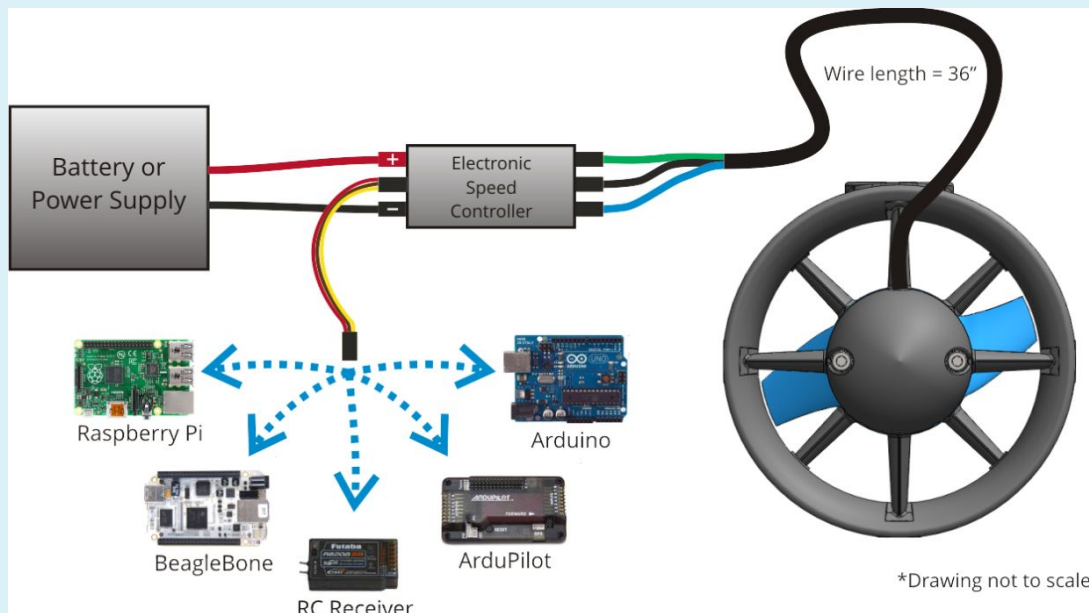




Электронные регуляторы скорости Electronic speed controller

...то, что заставляет крутиться мотор

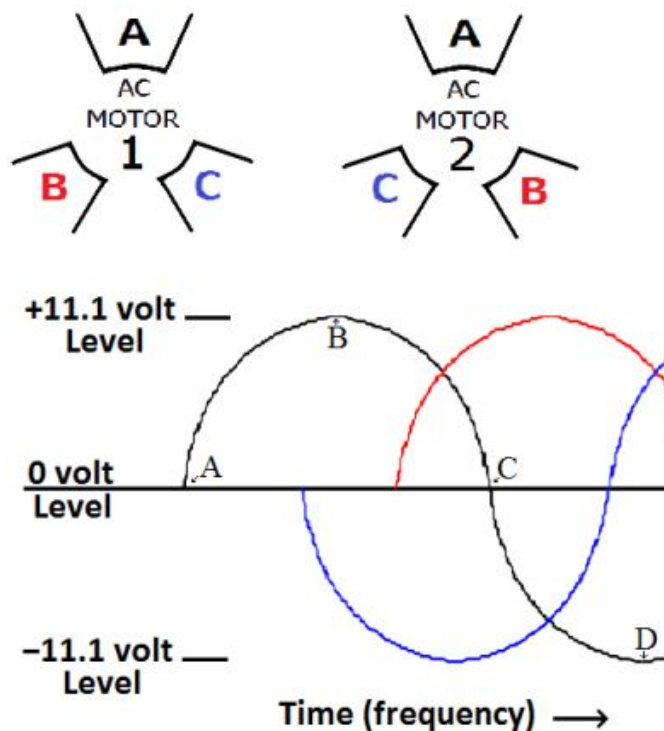
Что такое электронный регулятор скорости?



Электронный регулятор хода ([англ. ESC, Electronic Speed Controller](#)) — устройство для управления оборотами [электродвигателя](#), применяемое на радиоуправляемых моделях с электрической силовой установкой.



Как работает ESC?



Управляющий сигнал

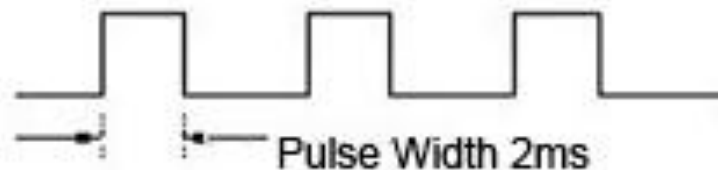
Minimum Pulse



Neutral Position



Maximum Pulse



Управляющий сигнал

Три фазы

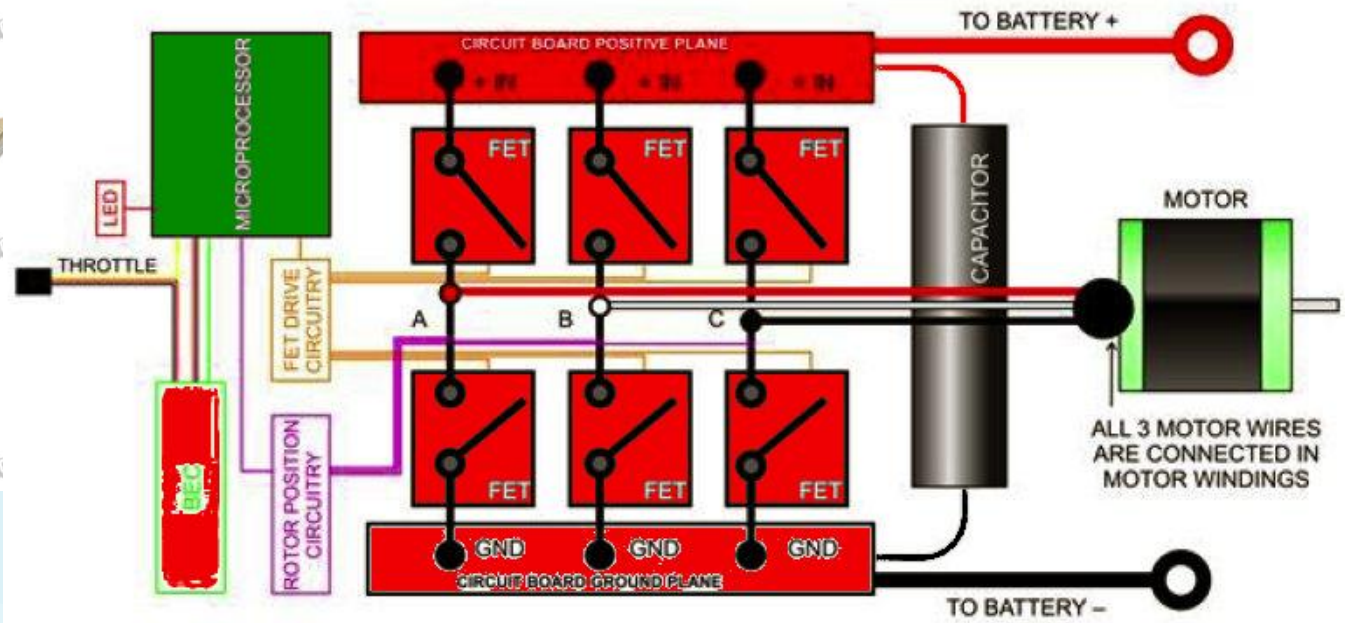
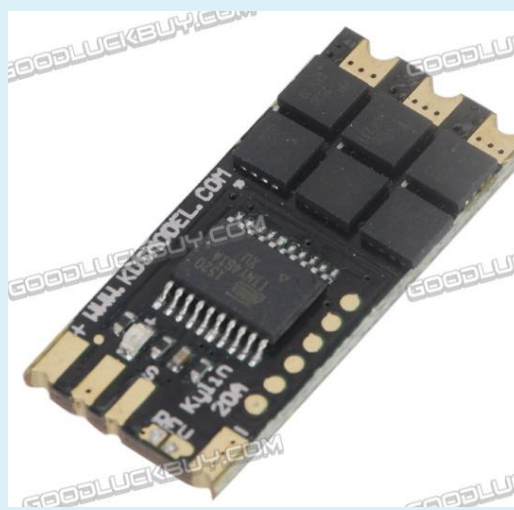
Что внутри ESC?

ESC содержит в себе:

- **логический блок** – фактически микропроцессор со своей прошивкой,
- **силовой блок**, формирующий из входного напряжения по сигналам логического блока (их обычно шесть) три синусоиды, на выходе для сглаживания синусоид ставят большой емкий конденсатор
- **блок питания 5 Вольт (battery eliminator circuit, BEC)** – используется для питания полетного контролера, иногда может отсутствовать, такие ESC (без BEC) называются OPTO.

Логический блок может содержать в себе разнообразную защиту: от перегрева, от замыкания и так далее.

У ESC может быть вход для датчика оборотов двигателя, который нужен для поддержания постоянных оборотов для различной нагрузки



Входы и выходы, обозначения ESC

Питание

Диапазон напряжения

Максимальный ток

ВЕС/OPTO



Сигнальный провод

Провода к двигателю (фазы)

Выходы:

- питание от батареи
- сигнал от полетного контролера

Выходы:

- три фазы на двигатель
- 5 вольт для полетного контролера (если есть ВЕС).

Прошивки ESC

Основные виды прошивки

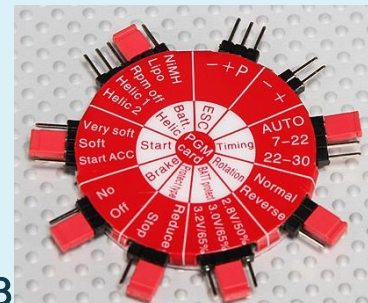
1. BLHeli (наиболее популярная)
2. SimonK
3. Hobbyking

Так же есть много разных вариантов альтернативных прошивок.

Для последних моделей ESC прошивка заливается через сигнальный провод с помощью USB-переходника.



Настройка ESC



Настройка ESC подразумевает установку параметров, заложенных в прошивку, которые определяют поведение ESC в различных условиях

Настройка осуществляется либо с помощью специальной настроечной карты (program card), либо с помощью USB-переходника и соответствующей программы.

Так же возможна настройка ESC RC-передатчиком через подключения приемника к ESC



recommended settings for multicopter shown

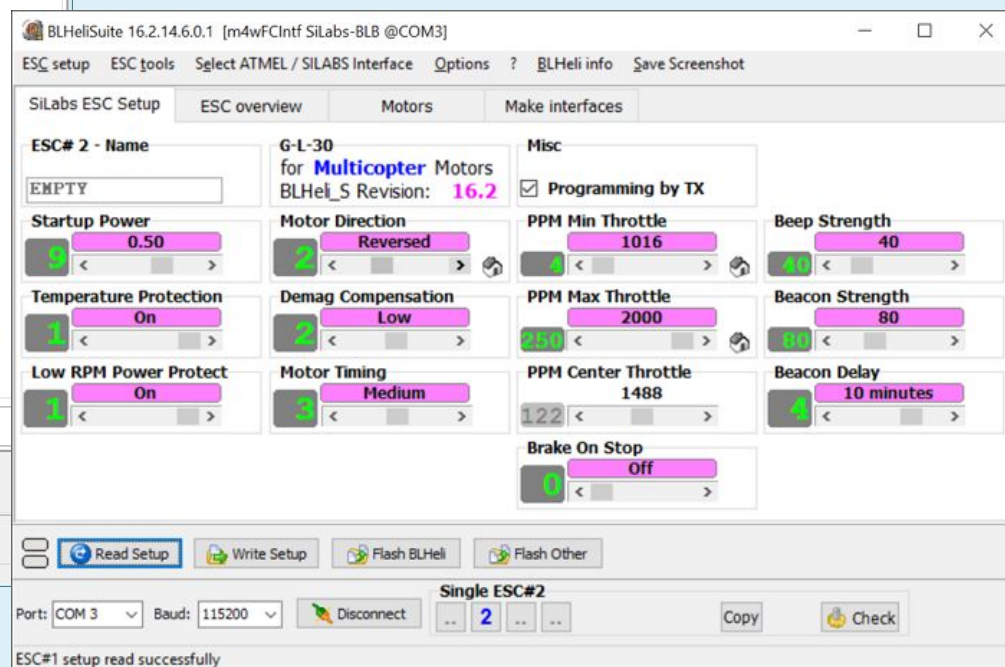
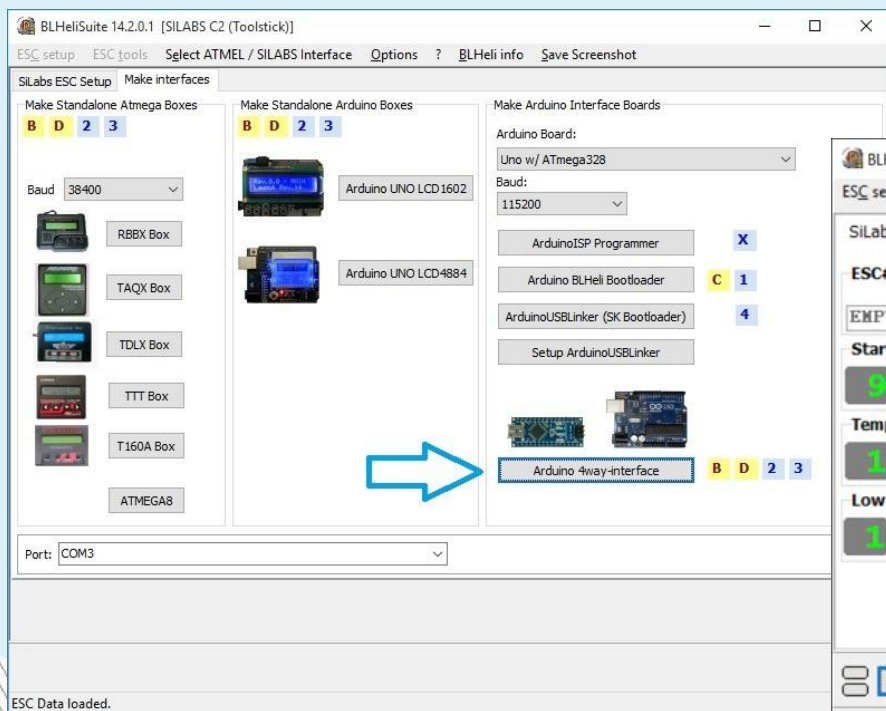


Настройка ESC с прошивкой

BLHeli

Используется специальный USB-переходник (зависит от типа микропроцессора, используемого в ESC и программа BLHeliSuit

У ESC с прошивкой BLHeli есть два вида микропроцессоров: ATMEL и SILABS



Основные параметры ESC

Режим старта (*Start mode*) — быстрый, жёсткий, плавный. Режим замедляющий набор оборотов при старте двигателя. Требуется для двигателей с редукторами или тяжёлыми лопастями (например, крупные [радиоуправляемые вертолёты](#)).

Режим газа (*Throttle type* или *Throttle mode*) — настройка зависимости оборотов мотора от положения ручки газа. Может иметь автокалибровку. Обычно задается в виде двух величин: уровня входного сигнала при котором выдается нулевая мощность и уровня сигнала при котором выдается максимальная мощность.

Тормоз (*Brake*) — включение/выключение режима торможения двигателем. В некоторых контролерах есть функции регулировки усилия торможения от 0 до 100 %. Основное предназначение — [автомодели](#). Для мультикоптеров – выключено.

Напряжение выключения мотора (*Cut-off voltage*) — установка минимального [напряжения](#) батареи при котором контролер отключает двигатель для защиты батареи от глубокого разряда. Позволяет обеспечить нормальное функционирование приёмника и [сервомашинок](#) при разряженной батарее, выключив такой мощный потребитель, как ходовой двигатель, что нужно для обеспечения аварийной посадки.

Тип выключения мотора (*Cut-off mode*) — мягкое или жёсткое выключение мотора при срабатывании защиты. Мягкий режим означает снижение мощности двигателя, а не выключение его. Часто применяется на радиоуправляемых моделях, почти обязательно на летающих. Снижение мощности сразу заметно пилоту и позволяет безопасно вернуть модель.

Опережение (*Timing*) — установка угла (0-30°) опережения коммутации обмоток. При регулировке изменяется [мощность](#) двигателя и (обратно пропорционально мощности) [КПД](#).

Второстепенные параметры

ESC

Реверс (Reverse) — включение или выключение режима реверса двигателя. Преимущественно реверс используется для [авто-](#) и [судо-моделей](#). При минимальном положении газа – полная мощность и обратное вращение двигателя, при среднем положении газа – нулевая мощность, при максимальном положении газа – полная мощность и прямое вращение.

Гувернер (Governor) — в этом режиме регулируется не мощность, а обороты двигателя. Контроллер самостоятельно добавляет или убирает мощность при изменении нагрузки. Часто используется для [радиоуправляемых вертолёт](#)ов.

Время ускорения или задержка ускорения (Acceleration time или Acceleration delay) — настройка времени набора оборотов от нуля до максимума. Требуется для тех же случаев, что и настройка «Режим старта».

Ограничение тока (Current limiting) — установка максимальной [силы тока](#) при превышении которой мощность будет ограничиваться или двигатель будет автоматически отключен.

Частота импульсов контроллера (PWM Frequency) — настройка позволяющая улучшить линейность регулирования частоты вращения двигателя. Применяется, как правило, для высокооборотных 3-4-х витковых моторов с малой [индуктивностью](#).

Сгоревшие ESC

