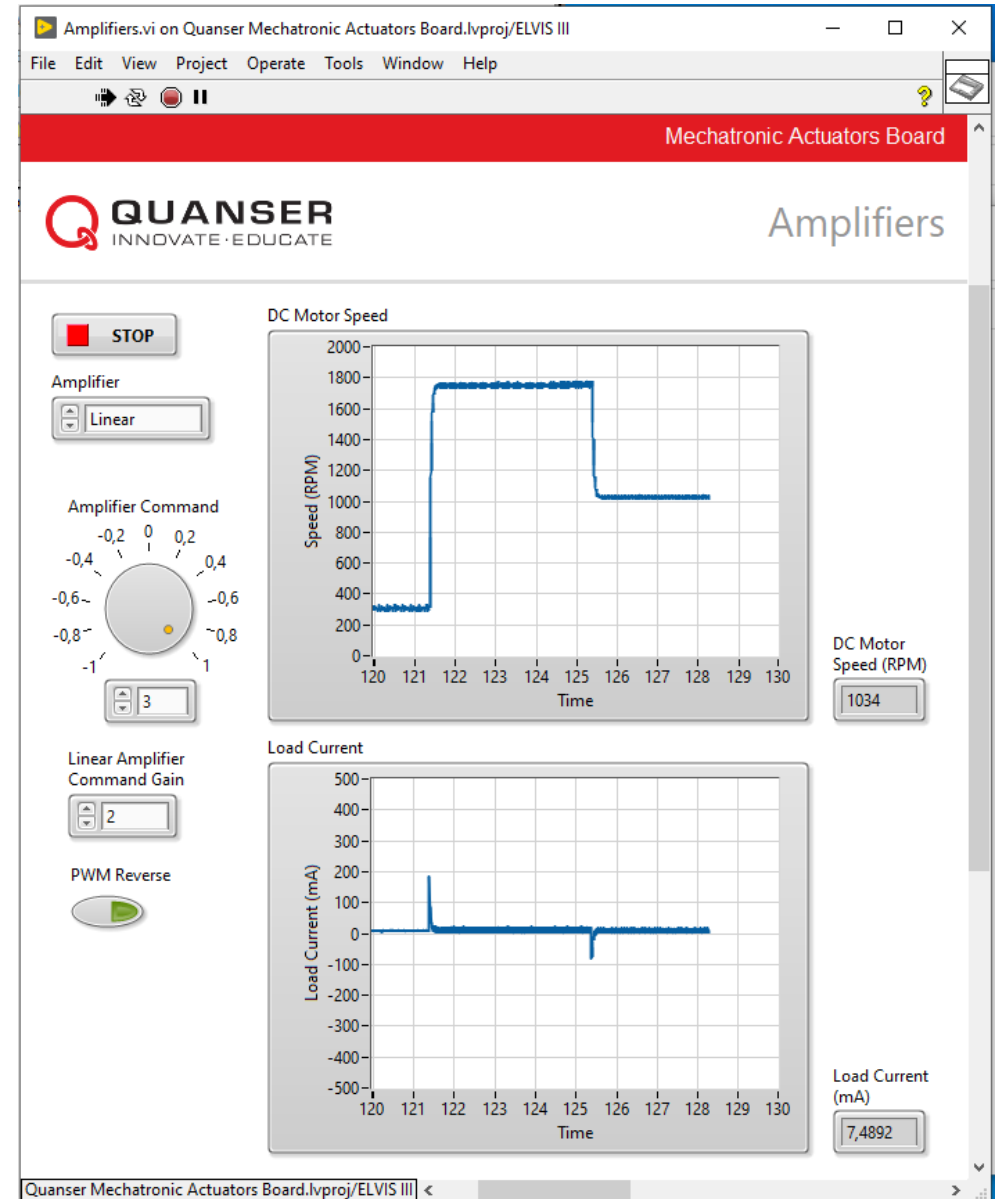
$$V_x = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{out}$$

$$\text{Voltage Gain} = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$



Двигатель постоянного тока

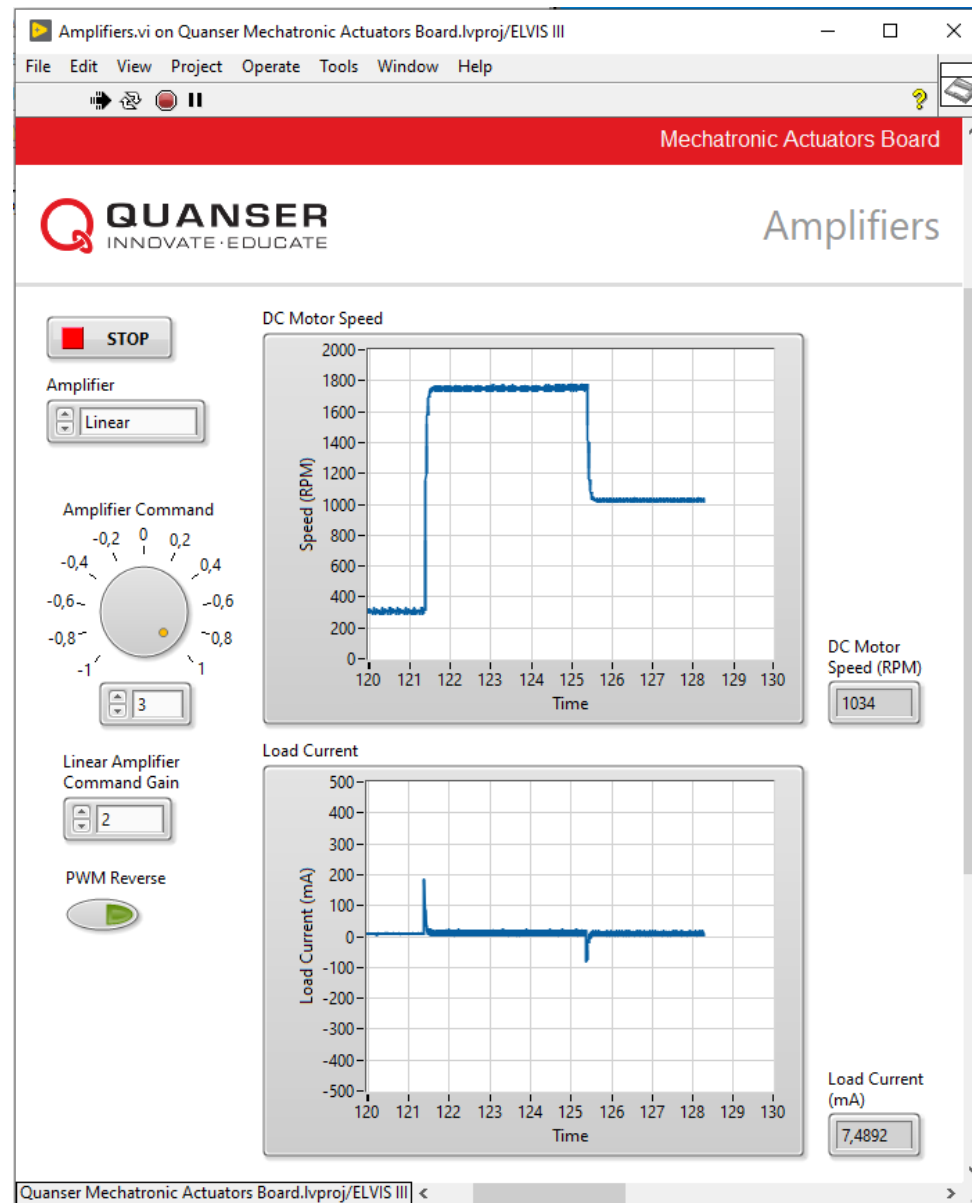
1. Откройте проект **Mechatronics Actuators Board.lvproj**, а затем в **ELVIS III > Labs** (ELVIS III > Лабораторные работы) откройте **Power Amplifiers.vi**.
2. Переключите селектор **Amplifier** (Усилитель) на Linear (Линейный).
3. Линейный усилитель использует цифроаналоговый преобразователь в ELVIS III для формирования опорного напряжения, равного значению уставки. Это напряжение делится на два, после чего усилитель мощности, выступающий в качестве буфера, приводит в действие двигатель. Запишите реакцию системы на изменение уставки усилителя с +1 вольт на -1 вольт.
4. ШИМ-усилитель приводит в действие двигатель от источника питания напряжением 5 вольт. Отрегулируйте параметр **Linear Amplifier Command Gain** (Уставка коэффициента усиления линейного усилителя) таким образом, чтобы линейный усилитель приводил в действие двигатель от напряжения в диапазоне ± 5 В.
5. Запишите максимальную частота вращения, достигнутую в случае уставок как положительного, так и отрицательного напряжения 5 В.



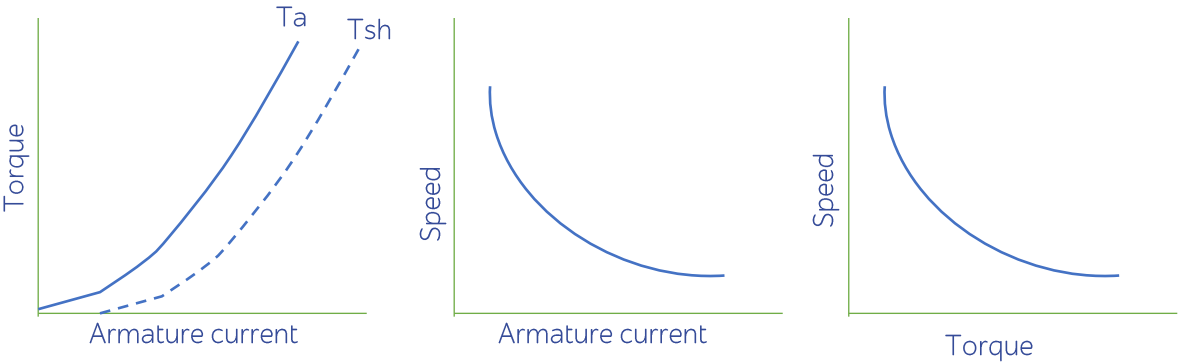
Двигатель постоянного тока

Исследование переходных процессов с линейным усилителем

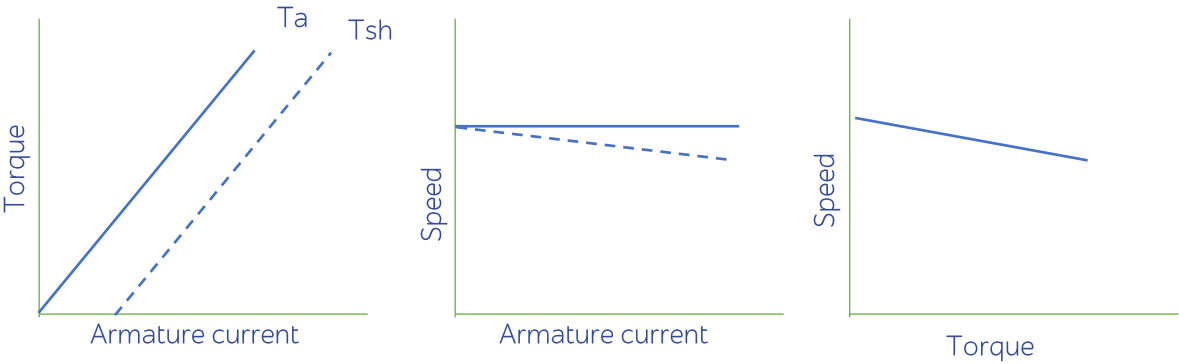
1. Подать питание на двигатель скачком 0 – 4В. Снять показания скорости и тока
2. Подать питание на двигатель 4В – 8В. Снять показания скорости и тока
3. Выполнить аналогичные измерения при реверсе двигателя



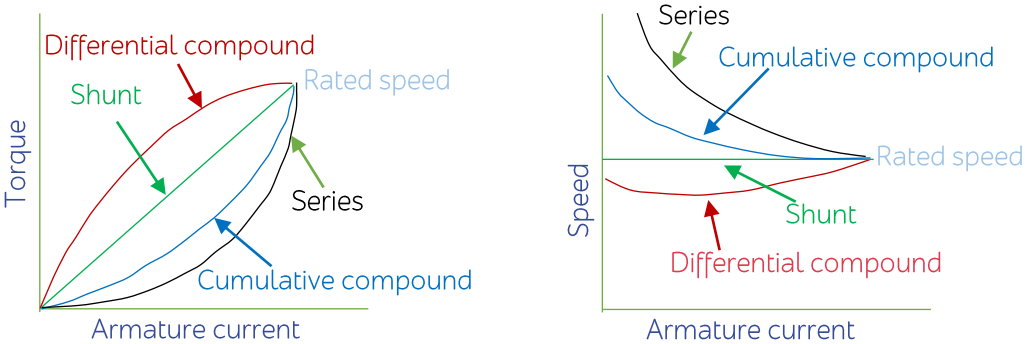
Series DC motor



Shunt DC motor

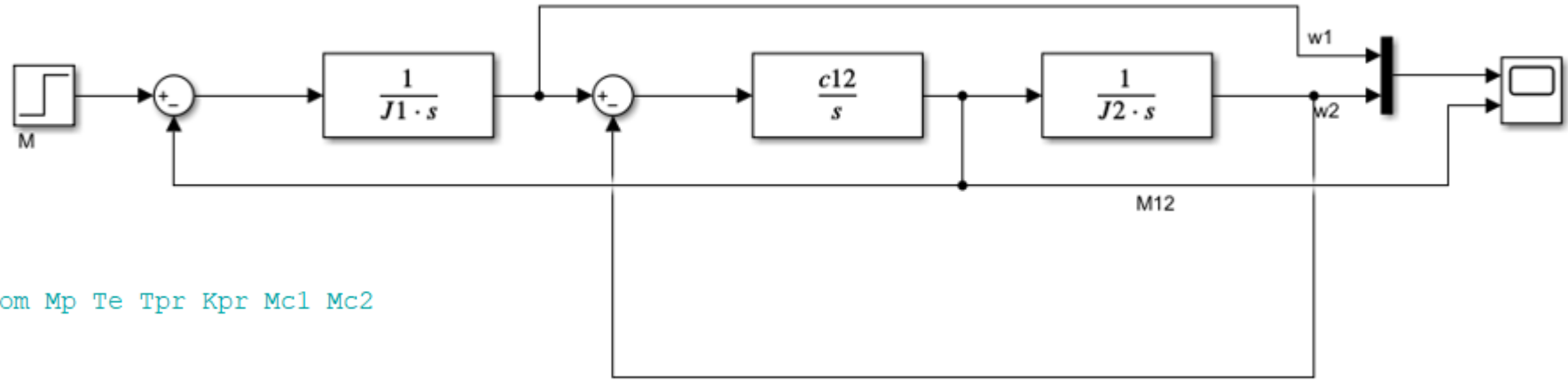


Compound DC motor



Список группы R33423

№ вар	Ф.И.О.
10	Виноградов Сергей Дмитриевич
11	Ворков Никита Романович
12	Давыдов Дмитрий Андреевич
13	Деречи Александра Вадимовна
14	Евстигнеев Дмитрий Максимович
15	Ефремов Артём Андреевич
16	Канищева Ума Александровна
17	Киниченко Владислав Сергеевич
18	Коликов Сергей Николаевич
19	Кулижников Евгений Борисович
20	Ломакин Артем Александрович
21	Матасова Любовь Евгеньевна
22	Родин Никита Алексеевич
23	Смехнов Александр Андреевич
24	Сорокин Дмитрий Андреевич
25	Троицкий Михаил Алексеевич
26	Шатов Александр Юрьевич
27	Яшник Артем Игоревич



```

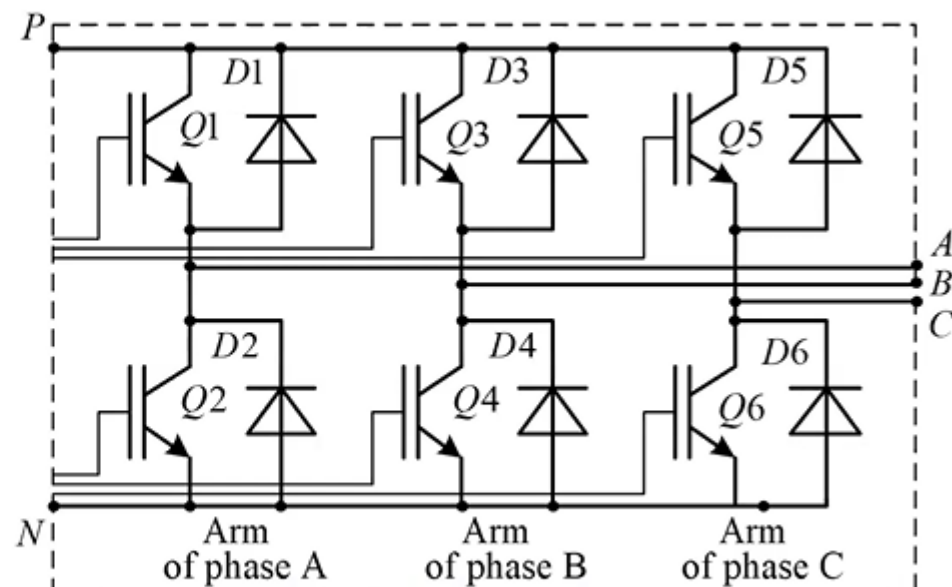
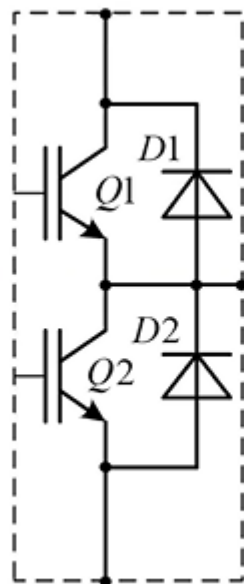
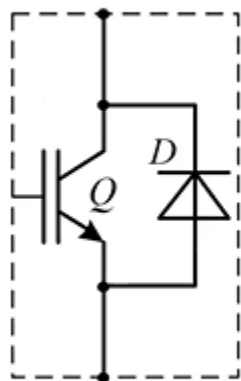
1  global J1 J2 c12 Mnom wnom Mp Te Tpr Kpr Mc1 Mc2
2  J1=0.0005;
3  J2=0.0002;
4  c12=21;
5  Mnom=0.3;
6  wnom=400;
7  Mp=1.3;
8  Te=20;
9  Tpr=5;
10 Kpr=15;
11 Mc1=0.2;
12 Mc2=0.1;
13
14 gamma=(J1+J2)/J1;
15 w0=sqrt((c12/(J1+J2))/(J1*J2));
16 wc1=w0/(sqrt(gamma));
17 wc2=w0;
18
19 betta=Mp/wnom;
20 Tm=(J1+J2)/betta;
21 J=J1+J2;

```



Силовые ключи

Силовые ключи

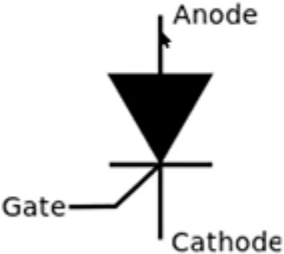


GaN – low-voltage ultra-fast devices
 $V_{ds} \leq 600 \text{ V}$
 $V_{ds} = 600 \text{ V}$
 $I_{ds} = 12 \text{ A}$
 $R_{ds} = 70 \text{ m}\Omega$

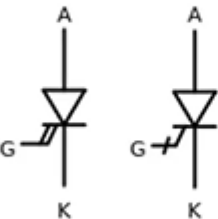


Силовые ключи

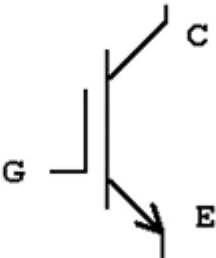
Thyristor



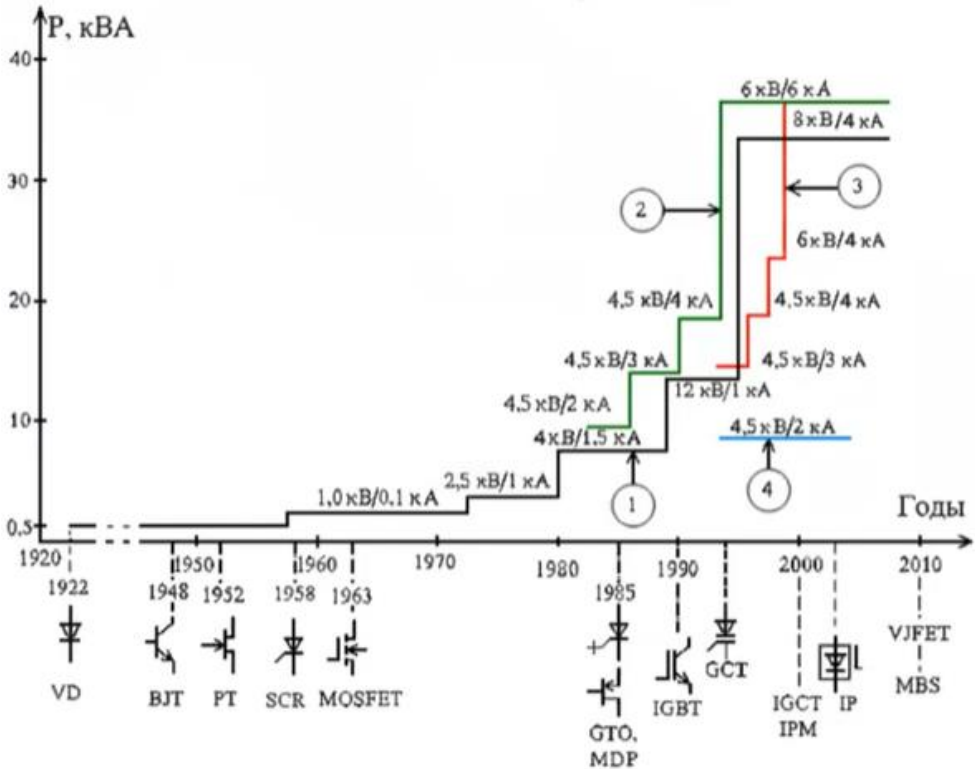
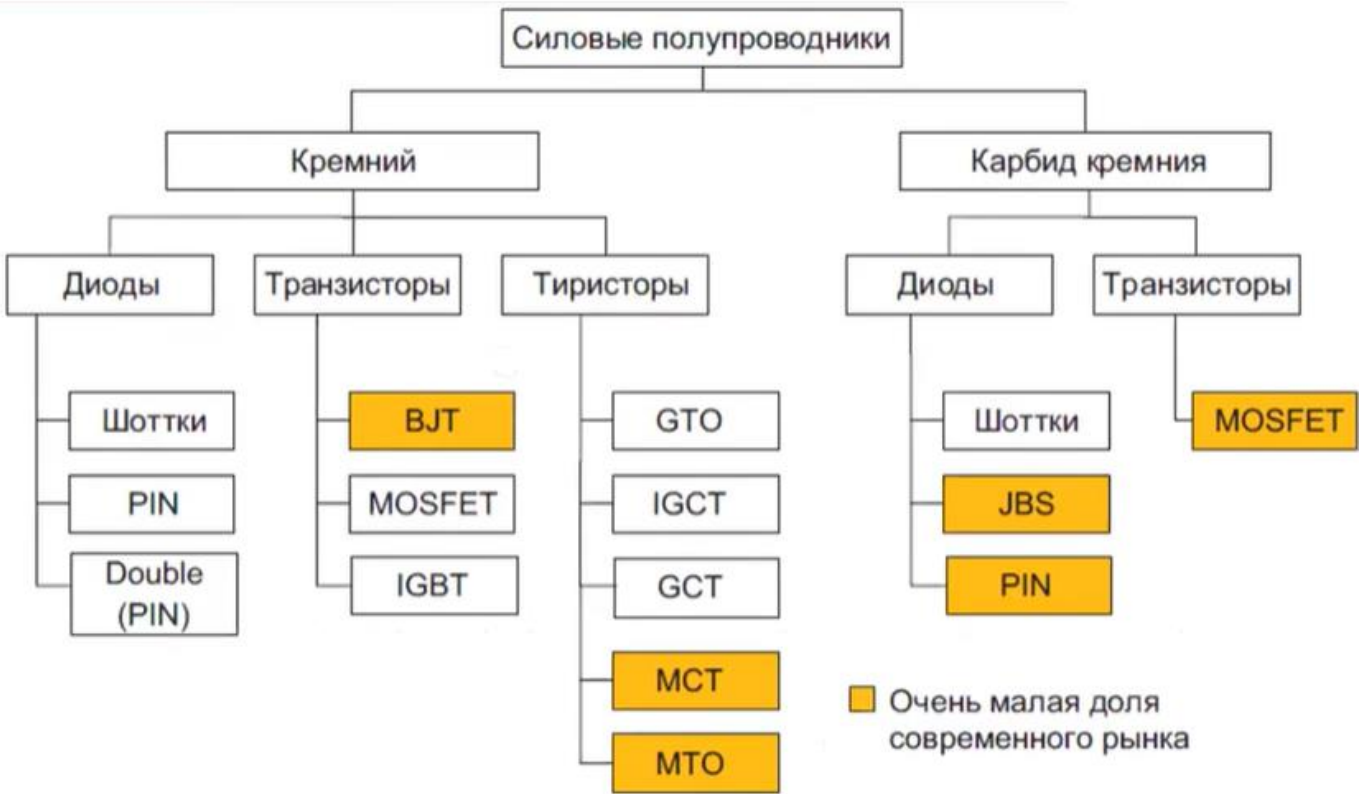
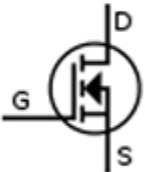
GTO



IGBT

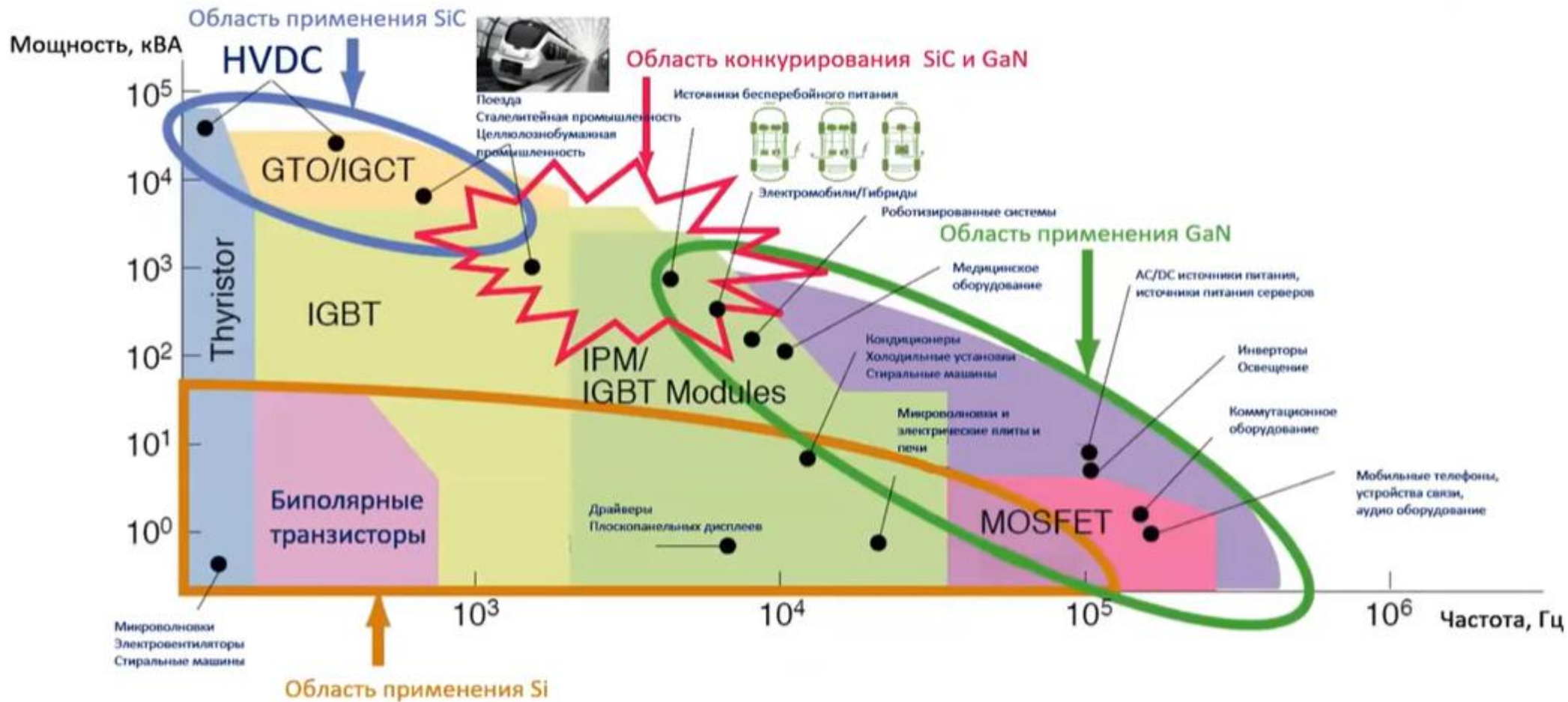


MOSFET

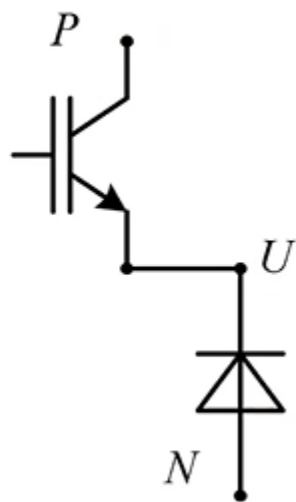
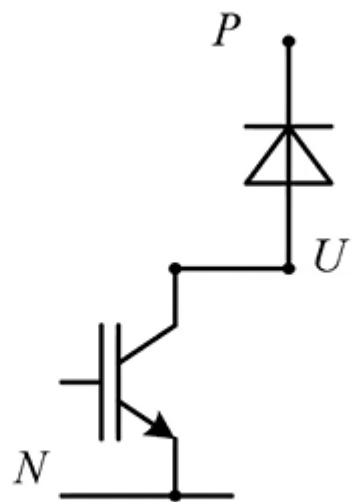
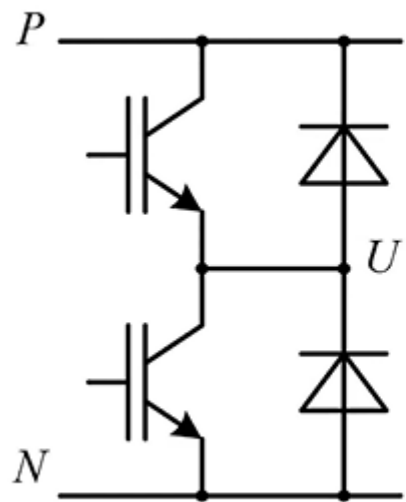


1- однооперационные тиристоры;
2 и 3- запираемые тиристоры (GTO и GCT);
4- высоковольтные транзисторы IGBT

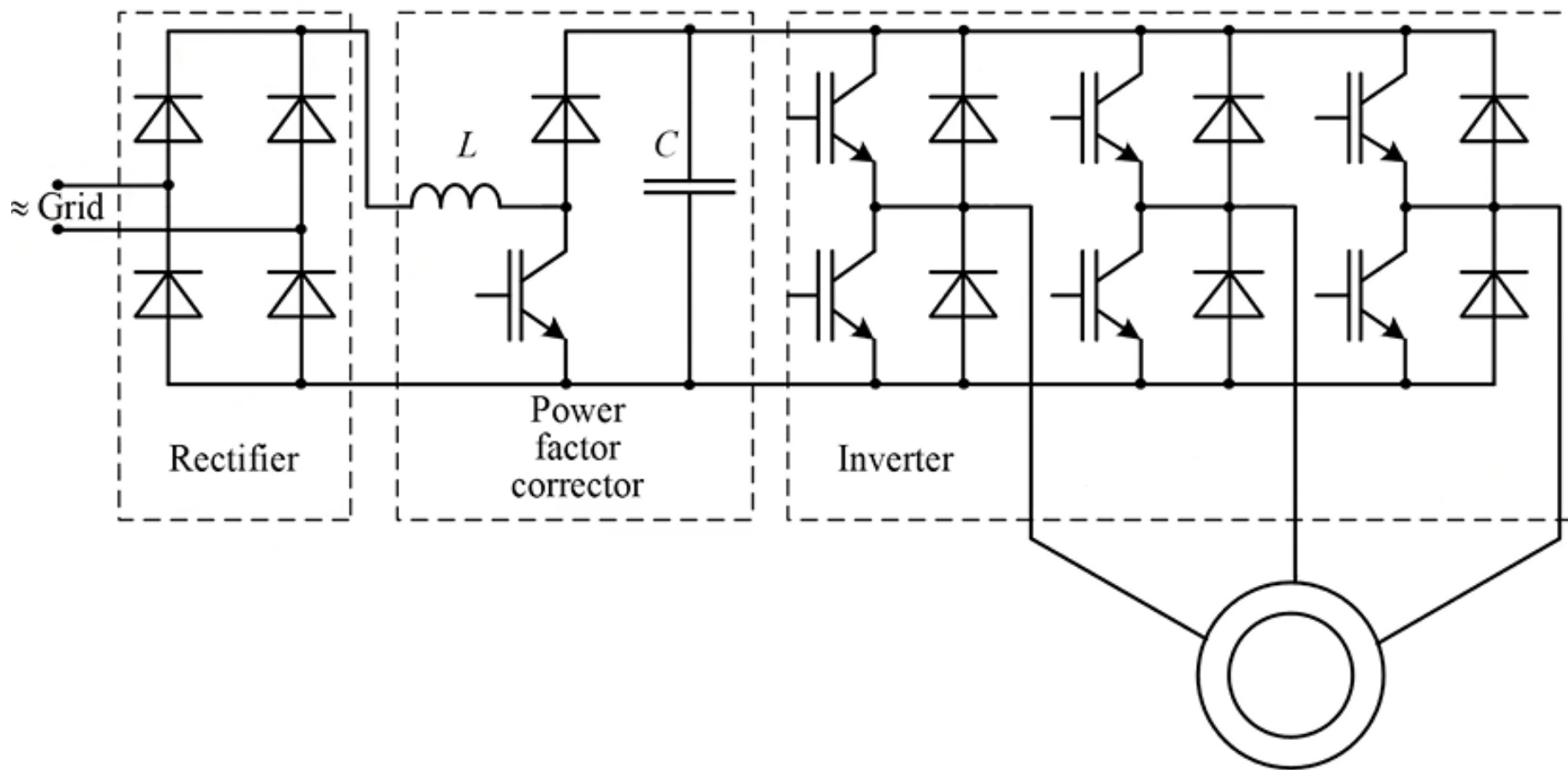
Силовые ключи



Силовые ключи

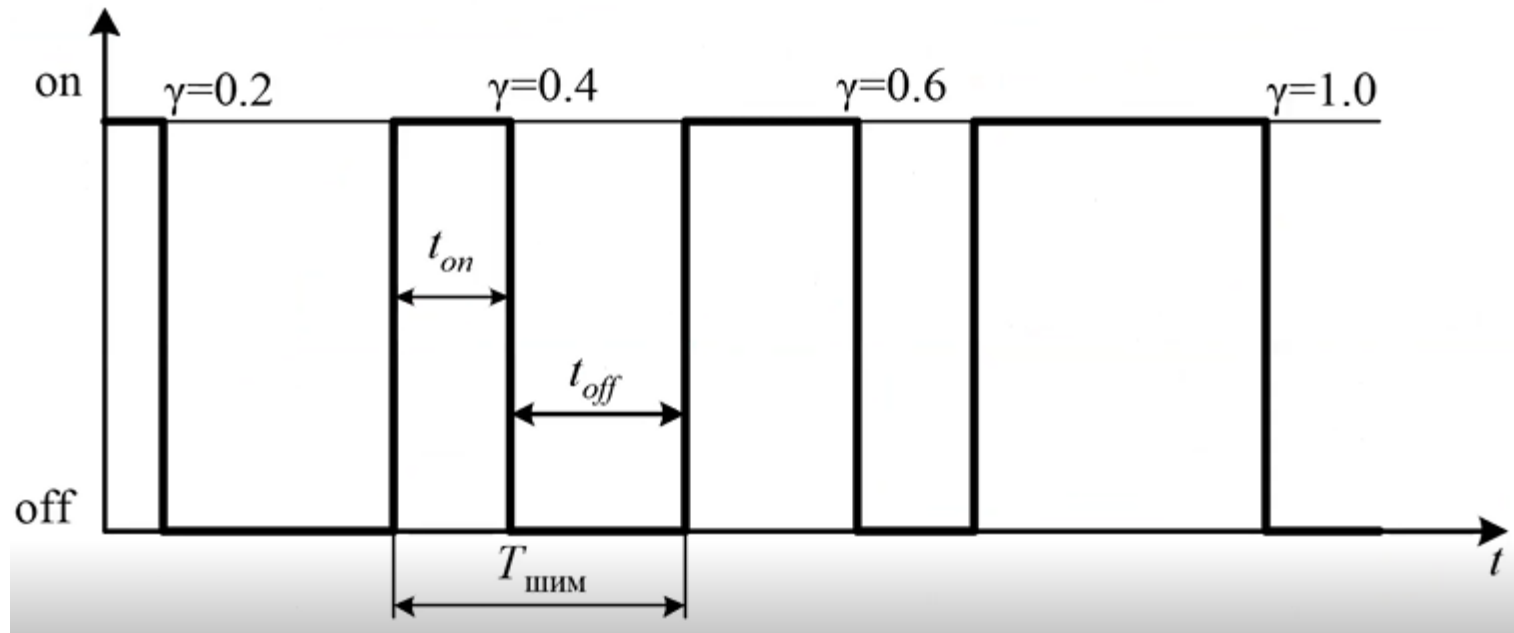


Силовые ключи

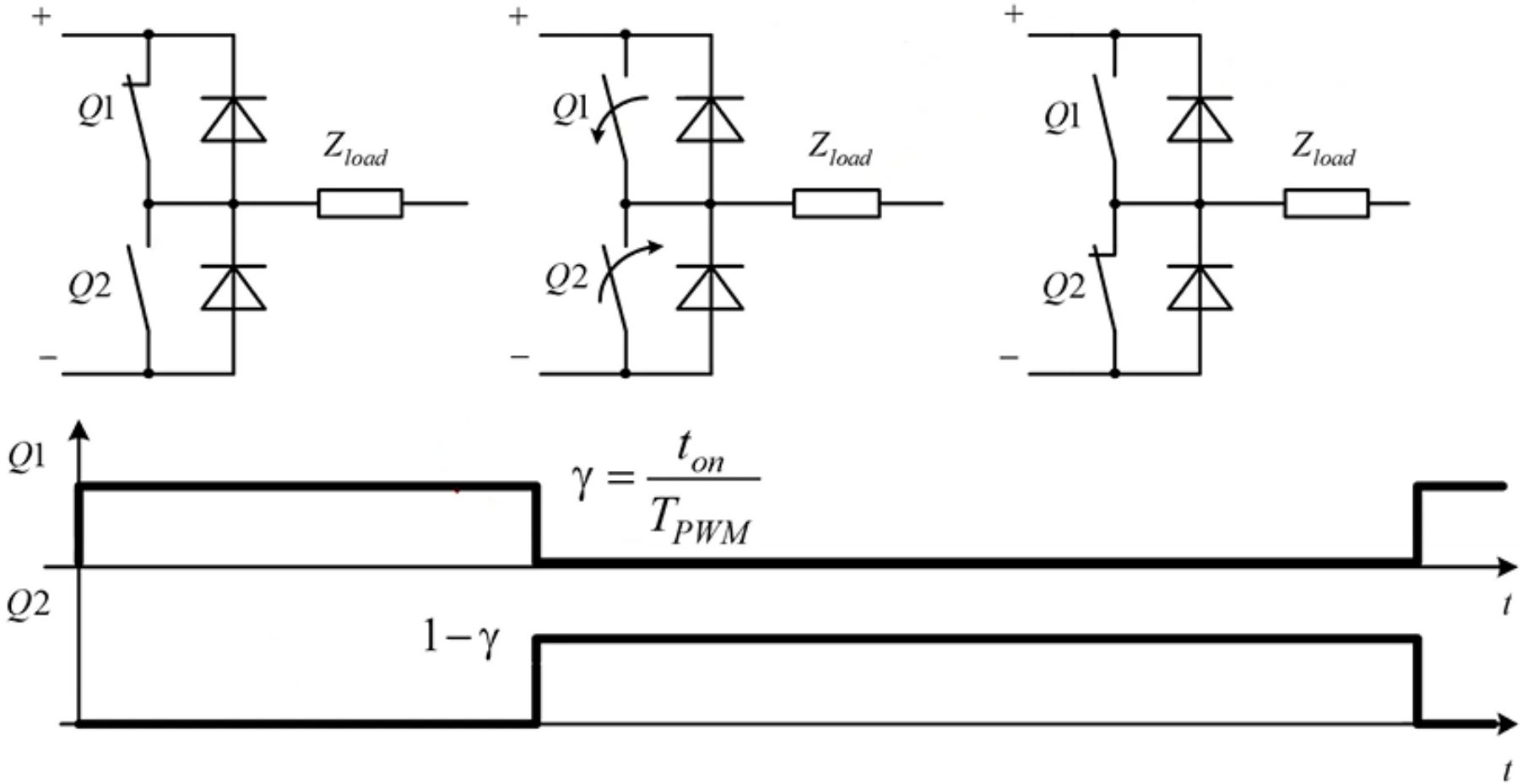


Широтно-импульсная модуляция

$$\gamma = \frac{t_{on}}{T_{PWM}}$$



Широтно-импульсная модуляция



Двигатель постоянного тока

Quanser Mechatronic Actuators Board.lvproj * - Project Explorer

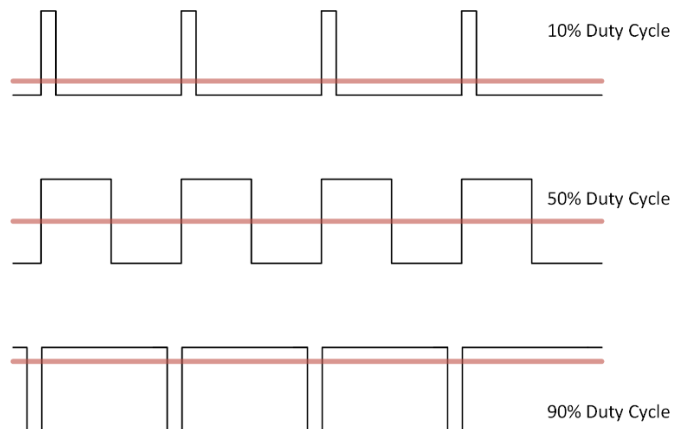
File Edit View Project Operate Tools Window Help



Items Files

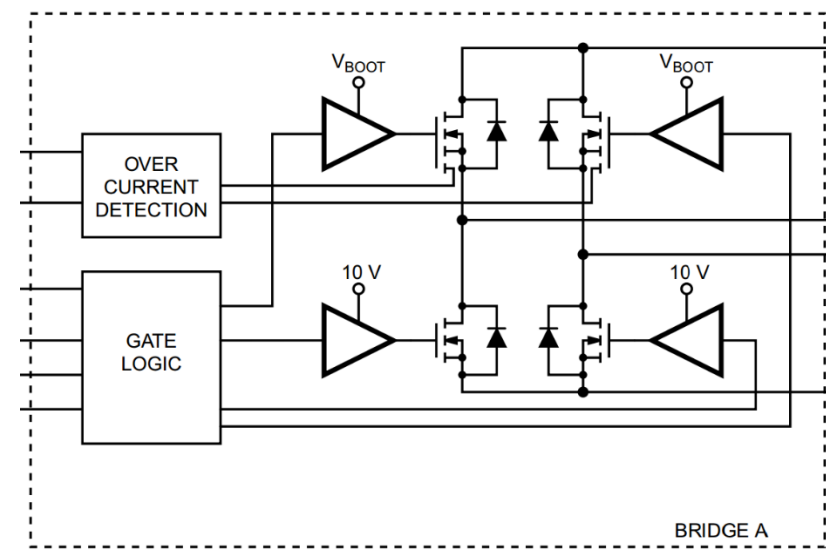
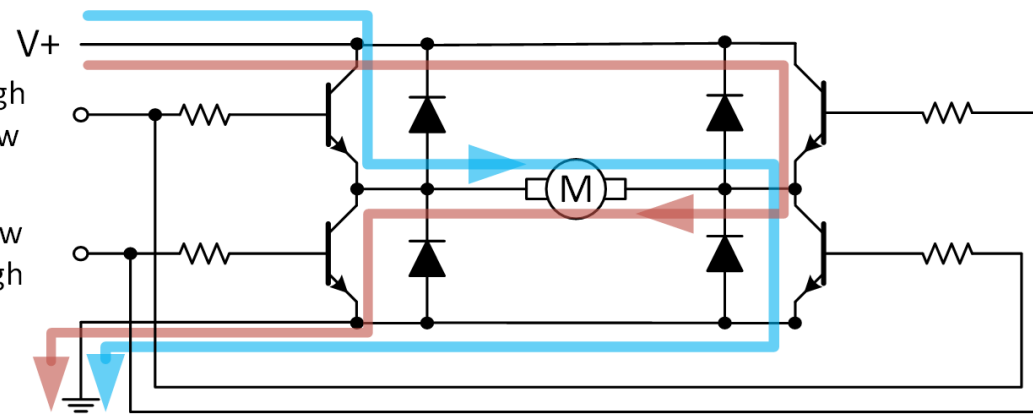
Project: Quanser Mechatronic Actuators Board.lvproj

- My Computer
- Project Documentation
- Dependencies
- Build Specifications
- ELVIS III (172.22.11.2)
- Sub VIs
 - FPGA
 - BLDC Drive State.vi
 - BLDC Encoder.vi
 - BLDC State to Pin.vi
 - Digital Tach.vi
 - Servo PWM.vi
 - Simple PWM.vi
 - Stepper PWM.vi
 - RT
 - Actuators Shutdown.vi
 - PulseGenerator.vi
 - Actuators Startup.vi
 - Brushed DC IO.vi
 - Actuators IO Cluster.ctl
 - Brushless DC IO.vi
 - Stepper Command.vi
 - Servo Command.vi
 - Check Board Power.vi
 - Servo Motor.vi
 - Stepper Motor.vi
 - Brushless DC Motor.vi
 - Brushed DC Motor.vi
 - Amplifiers.vi
 - Chassis (ELVIS III)
 - Dependencies
 - Build Specifications



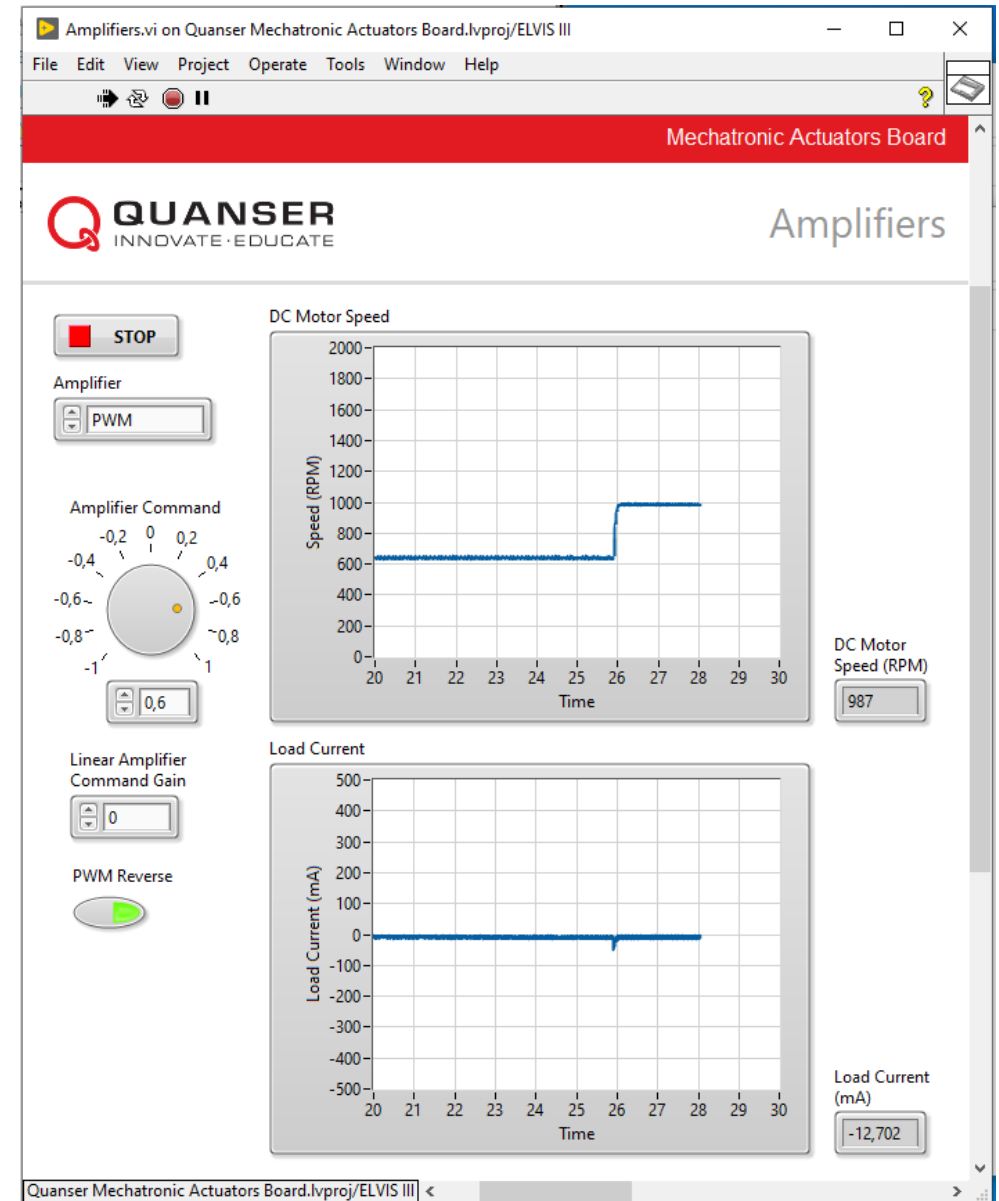
Forward: High
Reverse: Low

Forward: Low
Reverse: High



Двигатель постоянного тока

1. Откройте проект **Mechatronics Actuators Board.lvproj**, а затем в **ELVIS III > Labs** (ELVIS III > Лабораторные работы) откройте **Power Amplifiers.vi**.
2. Установите для параметра **Amplifier** (Усилитель) значение «PWM» (ШИМ).
3. Отметьте, как двигатель реагирует на различные уставки усилителя. Запишите достигнутое максимальное значение частоты вращения.
4. Уставка ШИМ соответствует проценту времени цикла, когда вывод ШИМ включен. ПЛИС выполняет отсчет от 0 до 2000, и если значение уставки, помноженное на 2000, больше, чем значение счетчика, то уровень выходного сигнала высокий, в противном случае – низкий. Принимая во внимание тот факт, что частота тактового сигнала ПЛИС составляет 40 МГц, рассчитайте частоту ШИМ-сигнала.
5. Нажмите кнопку **PWM Reverse** (Инверсия ШИМ) и запишите результат. Принимая во внимание тот факт, что работа устройства управления ШИМ основывается на включении одной пары транзисторов в мосте Н-типа, объясните, что изменяет этот переключатель для изменения направления.



Двигатель постоянного тока

Исследование переходных процессов с ШИМ

1. Подать питание на двигатель скачком 0 – 4В. Снять показания скорости и тока
2. Подать питание на двигатель 4В – 8В. Снять показания скорости и тока
3. Выполнить аналогичные измерения при реверсе двигателя

