

# ЛАБОРАТОРНЫЙ БЛОК ПИТАНИЯ С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ МОДУЛЕМ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ

Студент группы 10306121 Волынец М.С.

*Научный руководитель – старший преподаватель Стрельченко О.А.*

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Современные лабораторные блоки питания представляют собой сложные электронные устройства, играющие ключевую роль в разработке, тестировании и эксплуатации различного электронного оборудования. В отличие от простых источников питания, современные лабораторные модели обладают широкими функциональными возможностями, включая точную регулировку выходных параметров, защиту от перегрузок и возможность дистанционного управления. Особый интерес представляет интеграция в такие устройства интеллектуальных систем мониторинга, которые значительно расширяют их функционал и повышают надежность работы. Актуальность разработки интеллектуальных лабораторных блоков питания обусловлена возрастающими требованиями к точности и безопасности проведения электронных измерений. Традиционные блоки питания, даже обладая хорошими техническими характеристиками, часто не предоставляют пользователю полной информации о своем состоянии в процессе работы. Это может привести к непредвиденным ситуациям - перегреву компонентов, выходу из строя подключенного оборудования или даже возникновению аварийных ситуаций. Интеллектуальный модуль мониторинга решает эти проблемы, обеспечивая непрерывный контроль основных параметров работы, оперативное оповещение о критических состояниях, автоматическое принятие защитных мер, ведение журнала работы для последующего анализа и возможность интеграции в автоматизированные системы управления.

Современный интеллектуальный лабораторный блок питания представляет собой сложную систему, состоящую из нескольких функциональных модулей, каждый из которых выполняет определенную задачу. Основными компонентами

такой системы являются блок силового преобразования и стабилизации, который включает входной фильтр помех, трансформатор с несколькими вторичными обмотками, выпрямительный мост на мощных диодах или MOSFET-транзисторах, сглаживающие конденсаторы большой емкости, импульсный стабилизатор напряжения на основе ШИМ-контроллера, линейный стабилизатор для получения особо чистого напряжения и систему охлаждения с температурным контролем. Микроконтроллерная система управления представляет собой "мозг" всего устройства. В современных реализациях используются 32-разрядные микроконтроллеры с ядром ARM, такие как STM32 или аналогичные. Эти процессоры обладают достаточной производительностью для реализации сложных алгоритмов управления, имеют встроенные АЦП и ЦАП, а также поддерживают различные интерфейсы связи.

Интеллектуальный модуль мониторинга является ключевым отличием современного лабораторного блока питания от традиционных моделей. Этот модуль включает систему измерения параметров, состоящую из прецизионных делителей напряжения, точных шунтов для измерения тока, высокоточных операционных усилителей, мультиплексоров для подключения различных датчиков и 16- или 24-разрядных АЦП для точных измерений. Термомониторинг включает датчики температуры на ключевых компонентах, контроль температуры радиаторов, мониторинг температуры внутри корпуса и прогнозирование теплового режима. Система защиты реализует мгновенное отключение при КЗ, плавное ограничение тока при перегрузке, термозащиту с прогнозированием, защиту от перенапряжения на выходе и контроль правильности подключения нагрузки.

Программная часть интеллектуального блока питания не менее важна, чем аппаратная. Она включает низкоуровневое ПО, содержащее драйверы периферии микроконтроллера, интерфейсы работы с АЦП/ЦАП, алгоритмы ШИМ-модуляции и систему прерываний. Алгоритмы управления содержат ПИД-регуляторы напряжения и тока, алгоритмы плавного пуска, методы компенсации пульсаций, адаптивные системы управления и прогнозирующие алгоритмы. Пользовательский интерфейс реализует многоуровневое меню управления, графическое отображение

параметров, систему предупреждений и подсказок, настройку профилей работы и ведение журнала событий.

Современные лабораторные блоки питания с интеллектуальными модулями развиваются в направлении интеграции с IoT-системами, что позволяет удаленно контролировать параметры работы, получать уведомления о критических состояниях, управлять блоком питания через облачные сервисы и интегрировать в автоматизированные системы тестирования. Использование искусственного интеллекта дает возможность прогнозировать отказы компонентов, оптимизировать режимы работы, адаптироваться к характеристикам нагрузки и самообучаться в процессе эксплуатации. Развитие элементной базы приводит к увеличению точности измерений, повышению КПД преобразования и уменьшению габаритных размеров устройств. Перспективным направлением является создание модульных систем, где несколько блоков питания могут работать согласованно, обеспечивая сложные схемы питания для современных электронных устройств. Особое внимание уделяется вопросам энергосбережения и экологической безопасности, что отражается в использовании новых материалов и технологий производства. Будущее лабораторных блоков питания видится в создании полностью автономных интеллектуальных систем, способных самостоятельно диагностировать свое состояние, прогнозировать возможные неисправности и оптимизировать режимы работы в зависимости от подключенной нагрузки и внешних условий. Такие системы будут незаменимы в исследовательских лабораториях, на производстве и в образовательном процессе, обеспечивая новый уровень точности, надежности и удобства работы с электронным оборудованием.