

Выполнил Махно Н.Р.

Данное устройство представляет из себя полетный контроллер квадрокоптера с четырьмя бесколлекторными электродвигателями постоянного тока (BLDC). Для управления бесщеточными двигателями постоянного тока трехфазными управляющими сигналами с управляемой частотой и амплитудой в данном устройстве применяются тройные полумосты L6234 фирмы STMicroelectronics, генерирующие для каждой фазы независимые напряжения. В свою очередь для управления полумостовыми преобразователями напряжения применяются противофазные сигналы с ШИМ, генерацию которых осуществляет микроконтроллер при помощи таймера с расширенным управлением, имеющим каналы с комплементарными выходами. В наличии программируемого времени запаздывания (или защитной паузы, dead-time) нет необходимости, поскольку в полумостах L6234 эта опция уже реализована.

Микросхема MPU-9250 фирмы InvenSense содержит трех-осевой гироскоп, трех-осевой акселерометр и магнитный компас. Гироскоп является основным датчиком, относительно которого формируются основные управляющие сигналы, подающиеся на регуляторы скорости оборотов. Данное устройство осуществляет измерение углов крена, тангажа и рыскания квадрокоптера для определения его положения в пространстве. Акселерометр предназначен для контроля и стабилизации горизонтального положения дрона относительно земли.

Полетный контроллер содержит приёмник GPS (Galileo, GLONASS, BeiDou) U-blox neo-m8 для определения местоположения устройства, и трёхосевой цифровой компас HMC5883L фирмы Honeywell, предназначенный для компенсации влияния ветра на местоположение квадрокоптера через определение стороны, которой дрон повернут к северу.

Устройство содержит дополнительный микроконтроллер ESP32 со встроенным модулем Wi-Fi, применяемым для управления квадрокоптером (дальность управления квадрокоптером по стандартному Wi-Fi составит не более 50 метров), либо для программирования полета по заранее заданной траектории в автономном режиме.

Набором периферии, необходимой для генерации 12 комплементарных пар управляющих сигналов на 4 полумоста L6234 (по 3 комплементарных пары на каждый), обладают микроконтроллеры семейства STM32G4, содержащие таймер HRTIM1, способный генерировать 6 комплементарных пар управляющих сигналов, и таймеры TIM1 и TIM8, способные генерировать по 3 комплементарных пары управляющих сигналов каждый. Эти устройства базируются на ядре ARM Cortex-M4.

Перечень используемой периферии микроконтроллера STM32G4:

- 1) Таймер с расширенным управлением и тремя парами комплементарных выходов для генерации PWM-сигналов для 6 ключей силовой части двух регуляторов BLDC (HRTIM1). Он же отключает выходы таймера, генерирующие PWM сигналы, при перегрузке по току. Сигнал о перегрузке по току подается на входы таймера HRTIM1_FLTx. Выходы таймера HRTIM1_CHA1 и HRTIM1_CHA2, HRTIM1_CHB1 и HRTIM1_CHB2, HRTIM1_CHC1 и HRTIM1_CHC2 подключаются соответственно к входам IN1 и EN1, IN2 и EN2, IN3 и EN3 полумостов L6234. Выходы таймера HRTIM1_CHD1 и HRTIM1_CHD2, HRTIM1_CHE1 и HRTIM1_CHE2, HRTIM1_CHF1 и HRTIM1_CHF2 аналогично.

- 2) Таймеры с расширенным управлением и тремя парами комплементарных выходов для генерации PWM-сигналов для 6 ключей силовой части двух регуляторов BLDC (TIM1, TIM8). Они же отключают выходы таймера, генерирующие PWM сигналы, при перегрузке по току. Сигнал о перегрузке по току подается на вход таймера TIMx_BKIN. Выходы таймеров TIMx_CH1 и TIMx_CH1N, TIMx_CH2 и TIMx_CH2N, TIMx_CH3 и TIMx_CH3N подключаются соответственно к входам IN1 и EN1, IN2 и EN2, IN3 и EN3 полумостов L6234.
- 3) Интерфейс I2C (частота до 400 кГц (Fast Mode), адрес 104 или 105 (выбирается пином AD0)) или SPI (четрехпроводная схема подключения, частота до 1MHz, 8 бит данных, CPOL=1, CPHA=1) для подключения гироскопа MPU-9250. Микроконтроллер ведущий, гироскоп ведомый.
- 4) Интерфейс I2C (частота до 400 кГц (Fast Mode), адрес 61 для чтения и 60 для записи) для подключения компаса HMC5883L. Микроконтроллер ведущий, компас ведомый. Возможно подключение по одной общей шине с гироскопом MPU-9250 при условии, что последний подключен к микроконтроллеру по I2C.
- 5) Интерфейс USART для подключения приёмника GPS U-blox нео-m8. Микроконтроллер ведущий, приёмник ведомый. Скорость передачи 9600 бод, 8 бит данных, бит четности отсутствует, 1 стоповый бит. Протокол NMEA.
- 6) Интерфейс USART для микроконтроллера ESP32 со встроенным модулем WI-FI. ESP32 ведущий, STM32 ведомый. Скорость передачи 460800 бод, 8 бит данных, бит четности отсутствует, 1 стоповый бит.

