

191

Использование GSM модуля в системе 3 уровня автономности регламентировано UN R157, согласно которому транспортное средство во время совершения манёвра минимального риска (MRM) становится источником повышенной опасности. Требования UN R157 предъявляют необходимость наличия мгновенной связи с внешним миром и экстренными службами, для этого и будет использован GSM модуль.

Для обновления сервисной прошивки контроллеров, используется Wi-Fi модуль встроенный в сопроцессор ESP32WROOM, а также 2 независимые памяти типа Flash и Fram. В связи с необходимостью обращения к памяти двух контроллеров, был создан аппаратный шлюз с помощью мультиплексора TS3A27518EPWR. Обращение к мультиплексору происходит по интерфейсу SPI.

III. Реализация системы питания

Во время разработки блока одной из важнейших проблем была реализация многоуровневого питания.

Бортовая сеть грузового автомобиля 24 Вольта — экстремальная электрическая среда. При коммутации индуктивных нагрузок или отключении аккумулятора (эффект Load Dump по стандарту ISO 16750-2), в сеть поступают импульсы напряжения до 160 Вольт.

Для выживания электроники в таких условиях была разработана каскадная архитектура защиты

Для ограничения пусковых токов был использован 10 ваттный проволочный резистор. Расчеты показали, что при поглощении более 300 джоулей энергии резистор будет иметь максимальную температуру в 120 градусов цельсия, что является приемлимой кратковременной температурой. В связке с резистором работает прецизионный супрессор на 5 кВт, который фиксирует остаточное напряжение на абсолютно безопасном для DC-DC преобразователя уровне в 58 В.

После очистки от помех через П-образный фильтр напряжение поступает на каскад первичного понижения. Были использованы преобразователи TPS54360B с максимальным входным напряжением в 60 В. С помощью частото задающей цепи преоб-

разователи были настроены на рабочую частоту в 500 кГц. В результате получилось 2 цепи понижения напряжения, настроенные с помощью делителей на 3.8 В для питания GSM модема, а также на 5 В для питания драйверов CAN FD, навигационного модуля и каскадов питания контроллеров.

Для питания вычислительных ядер контроллера STM32 и сопроцессора EPS32 требуется напряжение в 3.3 В с минимальным уровнем пульсаций, для этого мы используем два независимых линейных стабилизатора в корпусе DPAK, питающихся от шины 5 В. Разделение питания на два отдельных линейных стабилизатора позволило эффективно распределить тепловыделение, исключить локальные перегревы.

IV. Выводы

Разработанный контроллер представляет собой законченное инженерное решение. Применение двух-процессорной архитектуры с перекрёстным восстановлением, использование памяти FRAM и каскадной защиты питания позволило создать устройство, полностью отвечающее жёстким требованиям автономного вождения 3-го уровня и автомобильным стандартам надёжности, при сохранении технологичности и экономической эффективности производства.

Список литературы

1. ISO 26262:2018 Road vehicles – Functional safety [Электронный ресурс]: International Standard. – Режим доступа: <https://www.iso.org/standard/61280.html>. – 10.04.2026.
2. UN Regulation No. 157 Automated Lane Keeping Systems (ALKS) [Электронный ресурс]: UNECE World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations. – Режим доступа: <https://unece.org/sites/default/files/2023-12/R157e.pdf>. – 10.04.2026.
3. ISO 16750-2:2012 Road vehicles – Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment – Part 2: Electrical loads [Электронный ресурс]: International Standard. – Режим доступа: <https://www.iso.org/standard/61280.html>. – 10.04.2026.
4. ГОСТ 33464-2015 Система экстренного реагирования при дорожно-транспортных происшествиях. Общие технические требования [Электронный ресурс]: Межгосударственный стандарт. – Режим доступа: https://novtest.ru/standard/ENG/GOST_2033464-2015.pdf. – 10.04.2026.

Смирнов Павел Олегович, студент кафедры теоретических основ электротехники БГУИР, pasha.smirnoff.2004@gmail.com

Научный руководитель: Пикуза Анна Владимировна, ассистент кафедры теоретических основ электротехники, a.pikuza@bsuir.by.