

Отечественная сборка Plug-and-Play

на базе драйверного ядра ДР8/1700 от АО «Ангстрем»

АО «Ангстрем» разработало полностью отечественное устройство Plug-and-Play, основанное на изделиях собственного производства — драйвере управления ДР8/1700, адаптере АДР 1200/1700, силовом IGBT-модуле в корпусе МПК-62-3, аналогичном корпусу EconoDUAL.

Сергей Мельник

melnikSA@angstrem.ru

Ярослав Врнев

Vrenev@angstrem.ru

Станислав Клейн

klein@angstrem.ru

Импортозамещение

В 2021 году на мировом рынке наблюдается значительный дефицит кристаллов и чипов, сроки поставки которых из Юго-Восточной Азии существенно увеличены. В некоторых отраслях поставки электронных компонентов даже стали фактором, лимитирующим производство. Учитывая, что IGBT-драйверы и силовые модули используются во многих критичных для государства областях промышленности, электроснабжении, транспорте, для газо- и нефтедобычи, возможность выбора отечественного аналога, не уступающего импортным вариантам исполнения, определяет независимость и возможность бесперебойной работы указанных отраслей.

В статье приводится краткое описание одного из таких решений — отечественная сборка Plug-

and-Play, все используемые компоненты которой разработаны и произведены российской компанией АО «Ангстрем».

Системы с длительным жизненным циклом

Эксплуатация электротранспорта, судов, систем жизнеобеспечения городов, систем управления промышленных предприятий требует постоянного технического обслуживания в течение всего жизненного цикла, который составляет несколько десятков лет. В этих условиях особое значение приобретает простота замены комплектующих и постгарантийное техобслуживание.

Комплект Plug-and-Play в составе драйвера, адаптера и силового IGBT-модуля дает возможность заменять импортные драйверы управления или силовые модули по отдельности, без замены всей системы. Это позволит гарантировать поставки комплектующих, а также снизить эксплуатационные расходы.

Силовые модули

АО «Ангстрем» — единственное в России предприятие, выпускающее широкую линейку IGBT- и FRD-кристаллов, а также силовых модулей на их основе. Серийно выпускаются силовые модули 148 типов в корпусах МПК-30, МПК-34, МПК-62, МПК-62-2.

В июле 2021 года было запущено серийное производство модулей в компактном корпусе МПК-62-3 с габаритами 152×62×17 мм, аналогичном корпусу EconoDUAL. Для компактного монтажа драйвера управления на данный тип корпуса IGBT-модуля был разработан адаптер АДР 1200/1700 (рис. 1)

Адаптер АДР 1200/1700

Адаптер АДР 1200/1700 представляет собой печатную плату, содержащую все необходимые компоненты для оптимального подключения драйвера

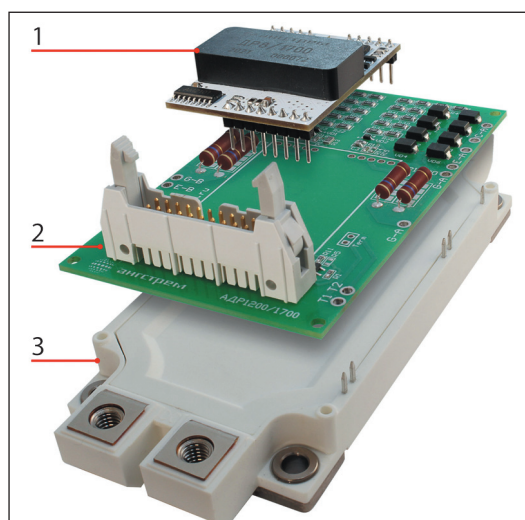


Рис. 1. Комплект Plug-and-Play.

- 1 — драйвер ДР8/1700;
- 2 — адаптер АДР 1200/1700;
- 3 — силовый IGBT-модуль в корпусе МПК-62-3

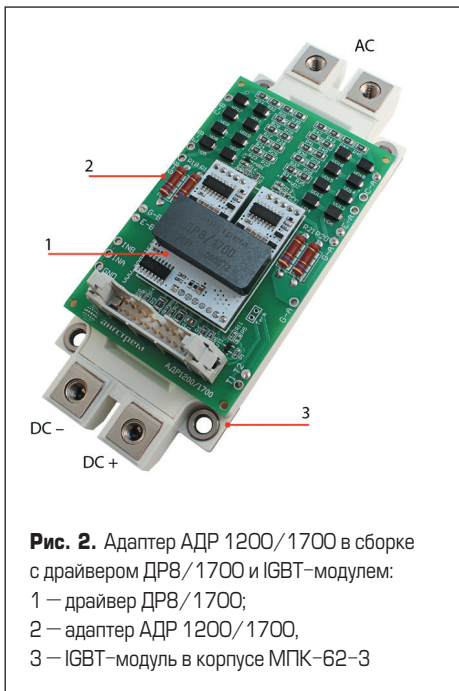


Рис. 2. Адаптер АДР 1200/1700 в сборке с драйвером ДР8/1700 и IGBT-модулем:
1 — драйвер ДР8/1700;
2 — адаптер АДР 1200/1700,
3 — IGBT-модуль в корпусе МПК-62-3

ДР8/1700 к корпусу силового модуля (рис. 2, 3). Адаптер обеспечивает конструктивную привязку драйвера управления к IGBT модулю в форм-факторе EconoDUAL, дает возможность избавиться от дополнительных переходных разъемов и длинных проводов. Такое конструктивное решение позволяет радикально снизить паразитную индуктивность в цепи управления затвор-эмиттер. Паразитная индуктивность усиливает пики напряжения в цепи затвор-эмиттер, коллектор-эмиттер, увеличивает потери при переключении, что негативно сказывается

на надежности работы модулей, тепловыделении, плотности компоновки и массогабаритных характеристиках конечных изделий.

Корпус МПК-62-3, с установленным адаптером АДР 1200/1700 и драйвером ДР8/1700, позволяет увеличить эффективность теплоотвода, существенно повысить плотность компоновки и реализовать возможность Plug-and-Play. Без учета габаритов разъема габариты сборки по высоте составляют всего 30 мм.

Адаптер имеет канал подключения внешнего устройства для мониторинга температуры корпуса при стабильных режимах работы силовых преобразовательных устройств. Для реализации этой возможности в IGBT-модули в корпусе МПК-62-3 встроены NTC-резисторы.

Адаптер АДР 1200/1700 содержит в своем составе:

- цепочку шунтирующих TVS-диодов для защиты от перенапряжений по принципу ограничения импульса напряжения (gate clamping & active clamping);
- цепь резисторов для прецизионного контроля $V_{ce(sat)}$ для защиты от короткого замыкания;
- затворные резисторы для установки тока заряда затвора IGBT;
- входной разъем для подключения сигналов управления.

Комплектация

Адаптер выпускается в двух модификациях: для силовых модулей с предельно допустимым напряжением 1200 и 1700 В. Драйвер



Рис. 3. Адаптер АДР 1200/1700 в комплекте поставки: 1 — затворные резисторы, 2 — защитные диоды схемы активного клемпинга, 3 — цепь резисторов контроля V_{ce} , 4 — канал подключения для мониторинга температуры корпуса IGBT-модуля, 5 — входной разъем.

и затворные резисторы в комплект поставки не входят, поскольку сопротивление резисторов подбирается в соответствии с задачами потребителя. Для IGBT-модулей производства АО «Ангстрем» минимальное сопротивление затворных резисторов составляет 20 Ом. Более точные значения определяются режимами работы силовых преобразовательных устройств.

Функциональная схема устройства Plug-and-Play приведена на рис. 4.

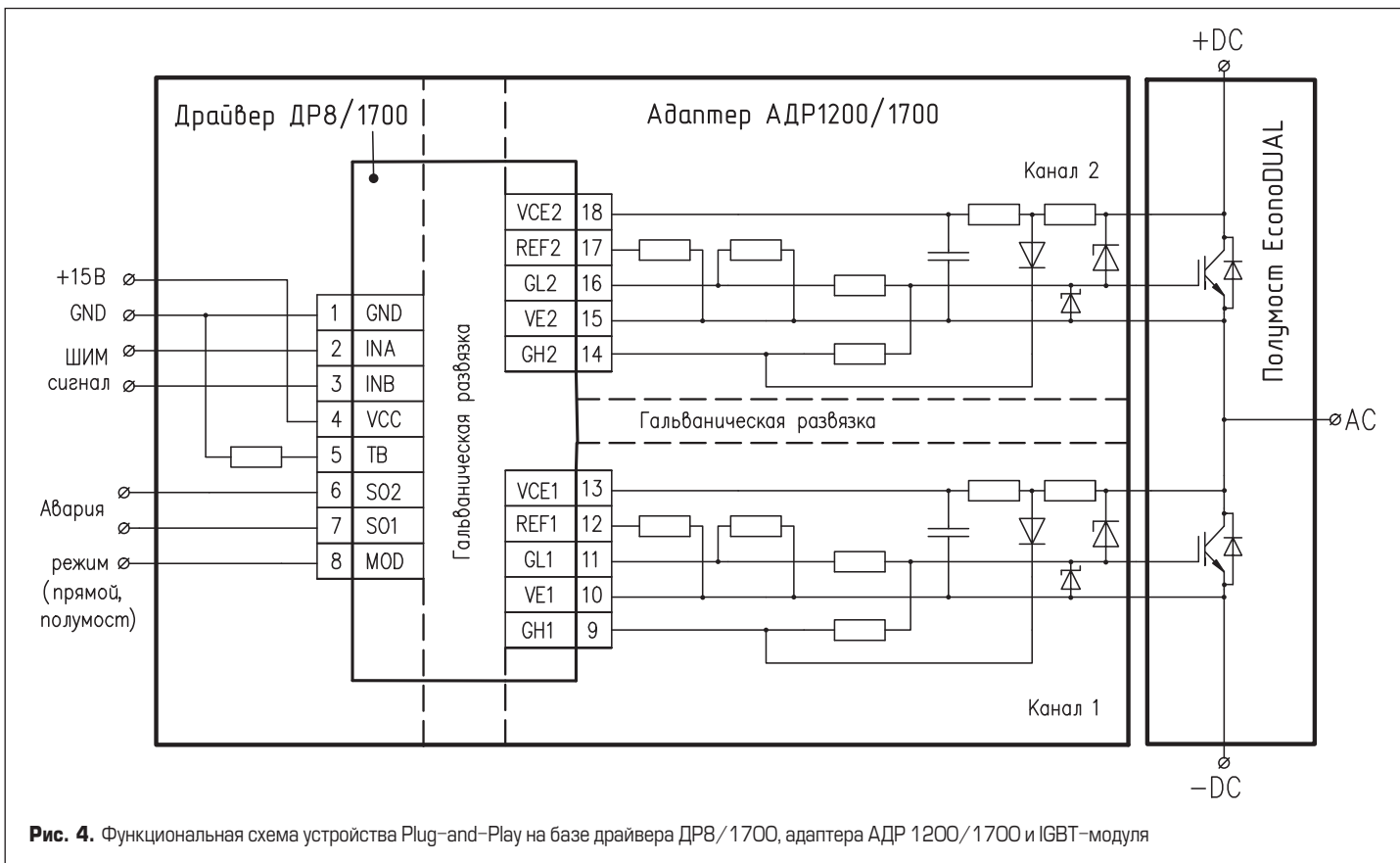


Рис. 4. Функциональная схема устройства Plug-and-Play на базе драйвера ДР8/1700, адаптера АДР 1200/1700 и IGBT-модуля

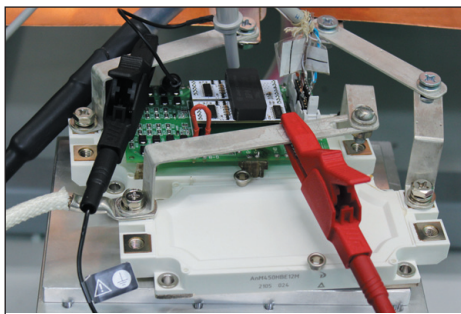


Рис. 5. Общий вид IGBT-модулей на измерительном стенде

Испытания IGBT-модулей на устойчивость к воздействию сдвоенного импульса

Тест на устойчивость к сдвоенному импульсу включен в 100%-ный контроль для оценки динамического поведения IGBT-модулей после сборки в корпус.

Сдвоенный импульс — это метод измерения динамических параметров переключения и оценки динамического поведения.

Стопроцентный контроль оценки динамического поведения IGBT-модулей AnM450HBE12M проводится с использованием драйвера ДР8/1700 и согласующего адаптера АДР 1200/1700 на стенде измерения динамических параметров с регулируемым импульсом мощности через индуктивную нагрузку.

Общий вид IGBT-модулей на измерительном стенде, при проведении дополнительного 100%-ного контроля на сдвоенный импульс для оценки динамического поведения на предельно допустимом токе коллектора, приведен на рис. 5.

Условия проведения испытаний:

- Напряжение: 600 В.
- Амплитуда импульсов управления: +15/-8 В.
- Индуктивная нагрузка в режиме непрерывного тока: 300 А.
- Последовательное сопротивление в цепи затвора: 20 Ом.

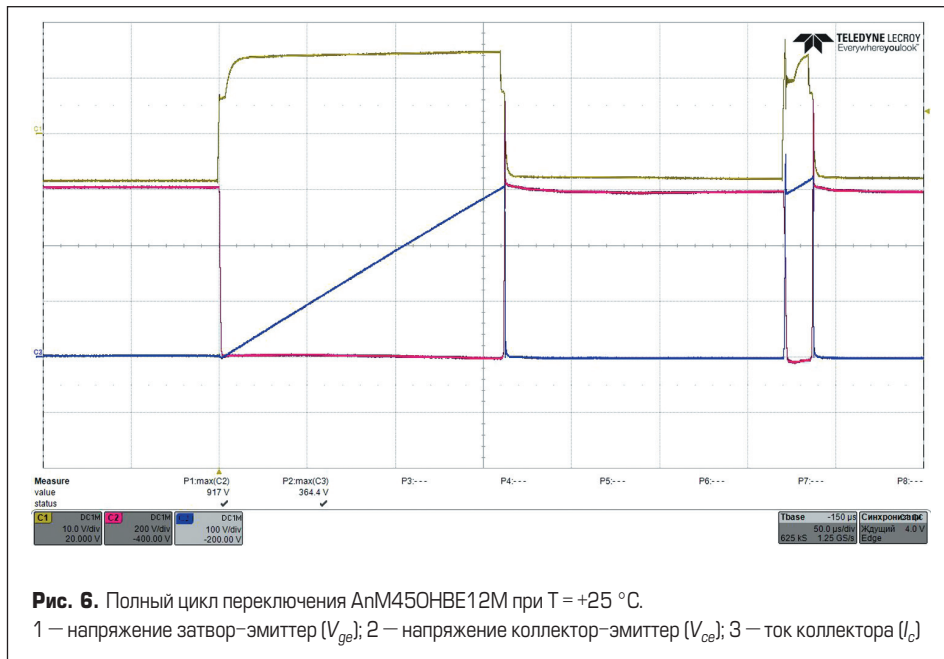


Рис. 6. Полный цикл переключения AnM450HBE12M при T = +25 °C.

1 — напряжение затвор-эмиттер (V_{ge}); 2 — напряжение коллектор-эмиттер (V_{ce}); 3 — ток коллектора (I_c)

- Температура окружающей среды: (+25 ±10) °C.
- При проведении дополнительного контроля использовались измерительные средства:
 - осциллограф цифровой запоминающий LeCroy HDO4034;
 - источник питания МЕГЕОН 30305;
 - генератор сигналов Rigol DG4102;
 - пассивный пробник LeCroy PPE 4kV + PP017;
 - измеритель тока LeCroy T3RC3000.

На рис. 6 представлена типовая осциллограмма полного цикла переключения IGBT-модуля при проведении дополнительного контроля на сдвоенный импульс.

Выводы

Адаптер АДР 1200/1700 решает важную задачу импортозамещения, поскольку позволяет заменять драйверы и IGBT поэтапно и независимо друг от друга.

Сборка «драйвер-адаптер-модуль» АО «Ангстрем» может входить в состав других устройств, существенно повышая их уровень локализации:

- системы управления электродвигателями
- преобразователи частоты;
- источники питания;
- преобразователи для высоковольтных линий электропередачи;
- преобразователи переменного/постоянного тока;
- бытовая техника (стиральные машины, кондиционеры, холодильники, вентиляторы, насосы и др.).

Производственные мощности и центры разработки АО «Ангстрем» позволяют создавать не только электронные компоненты, но и функциональные блоки, не уступающие по характеристикам импортным аналогам. Гибкость производства и ориентированность на отечественный рынок делают возможной адаптацию выпускаемой продукции и разработку новых изделий под нужды отечественных предприятий. АО «Ангстрем» приглашает к сотрудничеству российские компании, как в рамках программ замещения импорта, так и для обеспечения бесперебойности поставок комплектующих.