

Ремонт электронных модулей стиральных машин

Электронные модули стиральных машин:

- ✓ АТЛАНТ
- ✓ BOSCH
- ✓ DAEWOO
- ✓ INDESIT/HOTPOINT-ARISTON
- ✓ LG
- ✓ WHIRLPOOL

Устройство и принцип работы электронных модулей, применяемых более чем в 150 моделях стиральных машин

Рекомендации и особенности программирования модулей

Принципиальные схемы модулей и схемы соединений в составе стиральных машин

Характерные неисправности и их устранение

ISBN 978-5-91359-160-9



9 785913 591609



www.solon-gpress.ru



Модельный

**РЕМОНТ
&
СЕРВИС**

Серия «Ремонт», выпуск 135

Ремонт электронных модулей стиральных машин

Приложение к журналу «Ремонт & Сервис»

**Москва
СОЛОН-Пресс
2015**

Серия «Ремонт», выпуск 135
Приложение к журналу «Ремонт & Сервис»

Под редакцией Родина А. В. и Тюнина Н. А.

Ремонт электронных модулей стиральных машин. — М.: СОЛОН-Пресс, 2015. — 128 с.: ил. — (Серия «Ремонт», выпуск 135).

В этой книге рассматриваются электронные модули стиральных машин АТЛАНТ, BOSCH, DAEWOO, INDESIT/HOTPOINT-ARISTON, LG, WHIRLPOOL (всего более 150 моделей СМ), относящиеся к бюджетному и среднему классам. Помимо описания принципиальных схем модулей, характерных неисправностей и способов их устранения, даны материалы по взаимодействию основных цепей модулей с компонентами и узлами в составе СМ. Также в ней приводятся некоторые решения и рекомендации по программированию ЭМ.

Книга будет полезна студентам профильных ВУЗов и колледжей, слушателей специализированных курсов повышения квалификации, специалистам по ремонту бытовой техники и читателям, имеющим базовые знания и необходимые практические навыки в этой области.

При подготовке книги были использованы материалы журнала «Ремонт & Сервис», опубликованные в 2014-2015 гг.

Сайт журнала «Ремонт & Сервис»: www.remserv.ru
Сайт издательства «СОЛОН-Пресс»: www.solon-press.ru

КНИГА — ПОЧТОЙ

Книги издательства «СОЛОН-Пресс» можно заказать наложенным платежом (оплата при получении) по фиксированной цене. Заказ можно оформить одним из трех способов:

1. Послать открытку или письмо по адресу: 123001, Москва, а/я 82.
2. Оформить заказ на сайте www.solon-press.ru в разделе «Книга — почтой».
3. Заказать книгу по тел. (495) 617-39-64, (495) 617-39-65.

Каталог издательства высылается по почте бесплатно.

При оформлении заказа следует правильно и полностью указать адрес, по которому должны быть высланы книги, а также фамилию, имя и отчество получателя. Желательно указать дополнительно свой телефон и адрес электронной почты.

Через Интернет вы можете в любое время получить свежий каталог издательства «СОЛОН-Пресс», считав его с адреса

http://www.solon-press.ru/docs/Katalog_Solon_Press.xls.

Интернет-магазин размещен на сайте www.solon-press.ru.

По вопросам приобретения книг обращаться:

ООО «ПЛАНЕТА АЛЬЯНС»

Тел: (499) 782-38-89,

www.aliants-kniga.ru

Содержание

Сокращения	4
Введение	5
Часть 1. Электронные модули стиральных машин Hotpoint-Ariston/Indesit	6
Глава 1.1. Электронный модуль ARCADIA2 стиральных машин Hotpoint-Ariston/Indesit с 3-фазными приводными моторами	6
Часть 2. Электронные модули стиральных машин Whirlpool	23
Глава 2.1. Электронный модуль серии DOMINO стиральных машин WHIRLPOOL	23
Часть 3. Электронные модули стиральных машин BOSCH	34
Глава 3.1. Электронный модуль стиральных машин BOSCH серии MAXX5	34
Часть 4. Электронные модули стиральных машин LG	44
Глава 4.1. Электронные модули стиральных машин с прямым приводом барабана серии «LG F**68 *D(P)»	44
Часть 5. Электронные модули стиральных машин АТЛАНТ	62
Глава 5.1. Электронные модули «Invensys AT003» стиральных машин АТЛАНТ 7-й серии	62
Глава 5.2. Электронные модули «Invensys AC001» стиральных машин АТЛАНТ 8-й серии	73
Часть 6. Электронные модули стиральных машин DAEWOO	83
Глава 6.1. Электронный модуль стиральных машин «DAEWOO DWD-M8011 /8021»	83
Глава 6.2. Электронный модуль стиральных машин «DAEWOO DWD-F1011»	92
Приложение	104
П1. Микросхемы управления мощными трехфазными двигателями электрических машин	104
П2. Микроконтроллеры Freescale в электронных модулях бытовой техники. Технология программирования через отладочный интерфейс MON08	113
П3. Микроконтроллеры Freescale для бытовой техники. Отладочный интерфейс BDM	121
Литература и интернет-источники	127

Сокращения

АСЦ — авторизованный сервисный центр, СЦ — сервисный центр

АЦП — аналогово-цифровой преобразователь

ИМС — интегральная микросхема

ИП (ИИП) — источник питания (импульсный источник питания)

МК — микроконтроллер

ОЗУ — оперативное запоминающее устройство

ПК — персональный компьютер

ПЗУ — постоянное запоминающее устройство (англ. ROM — Read-Only Memory)

ЭСППЗУ — электрически стираемое перепрограммируемое ПЗУ (англ. EEPROM — Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)

ПО — программное обеспечение

ПУ — панель управления

СМ — стиральная машина

ТЭН — трубчатый электронагреватель

УБЛ — устройство блокировки люка

ЦСП — цифровой сигнальный процессор (англ. DSP — Digital Signal Processor)

ШИМ — широтно-импульсная модуляция/модулятор

ЭМ — электронный модуль

Датчик NTC (англ. Negative Temperature Coefficient) — резистор (термистор), сопротивление которого меняется в обратной пропорции к температуре

Введение

Прошли те времена, когда потребителям вместе с инструкцией по эксплуатации на любое изделие, приобретенное в магазине, прикладывалась электронная схема. Сейчас техника стала гораздо сложнее — неспециалисту схема уже ничего не даст, да и объемы этих схем на иные изделия могут измеряться десятками листов. Сейчас вся официальная сервисная информация поступает в сервисные центры — зачастую она очень низкого качества и не всегда отличается необходимой полнотой.

Особняком в распространении и подаче сервисной информации стоит бытовая техника и, в частности — стиральные машины. Кардинальное отличие стиральных машин от других видов электронной техники заключается в том, что сервисная информация на первые распространяется односторонне и неполно: отсутствуют как таковые принципиальные схемы на электронные модули — даются только схемы соединений. Это связано с тем, что, в стиральных машинах предусмотрена только модульная замена элементов и блоков. В некоторых случаях это оправдано — большинство элементов (например, датчики, помпы, клапаны и др.) восстановлению не подлежит, да и цена этих элементов несоизмерима с ценой, например, стиральной машины в целом.

Отдельной позицией стоят электронные модули — производители заставляют нас считать,

что это — «черные ящики», также подлежащие замене целиком. Однако здесь ситуация кардинально меняется — цена модуля (с услугами специалиста по его демонтажу/монтажу и программированию) может составлять около половины стоимости стиральной машины.

На самом деле, реальная цена модулей несоизмеримо ниже в десятки раз. Связано это с ценовой политикой производителей, вынуждающей выполнять послегарантийные ремонты (и замену дорогостоящих модулей) экономически нецелесообразной для потребителей. А вот и цена вопроса — высокими ценами на комплектующие производители заставляют нас приобретать новую технику, а старую (послегарантийную) — отправлять на утилизацию.

Предлагаемая книга — попытка разрушить указанный стереотип. В ней делается акцент на техническое описание электронных модулей, входящих в состав стиральных машин таких торговых марок, как: АТЛАНТ, BOSCH, DAEWOO, INDESIT/HOTPOINT-ARISTON, LG, WHIRLPOOL (всего более 150 моделей). На все модули приведены их электрические принципиальные схемы, рассмотрены вопросы взаимодействия узлов, входящих в состав стиральных машин, даны рекомендации по программированию, а также описаны характерные неисправности модулей и способы их устранения.

Часть 1

Электронные модули стиральных машин Hotpoint-Ariston/Indesit

Внимание! Копирование и размещение данных материалов на Web-сайтах и других СМИ без письменного разрешения редакции преследуется в административном и уголовном порядке в соответствии с Законом РФ.

Глава 1.1. Электронный модуль ARCADIA2 стиральных машин Hotpoint-Ariston/Indesit с 3-фазными приводными моторами

Общие сведения

Многие современные модели СМ фирмы Indesit Company имеют в своем составе 3-фазный приводной мотор и соответствующий ЭМ для управления этим узлом. Применение 3-фазного мотора, по сравнению с коллекторным, оправдано тем, что он имеет повышенный КПД, меньший уровень шума, низкий уровень помех, а также обеспечивает более высокую степень

управляемости (особенно в переходных режимах работы мотора). Производитель выпускает три типа ЭМ для 3-фазных приводных моторов — один на аппаратной платформе EVO-II (см. [1]), второй — на платформе ARCADIA (см. [3]), а третий — на новой версии платформы ARCADIA, именуемой ARCADIA2.

Внешний вид одной из разновидностей ЭМ ARCADIA2 с внешними соединениями показан на рис. 1.1.1. На рис. 1.1.2 показаны внешние сое-

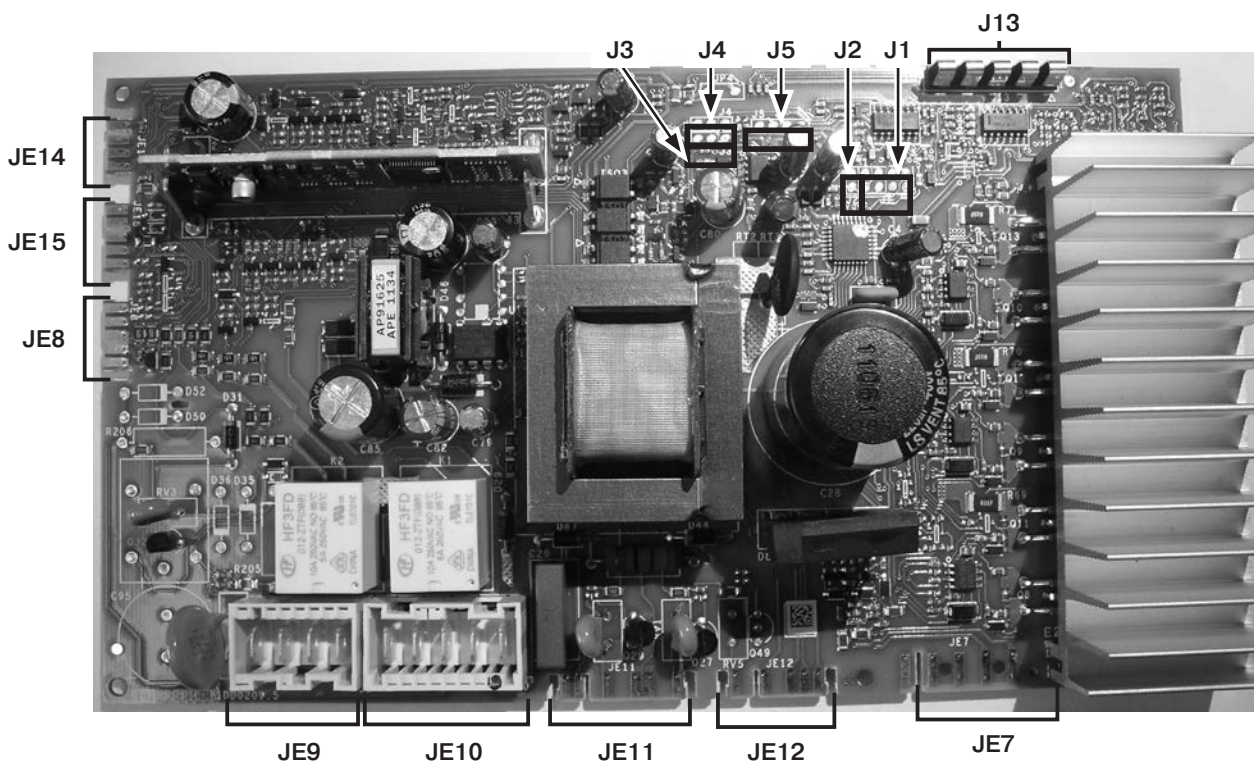


Рис. 1.1.1. Внешний вид ЭМ ARCADIA2 и расположение его внешних соединителей

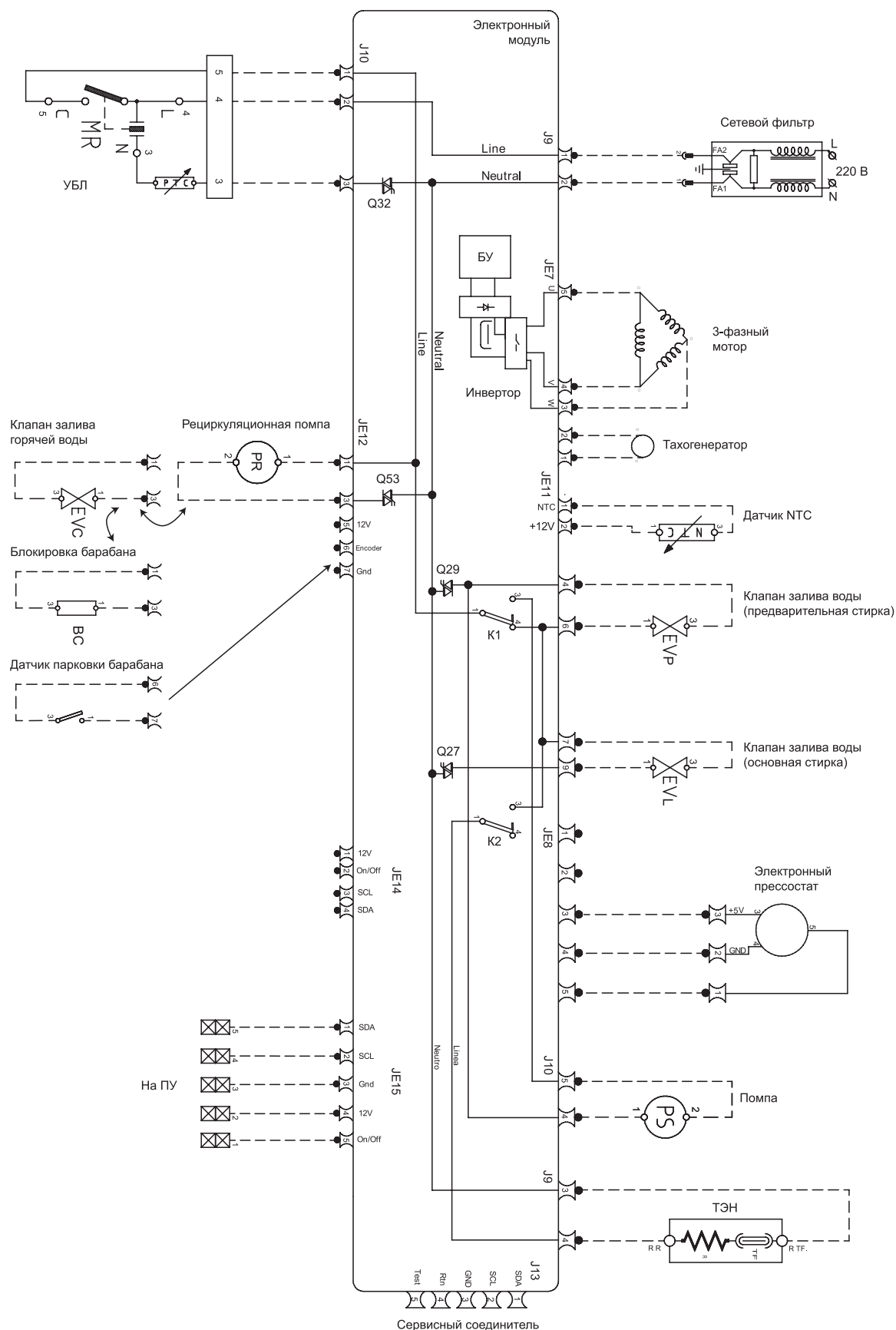


Рис. 1.1.2. Внешние соединения ЭМ СМ с привязкой к основным силовым цепям в составе модуля

динения ЭМ с привязкой к основным силовым цепям в составе модуля.

Рассматриваемый в этой главе ЭМ устанавливается в новые модели СМ с 2011 года и вообрал в себя многие решения от подобных продуктов на платформах ARCADIA и EVO-II. Например, от EVO-II практически без изменений были перенесены решения, связанные с инверторным управлением приводным мотором (драйверы и выходные каскады). От модуля ARCADIA были заимствован субмодуль МК и некоторые схемотехнические решения (организация системы питания, цепи дежурного режима и др. — см. [1], [2], [3]). Не претерпели изменений таблица кодов ошибок (см. [4]), порядок работы с инженерным ПО и процедура автотестирования.

В то же время в новом ЭМ главным отличием от аппаратных платформ-предшественниц является применение микросхемы сигнального процессора DSP (Digital Signal Processor) MC56F8006VLC производства Freescale (в ЭМ EVO-II и ARCADIA ранее устанавливались DSP производства Texas Instruments TMS32LF(LC)2401(2)A). Обладая несколько меньшим быстродействием (32 MIPS (млн. инструкций/с) против 40), новая микросхема по отношению к своим предшественницам обладает лучшими функциональными и эксплуатационными возможностями. Решение о применении DSP Freescale предположительно вызвано политикой производителя по оптимизации поставщиков — микроконтроллеры этого же производителя также широко используются в ЭМ на платформе ARCADIA. По неизвестным причинам производитель нанес на корпус DSP MC56F8006VLC маркировку SC667127VLC, которая не имеет ничего общего с истинным типом этой микросхемы (за исключением общего окончания «VLC»).

В модуле ARCADIA2 практически все унифицированные соединители заменены на разъемы ножевого типа с контактными площадками на плате ЭМ. Оставлены только два силовых унифицированных соединителя J9, J10, а также сервисный соединитель J13 (рис. 1.1.1, 1.1.2). Вероятно, подобное техническое решение реализовано с целью экономии указанных соединителей, на контакты которых нанесено серебряное напыление.

В ИП нового модуля предусмотрена установка одного из двух типов микросхем контроллеров — LNK625PG или VIPER16HN (в первом слу-

чае мощность источника на 15% выше). На данный момент существуют две разновидности ЭМ ARCADIA2 — одна применяется в СМ с сушкой, а вторая — в машинах без сушки. В этой главе даётся описание второй разновидности модуля (СМ без сушки).

В коммерческих названиях СМ, в которых используется ЭМ ARCADIA2, наименования моделей заканчиваются префиксом «/Е». В качестве примера можно привести модели «Indesit IWC8128B(EU)/Е», «Hotpoint-Ariston AQLS09U(EU)/Е» и др. Что же касается промышленного 11-значного кода СМ, то в моделях с модулем ARCADIA2 в третьей и четвертой позициях кода от конца имеется сочетание «87» или код оканчивается на «0100». В качестве примера можно привести коды 80621238700 и 80621230100 (оба кода относятся к модели AQLS09U(EU)/Е).

Функциональный состав ЭМ

ЭМ ARCADIA2 имеет в своем составе следующие основные элементы и узлы:

- **Микроконтроллер** HD64F36079LFZ со встроенным ППЗУ (типа Flash), статическим ОЗУ, портами ввода-вывода, таймерами, АЦП и др. Он используется для управления узлами и цепями в составе ЭМ и СМ в целом.
- **Импульсный ИП**, формирующий постоянные напряжения 5 В и два канала 12 В. В рассматриваемом модуле ИП выполнен на основе контроллера LNK625PG. Рядом с этой микросхемой имеется место для установки другого типа контроллера VIPER16HN, а также разводка под компоненты, необходимые для функционирования данной ИМС. Импульсный трансформатор ИП и компоненты выходных выпрямителей при применении другого типа ИМС не претерпевают изменений. С технологической точки зрения подобное решение позволяет с минимальными затратами выпускать несколько разновидностей ЭМ.
- **7-канальный ключ** типа ULN2003A. Он используется для усиления сигналов с выводов МК и управления реле и связанных с ними узлами.
- **Электронные реле**. В зависимости от модификации ЭМ их назначение и количество может быть разным. Реле коммутируют си-

ловые цепи ЭМ — питание отдельных элементов и их групп (ТЭН, помпа, клапаны залива воды).

- **Маломощные силовые симисторы** Z0107NA и ACS108-6S. Статические электрические параметры у этих компонентов похожи, за исключением того, что структура ACS108-6S несколько иная. Симисторы используются для управления клапанами залива воды, помпой, УБЛ и, в качестве опций, рециркуляционной помпой, блокировкой барабана.

- **Узел управления приводным мотором** включает в себя DSP-процессор MC56F8006VLC, промежуточные драйверы и мощные выходные каскады, выполненные на IGBT-транзисторах.

Рассмотрим состав и работу основных узлов ЭМ по принципиальным электрическим схемам.

Описание основных узлов ЭМ

Принципиальная электрическая схема одного из вариантов основной платы ЭМ ARCAIA2 для 3-фазного приводного мотора приведена на рис. 1.1.3 (версия без цепей сушки), а схема субмодуля МК — на рис. 1.1.4.

- Примечания:**
1. На принципиальных электрических схемах ЭМ позиционные обозначения компонентов соответствуют только тем, которые были нанесены на печатной плате. Обозначения остальных компонентов выбраны произвольно.
 2. Компоненты, контуры которых на схемах (рис. 1.1.3, 1.1.4) выделены пунктиром, в рассматриваемой версии ЭМ не были установлены, под них были зарезервированы места на плате и выполнена разводка печатных проводников.
 3. Так как принципиальные электрические схемы (рис. 1.1.3, 1.1.4) рисовались с реальных плат ЭМ и, учитывая всю сложность этой работы, допускается, что в них могут быть допущены неточности.

ИП и организация системы питания в составе ЭМ

В составе ЭМ имеется импульсный ИП. Он формирует постоянные напряжения 5 В и два канала 12 В (в последующем будем их называть 12(1) и 12(2) В), которые используются для питания элементов и узлов модуля. В свою очередь,

из напряжений 12(1) и 5 В с помощью отдельных стабилизаторов формируются два напряжения 3,3 В (3,3(1) и 3,3 (2) В — см. ниже) для питания МК и DSP-процессора соответственно.

Основой ИП является микросхема импульсного преобразователя. В рассматриваемом ЭМ в ИП применена ИМС LNK625PG производства фирмы Power Integrations. Она относится к семейству LinkSwitch-CV (CV — Constant Voltage, постоянное напряжение), представляет собой импульсный обратногоходовый преобразователь со встроенным силовым ключом и работает в релейном режиме.

Приведем основные особенности микросхемы LNK625PG:

- встроенный силовой ключ на MOSFET-транзисторе ($V_D=700$ В, $R_{DS(on)}=16$ Ом);
- фиксированная рабочая частота преобразователя 100 кГц;
- переход в режим пониженного энергопотребления (пропуска тактов) при малых пиковых токах через силовой ключ и первичную обмотку трансформатора, что уменьшает акустический шум;
- введен режим девиации частоты, уменьшающий излучение помех (джиттер);
- автоматический рестарт преобразователя при разрыве цепи обратной связи и после устранения короткого замыкания в нагрузке;
- низкая потребляемая мощность в режиме работы без нагрузки.

Микросхема предназначена для работы в составе ИП с выходной мощностью до 11 Вт. Интегрированный дизайн микросхемы не требует внешней оптопары и отдельной внешней пороговой схемы контроля выходного напряжения. При этом гарантирована высокая стабильность выходного напряжения $\pm 5\%$ вне зависимости от допустимых колебаний входного напряжения и рабочей температуры.

Назначение выводов ИМС LNK625PG (корпус PDIP-7) приведено в таблице 1.1.1.

На рис. 1.1.5 приведены расположение выводов LNK625PG (в корпусе PDIP-7) и структурная схема микросхемы.

Рассмотрим особенности принципиальной электрической схемы ИП, показанной на рис. 1.1.3.

В состав ИП входят следующие узлы и элементы:

- сетевой однополупериодный выпрямитель и фильтр D47 R253 C85;

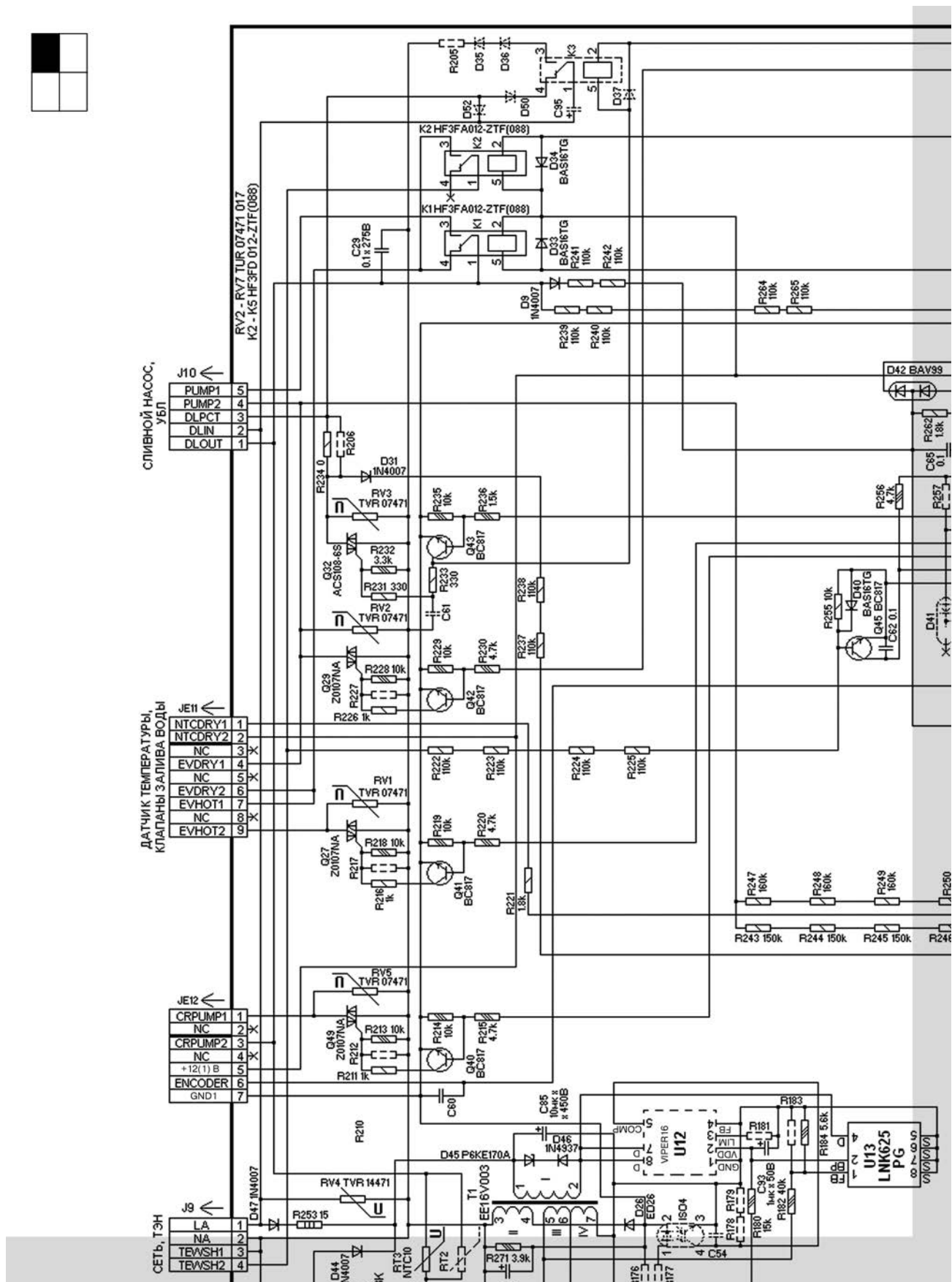
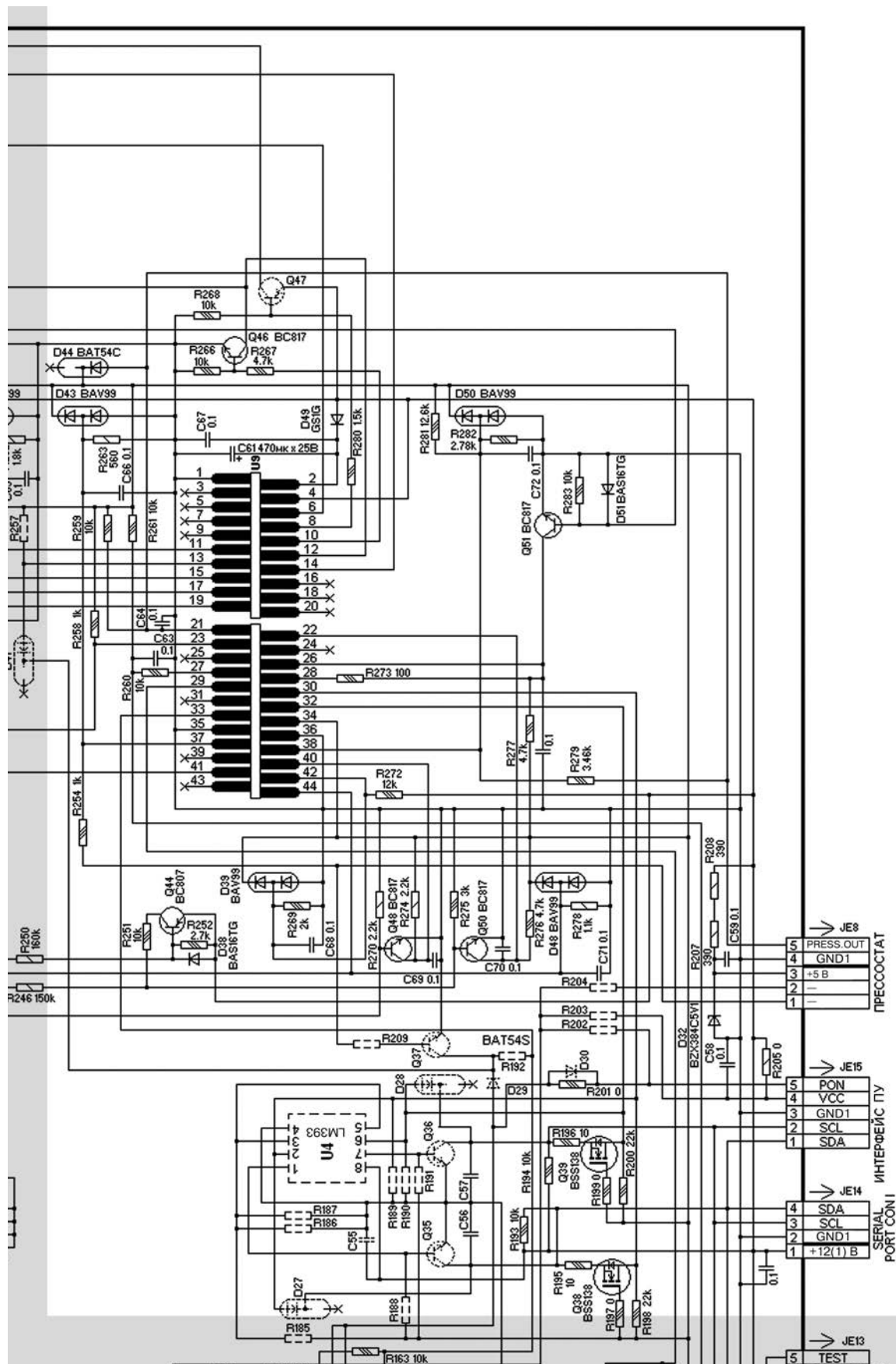


Рис. 1.1.3. Принципиальная электрическая схема основной



платы ЭМ ARCADIA2 для 3-фазного приводного мотора (1/2)

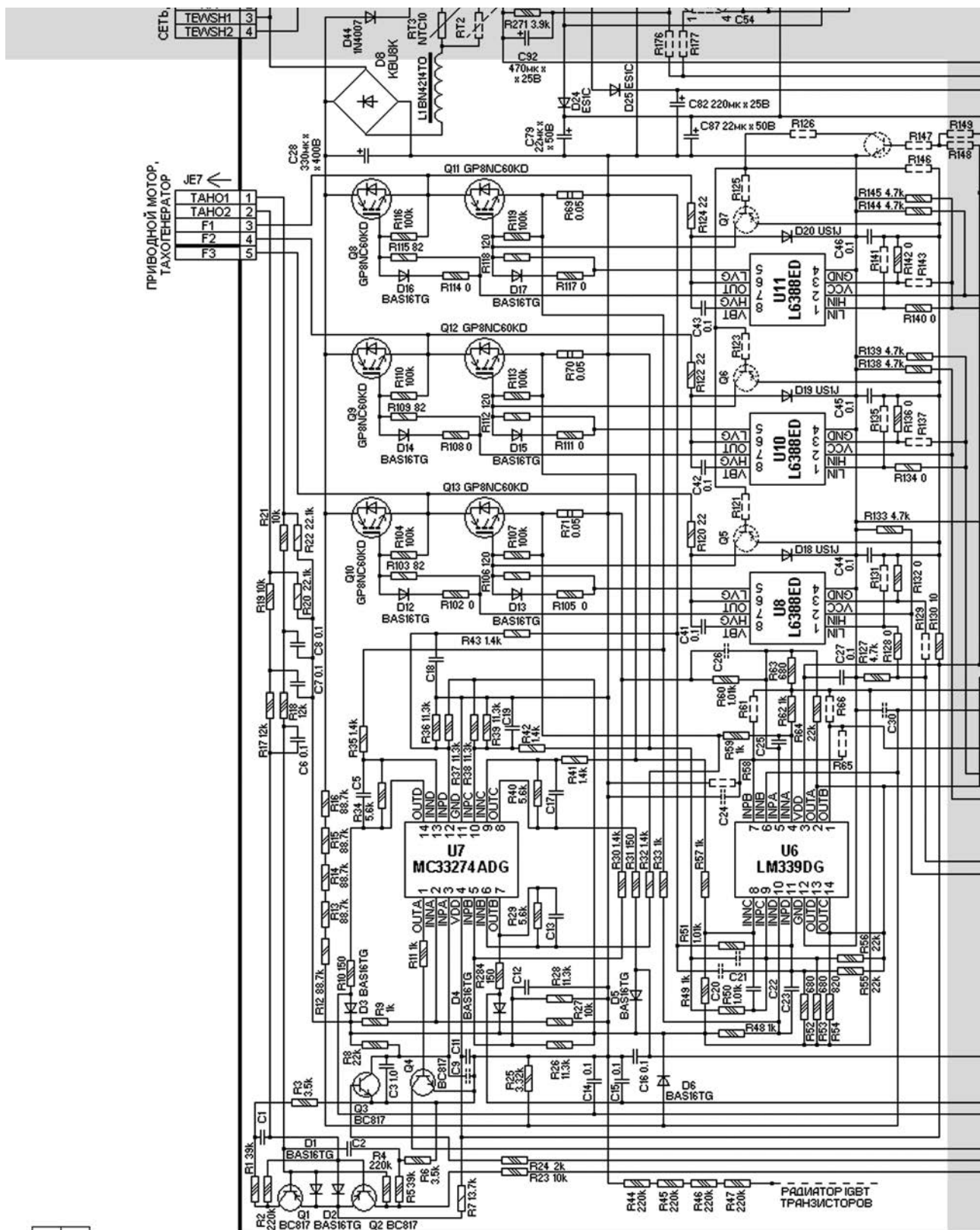
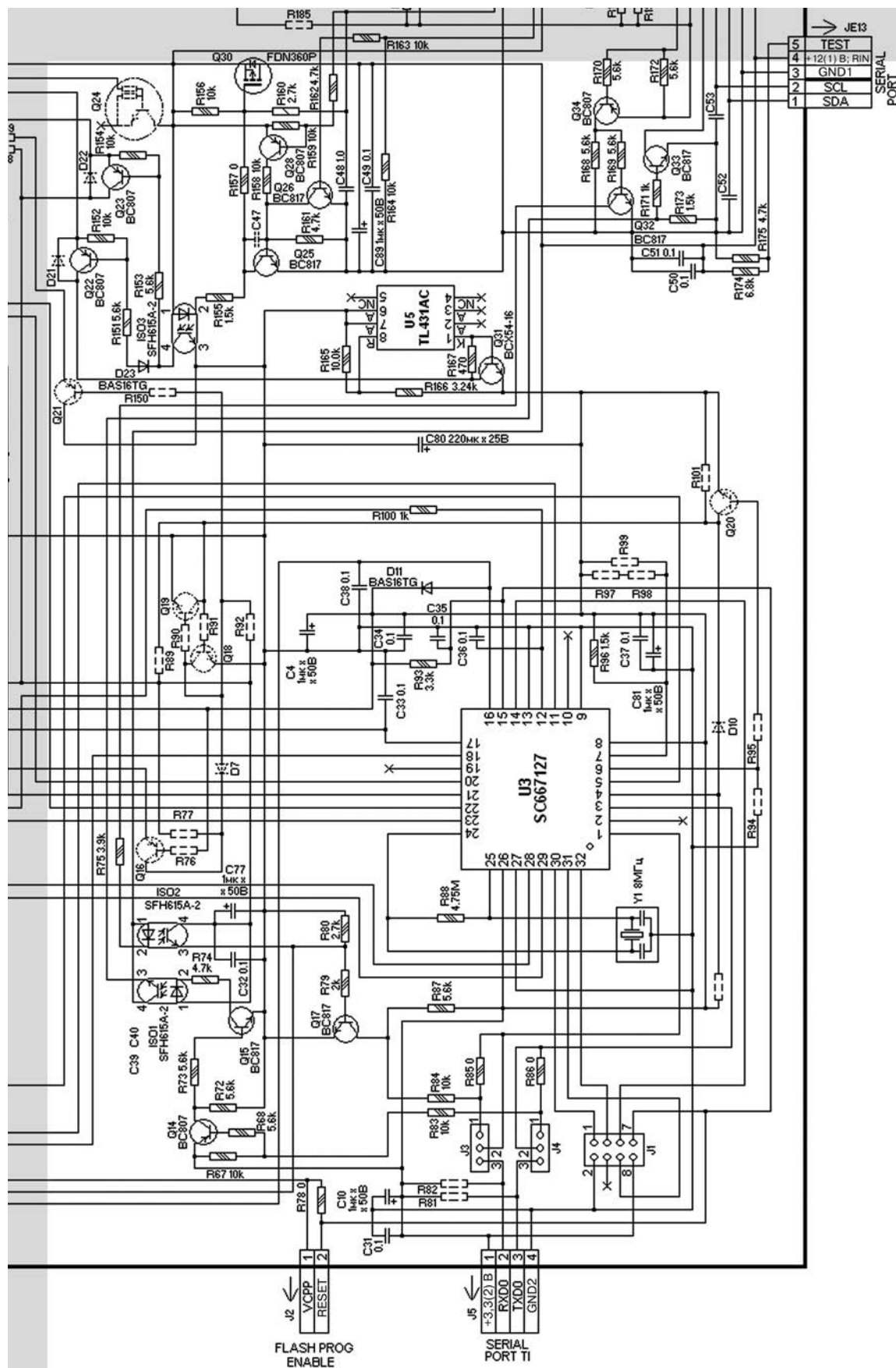


Рис. 1.1.3. Принципиальная электрическая схема основной



платы ЭМ ARCADIA2 для 3-фазного приводного мотора (2/2)

- защитный варистор RV4;
- микросхема преобразователя U13;
- импульсный трансформатор Т1;
- TVS-диод (Transient Voltage Suppressor) D45. Его основное назначение — ограничение уровня импульсных помех на первичной об-

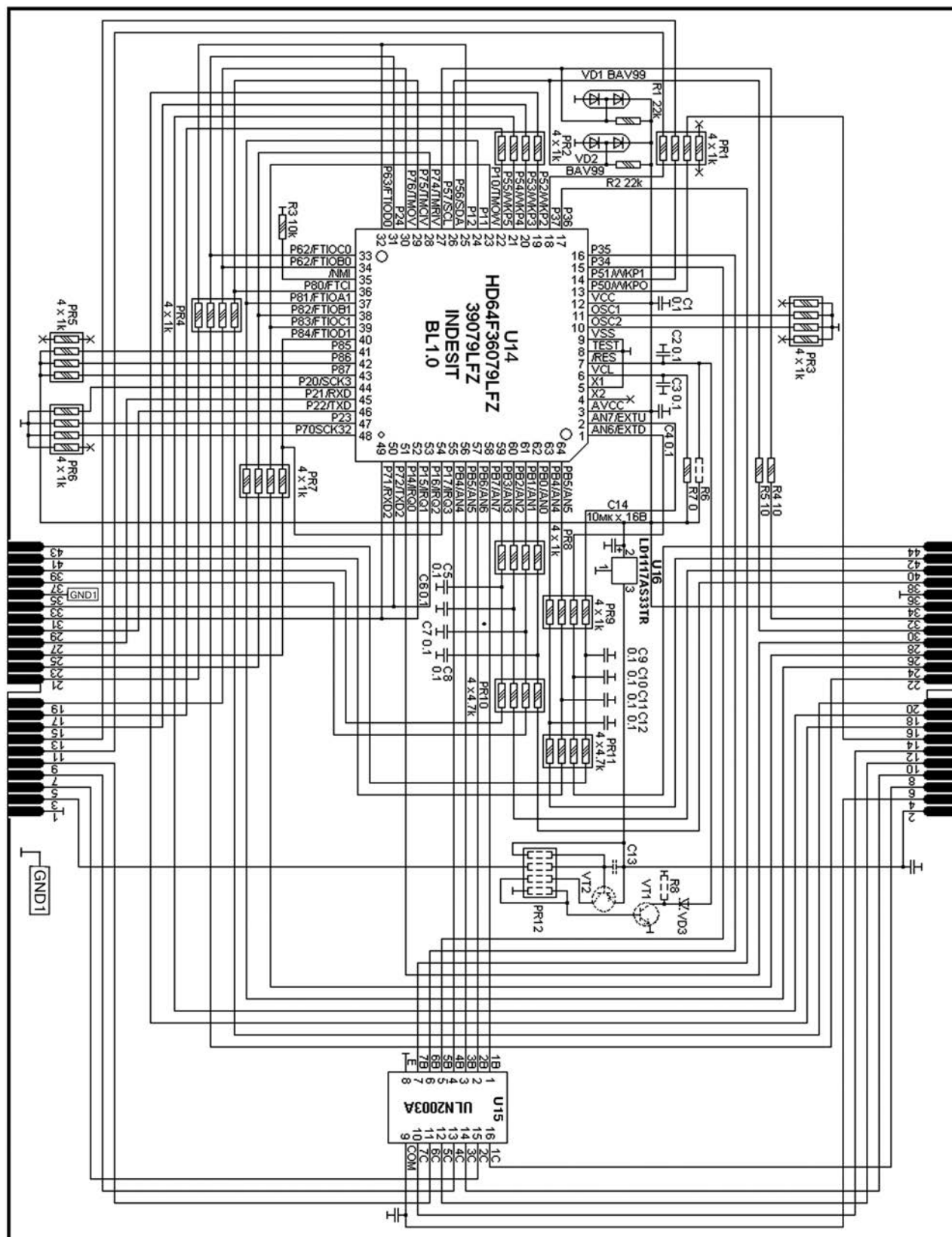


Рис. 1.1.4. Принципиальная электрическая схема субмодуля МК

мотке импульсного трансформатора. Указанный диод можно заменить традиционной RC-цепью, но ее эффективность по подавлению коротких помеховых импульсов значительно хуже;

- выходные выпрямители и фильтры D26 C92 — канал 12 (1) В; C79 C87 D24 — канал 12(2) В; C82 D25 — канал 5 В.

Таблица 1.1.1. Назначение выводов микросхемы LNK625PG

Номер вывода	Обозначение	Назначение
1	FB (FEEDBACK)	Вход сигнала обратной связи
2	BP (BYPASS)	Вывод внутреннего стабилизатора напряжения 6 В
4	D (DRAIN)	Сток внутреннего силового MOSFET-транзистора. С этого вывода также обеспечивается питание элементов схемы управления в составе микросхемы
5-8	S (SOURCE)	Исток внутреннего силового MOSFET-транзистора. Общий для элементов внутреннего преобразователя в составе ИМС

В ИП обеспечивается групповая стабилизация выходных напряжений. Сигнал обратной связи снимается с анода диода D24 и через резистор R182 подается на выв. 1 U13 (вход FB).

Как уже отмечалось выше, в ИП вместо ИМС LNK625PG может использоваться преобразователь VIPER16HN (под него на плате зарезервировано отдельное место). Последняя ИМС выпускается компанией STMicroelectronics и относится к семейству ViperPlus. Применительно к рассматриваемому ЭМ, вместе с VIPER16HN в схему ИП добавляются несколько дополнительных элементов, в частности, оптрон ISO4, транзистор Q24 и некоторые пассивные компоненты (на рис. 1.1.3 они выделены пунктиром). Оптод и транзистор используются в цепи обратной связи контроля выходного напряжения ИП (канал 12(1) В). Собственно, ИП на основе VIPER16HN по эксплуатационным характеристикам отличается от источника на ИМС LNK625PG несколько меньшей выходной мощностью (до 9 Вт), увеличенной частотой преобра-

зования (115 кГц) и наличием отдельной схемы контроля выходного напряжения.

Назначение выводов ИМС VIPER16HN (корпус PDIP-7) приведено в таблице 1.1.2.

Таблица 1.1.2. Назначение выводов микросхемы VIPER16HN

Номер вывода	Обозначение	Назначение
1	GND	Исток внутреннего силового MOSFET-транзистора. Общий для элементов внутреннего преобразователя в составе ИМС
2	VDD	Вход внешнего питания ИМС
3	LIM	Вход ограничения тока через выходной ключевой MOSFET-транзистор (определяется номиналом внешнего резистора, подключенного к общему проводу).
4	FB	Вход сигнала обратной связи
5	COMP	Выход внутреннего усилителя ошибки/вход сигнала управления преобразователем с оптронной развязки
7, 8	DRAIN	Сток внутреннего силового MOSFET-транзистора

На рис. 1.1.6 приведены структурная схема и расположение выводов ИМС VIPER16HN (в корпусе PDIP-7).

Рассмотрим подробнее цепи питания элементов и узлов в составе ЭМ.

Напряжение 5 В формируется выпрямителем D25 C82 (рис. 1.1.3) и поступает на транзисторный ключ Q22 (управляется сигналом PON через оптрон ISO3), а с него — на параметрический стабилизатор напряжения 3,3 В, выполненный на транзисторе Q31 и микросхеме U5

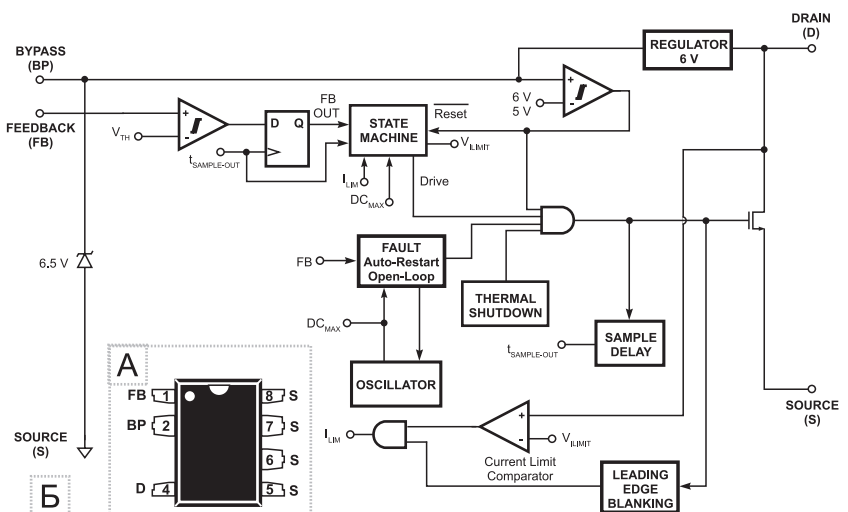


Рис. 1.1.5. Расположение выводов (а) и структурная схема (б) микросхемы LNK625PG

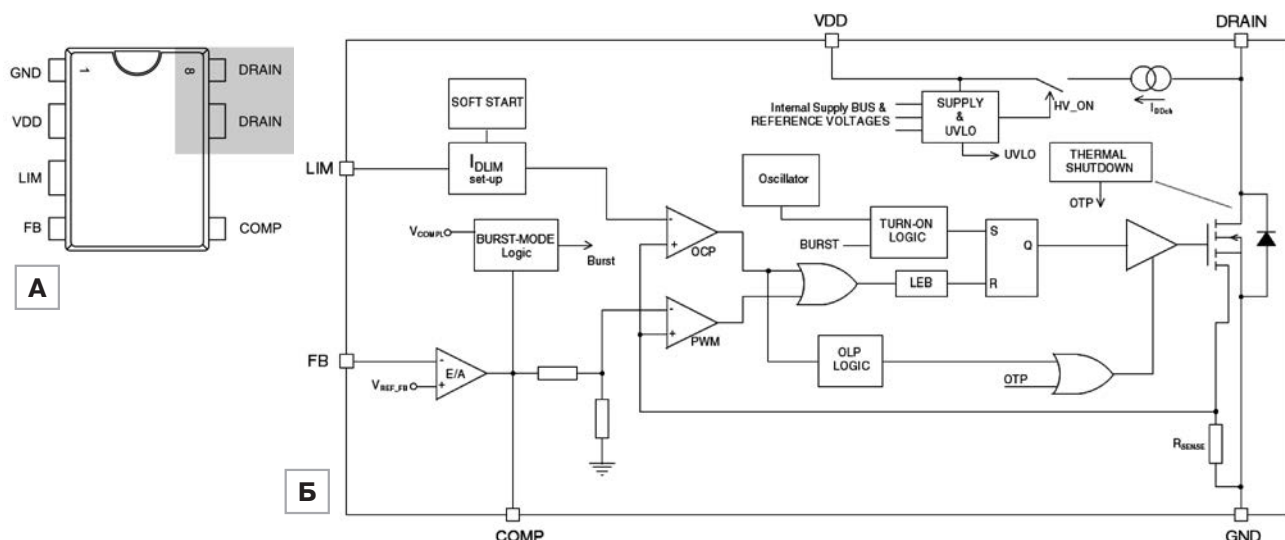


Рис. 1.1.6. Расположение выводов (а) и структурная схема (б) микросхемы VIPER16HN

TL431AC. С выхода стабилизатора напряжение 3,3(2) В поступает на DSP-процессор U3 и буферные каскады оптронов ISO1, ISO2 на транзисторах Q14, Q15, Q17 (линии RXD/TXD обмена данными между DSP с МК).

Напряжение 12(2) В формируется выпрямителем D24 C79 C87 и поступает на ключ Q23 (управляется через оптрон ISO3), а с него — на драйверы U8-U11 выходных каскадов приводного мотора, сборок операционных усилителей U7 и компараторов U6.

Питание выходных каскадов 3-фазного приводного мотора (**постоянное напряжение** около **300 В**) обеспечивает выпрямитель и фильтр D8 C28 L1. На эту цепь поступает сетевое напряжение, коммутируемое от силовой контактной группы УБЛ. Также перед сетевым выпрямителем последовательно включен позистор RT3 (на его корпусе непонятно почему нанесено обозначение термистора с отрицательной характеристикой — NTC10).

Напряжение 12(1) В формируется выпрямителем D26 C92 и поступает на транзисторный ключ Q30 и на submodule МК (контакты 2, 4) и далее — на транзисторную сборку U15 (рис. 1.1.3) и параметрический стабилизатор U16 (см. рис. 1.1.4). В свою очередь, стабилизатор U16 типа LD1117AS33TR формирует напряжение 3,3(1) В для питания МК U14 (рис. 1.1.4). Это же напряжение через контакт 34 соединителя submodule (см. рис. 1.1.3) подается для питания буферных каскадов на транзисторах Q48, Q55, Q34, Q38, Q39.

Примечания:

1. В каналах питания 5, 3,3(2), 12(2), 300 и 12(1), 3,3(1) В общие шины соответственно разнесены (см. рис. 1.1.3, 1.1.4). Чтобы не было путаницы, разнесенные общие шины обозначены на внешних соединителях как GND1 (каналы 12(1) и 3,3(1) В) и GND2 (каналы 12(2), 5 и 3,3(2) В).
2. Линия +12(1) В объединена с сетевой шиной N, NA (NEUTRAL).
3. Несмотря на заявление производителя контроллера LNK625PG о 5% точности групповой стабилизации напряжений на выходе ИП, в данном ЭМ этот показатель может изменяться более чем на 10% от номинальных значений. Например, в зависимости от режима работы СМ в канале 12(1) В напряжение может меняться в пределах 9,5...11,5 В.
4. Часть элементов, отмеченных на схемах пунктиром (рис. 1.1.3, 1.1.4), устанавливаются опционально и в этой главе не описываются.

Отдельно хочется остановиться на цепях коммутации питания в составе ЭМ. В модуле ARCADIA2 имеются цепи, с помощью которых реализованы дежурный и рабочий режимы ЭМ и СМ в целом. Управление этими режимами обеспечивается сигналом P-ON (PON, на рис. 1.1.2 обозначен как ON/OFF) с ПУ (через контакт 5 соединителя JE15 (рис. 1.1.2, 1.1.3)) или с МК (выв. 14 U14 (рис. 1.1.4) — контакт 13 submodule — D29, D41). Сигнал PON управляет ключами по следующим цепям:

- **канал 12(2) В:** PON — Q25, Q26, Q28 — оптрон ISO3 — ключ Q23;
- **каналы 5 и 3,3(2) В:** PON — Q25, Q26, Q28 — оптрон ISO3 — ключ Q22;

— **канал 12(1) В:** PON — Q25, Q26, Q28 — ключ Q30 (возможна установка перемычки между истоком и стоком Q30).

Примечание. Для питания электронного прессостата в составе ЭМ имеется отдельный параметрический стабилизатор 5 В (R207 R208 D32), выходное напряжение которого выведено на контакт 3 соединителя JE8. Стабилизатор питается от канала 12(1) В.

Управление 3-фазным приводным мотором

Самый сложный узел в ЭМ связан с управлением 3-фазным приводным мотором. В его составе имеются следующие основные компоненты:

- DSP-процессор U3 (MC56F8006VLC);
- счетверенный операционный усилитель U7(MC33274);
- счетверенный аналоговый компаратор U6(LM339);
- три (по количеству каналов) драйвера сопряжения DSP с выходными каскадами U8-U11 (L6388);
- три выходных каскада (по количеству каналов) на IGBT-транзисторах, включенных по полумостовой схеме.

Основой этого узла является ИМС MC56F8006VLC производства Freescale. Она состоит из МК и DSP и выполняет разнообразные управляющие функции общего назначения, коммуникации и обработку цифровых данных в реальном масштабе времени.

Приведем некоторые основные характеристики DSP MC56F8006VLC:

- вычислительное ядро 56800E;
- быстродействие 32 MIPS (млн. инструкций/с);
- тактовая частота до 32 МГц (применительно к ЭМ частота тактового генератора стабилизирована внешним кварцевым резонатором 8 МГц);
- объем внутренней памяти 16кбайт (Flash) и 2 кбайт (ОЗУ);
- 40 универсальных портов ввода/вывода;
- набор таймеров: 2 универсальных 16-битных таймера, таймеры RTC (Real Time Clock), PIT (Periodic Interval Timer), COP (Computer Operating Properly);
- 6-канальный ШИМ;
- два 12-битных АЦП (всего 24 каналов);

— быстродействие АЦП 400 кSPS (киловыборок/с);

— внешние последовательные интерфейсы SPI (Serial Peripheral interface), I²C (IIC — Inter-Integrated Circuit), SCI (Serial Communication interface);

— отладочный интерфейс JTAG.

DSP обеспечивает локальное управление 3-фазным инвертором приводного мотора CM под общим управлением МК U14 (см. описание ниже, а также рис. 1.1.3, 1.1.4). Обмен информацией между U14 и DSP U3 обеспечивается по 2-проводному последовательному интерфейсу, гальванически развязанному с помощью оптронов ISO1, ISO2.

Микросхема DSP U3 обеспечивает:

- прием данных от МК по цепи: выв. 46 U14 — контакт 29 соединителя субмодуля — Q34, Q32 — ISO2 — Q17 — выв. 1 U3. Одновременно с транзистора Q17 сигнал поступает на соединитель J5. Также с эмиттера транзистора оптрона ISO2 сигнал поступает по цепи: R24 — Q3 — выв. 3-1 U7 — Q4 — выв. 15 U3 (вход сигнала начального сброса RESET);
- передача данных в МК по цепи: выв. 3 U3 — Q14, Q15 — ISO1 — Q33 — контакт 27 субмодуля МК — выв. 45 U1;
- прием сигналов от тахогенератора приводного мотора по цепи: контакты 1, 2 соединителя JE7 — Q1, Q2 — выв. 16 U3;
- прием и обработка сигнала перегрузки (превышения допустимого тока) от выходных каскадов на IGBT-транзисторах. Аварийный сигнал формируется в том случае, если произошла перегрузка даже в одном выходном каскаде. Сигнал поступает по цепям (в скобках указаны элементы для остальных двух каналов соответственно): точка соединения Q13 и R71 (Q12, R70; Q11, R69) — выв. 4 (8, 10) U6 — выв. 2 (14, 13) U6 (в этой точке все каналы объединяются) — выв. 12 U3. При появлении этого сигнала DSP блокирует формирование сигналов управления на выходные каскады, одновременно по линиям обмена информации на МК передается сообщение об ошибке;
- контроль токов, протекающих через выходные каскады. Эти три отдельные цепи обратной связи обеспечивают компенсацию изменения выходных сигналов в каждом канале. Сигналы контроля формируются следующими цепями (в скобках указаны элементы для остальных двух каналов соответственно): R71

- (R70, R69) — R32 (R41, R35) — выв. 6 (9, 13) U7 — выв. 7 (8, 14) U7 — R284 (R31, R10) — выв. 11 (5, 18) U3;
- формирование пар управляющих сигналов по каждому из 3-х каналов, поступающих на драйверы выходных каскадов U10-U12. Сигналы формируются по цепям (без скобок — для сигнала LIN, а в скобках — для сигнала HIN):
 - выв. 28 (29) U3 — выв. 1 (2) U8;
 - выв. 21 (23) U3 — выв. 1 (2) U10;
 - выв. 20 (22) U3 — выв. 1 (2) U11;
 - контроль напряжения питания 300 В, поступающего на инверторные выходные каскады управления приводным мотором. Сигнал поступает по цепи: «+» вывод диодного моста D8 — R12-R16 — выв. 14 U3. При снижении питающего напряжения ниже определенного порога (или вовсе его отсутствии) DSP блокирует формирование сигналов управления на выходные каскады, одновременно по линиям обмена информации на МК передается сообщение об ошибке.

Для удобства чтения описанных выше цепей по принципиальной электрической схеме (рис. 1.1.3), на рис. 1.1.7 приведены структура и расположение выводов микросхем MC33274 и LM339.

DSP MC56F8006VLC можно программировать с помощью внешнего программатора. Для этого на ЭМ предусмотрены соединители J5 (обмен данными) и J2 (внешнее напряжение программирования) и J1 (JTAG-интерфейс). Вероятнее всего, эти цепи были предназначены для заводского применения, но в последнее время необходимость в этом отпала, так как под указанные соединители только предусмотрены места на

печатной плате — физически разъемы отсутствуют. Это может быть связано с тем, что сигнальные процессоры устанавливаются на плату уже предварительно прошитыми — отсюда и соответствующая маркировка на корпусе ИМС DSP, имеющая признаки заказной партии.

Элементы управления исполнительными устройствами СМ

Кроме узла управления 3-фазным приводным мотором на ЭМ рассмотрим элементы и цепи управления исполнительными устройствами СМ.

Симисторы управляются по следующим цепям:

- **клапан предварительной стирки EVP/помпа:** выв. 13 U14 (рис. 1.1.4) — контакт 14 субмодуля МК — Q42 (рис. 1.1.3) — Q29 — контакты 4 соединителей JE11 и J10;
- **клапан основной стирки EVL:** 20 U14 (рис. 1.1.4) — контакт 15 субмодуля МК — Q41 (рис. 1.1.3) — Q27 — контакт 9 соединителя JE11;
- **клапан горячей воды EVC/ рециркуляционная помпа (опция)/ блокиратор барабана (опция):** 22 U14 (рис. 1.1.4) — контакт 17 субмодуля МК — Q40 (рис. 1.1.3) — Q49 — контакт 1 соединителя JE12;
- **УБЛ:** 18 U14 (рис. 1.1.4) — контакт 11 субмодуля МК — Q43 (рис. 1.1.3) — Q32 — контакт 3 соединителя J10.

Реле управляются по следующим цепям:

- **реле переключения режимов K1** управляется с двух выводов МК по двум независимым цепям (в скобках указана вторая цепь): выв. 15 (17) U14 — выв. 5-12 (7-10) транзисторной сборки U15 (рис. 1.1.4) — контакт 10

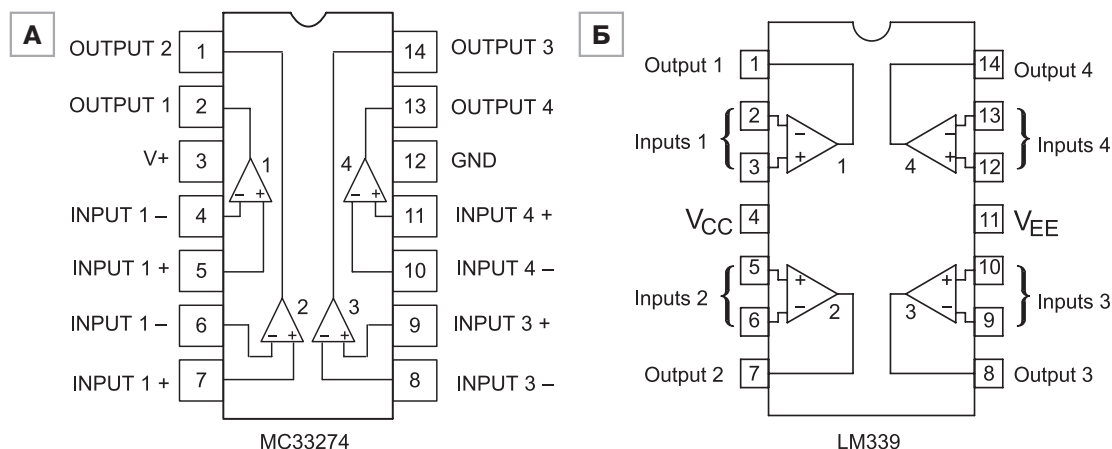


Рис. 1.1.7. Структура и расположение выводов микросхем MC33274 (а) и LM339 (б)

(12) субмодуля МК — Q46 (–) (рис. 1.1.3) — обмотка реле K1. В одном положении контактной группы этого реле подается питание на цепь помпы, а в другом — на клапаны EVP, EVL и на контактную группу реле K2 (также стоит в цепи питания ТЭН);

— **реле ТЭН K2** управляется по цепи: выв. 58 U14 — выв. 1-16 транзисторной сборки U15 (рис. 1.1.4) — контакт 6 субмодуля МК (рис. 1.1.3, 1.1.4) — обмотка реле K2.

Реле K1, K2 выполняют своеобразную защитную функцию — на ТЭН подается питание, если будут выполнены три условия:

1. Включено УБЛ (замкнута его силовая контактная группа).

2. Реле K1 выключено (его обмотка обесточена).

3. Реле K2 включено.

В качестве опции на плате ЭМ зарезервировано место для реле K3 — его контактные группы включены параллельно симистору УБЛ Q32 (см. ниже). Вероятно, подобное включение выбрано для обеспечения резервного управления УБЛ. Реле K3 управляется по той же цепи, что и симистор Q32 — сигнал с управляющего электрода симистора одновременно подается на обмотку реле K3.

Элементы контроля и измерительные цепи

На плату ЭМ поступают следующие сигналы контроля:

● **температуры воды в баке СМ с датчика NTC** (подключен к контактам 1, 2 соединителя JE11). Сигнал поступает через контакт 44 субмодуля МК на выв. 1 U14 (рис. 1.1.3, 1.1.4);

● **состояния симистора Q32 УБЛ**. Сигнал поступает по цепи: D31 — R237, R238 — Q48 — контакт 40 соединителя субмодуля МК — выв. 60 U14 (рис. 1.1.3, 1.1.4);

● **контактной группы УБЛ** (контакт 1 DLOUT соединителя J10). Сигнал поступает через три цепи:

— D9 — R241, R242 — контакт 41 соединителя субмодуля МК — выв. 64 U14. Этот сигнал используется для контроля уровня сетевого напряжения;

— R239, R240, R264, R265 — Q51 — контакт 26 соединителя субмодуля МК — выв. 39, 23 U14. Этот сигнал используется для контроля срабатывания контактной группы УБЛ;

— R239, R240, R264, R265 — Q51 — R273 — контакт 28 соединителя субмодуля МК — выв. 51 U14 (рис. 1.1.3, 1.1.4). Этот сигнал используется для сетевой синхронизации МК.

● **состояния цепи питания помпы/клапана EVP**. Сигнал снимается с контакта 4 соединителя J10 и поступает по цепи (в скобках показаны элементы параллельных цепей): R247-R250 (R243-R246 — Q44 — Q50 — контакт 22 соединителя субмодуля МК — выв. 31, 33 U14 (рис. 1.1.3, 1.1.4);

● **состояния цепи питания ТЭН**. Сигнал снимается с контакта 4 соединителя J9 и поступает по цепи: R222-R225 — Q45 — контакт 19 соединителя субмодуля МК — выв. 30, 34 U14;

● **контроля напряжения в канале 12 (1) В**. Сигнал снимается с шины 12(1) В и далее через резистор R272, контакт 42 соединителя субмодуля МК поступает на выв. 63 U14;

● **уровня воды в баке СМ**. Сигнал снимается с выхода цифрового прессостата (контакт 5 соединителя JE8) и далее поступает по цепям:

— контакт 21 соединителя субмодуля МК — выв. 25, 32 U14;

— R279 — контакт 38 соединителя субмодуля МК — выв. 62 U14;

● **состояния датчика парковки барабана (опция)**. Сигнал с датчика (контакты 6, 7 соединителя JE12) поступает по цепи: контакт 23 соединителя субмодуля МК — выв. 28, 38 U14.

Микроконтроллер

В ЭМ применяется МК типа HD64F36079LFZ фирмы RENESAS. Эта микросхема входит в семейство процессоров H8/300H и выполнена в корпусе QFP-64.

МК обеспечивает управление всеми компонентами и узлами в составе СМ.

В его состав входят следующие узлы:

- 8-битное процессорное ядро;
- ОЗУ объемом 6 кбит;
- встроенный тактовый генератор (может работать без внешнего кварцевого резонатора);
- Flash-память объемом 128 кбит;
- 47 универсальных портов ввода-вывода;
- 10-битный АЦП;
- последовательные интерфейсы I²C и SCI.

Для питания МК на субмодуле установлен отдельный стабилизатор напряжения 3,3 В U15 (рис. 1.1.4). Тактирование узлов в составе МК обеспечивается внутренним тактовым генератором.

ром, а также внешней цепью формирования сигнала сетевой синхронизации (см. описание

выше). Обозначение и назначение выводов МК HD64F36079LFZ приведено в таблице 1.1.3.

Таблица 1.1.3. Назначение выводов МК HD64F36079LFZ

Номер вывода	Обозначение	Назначение применительно к схеме ЭМ
1	PB6/AN6/ExtD	Вход сигнала с датчика температуры (NTC)
2	PB7/AN7ExtU	Не используется
3	AVcc	Вход питания 3,3 В аналоговых узлов в составе МК
4	X2	Не используется
5	X1	Не используется, соединен с общей шиной
6	Vcl	Соединен с шиной питания 3,3 В
7	RES	Соединен через конденсатор с общей шиной
8	TEST	Не используется, соединен с общей шиной
9	Vss	Соединен с общей шиной
10	OSC2	Соединены через резисторы
11	OSC1	1 кОм с общей шиной
12	Vcc	Вход питания 3,3 В
13	P50/WKP0	Выход управления симистором Q29
14	P51/WKP1	Выход сигнала управления питанием PON
15	P34	Выход управления реле K1 (через транзистор Q46)
16	P35	Не используется
17	P36	Не используется
18	P37	Выход управления реле K1
19	P52/WKP2	Не используется
20	P53/WKP3	Выход управления симистором Q27
21	P54/WKP4	Не используется
22	P55/WKP5/ADTRG	Выход управления симистором Q49
23	P10/TMOW	Соединен с выв. 39. Вход контроля срабатывания контактной группы УБЛ
24	P11/PWM	Соединен с выв. 37. Не используется
25	P12	Соединен с выв. 32. Вход сигнала с цифрового прессостата
26	P56/SDA	Линия последовательной шины SDA, соединена через каскад на транзисторе Q38 с соответствующими контактами соединителей JE13-JE15
27	P57/SCL	Линия последовательной шины SCL, соединена через каскад на транзисторе Q39 с соответствующими контактами соединителей JE13-JE15
28	P74/TMRIV	Соединен с выв. 38. Вход сигнала с датчика парковки барабана (опция)
29	P75/TMCIV	Соединен с выв. 36, не используется
30	P76/TMOV	Соединен с выв. 34. Контроль цепи питания ТЭН

Номер вывода	Обозначение	Назначение применительно к схеме ЭМ
31	P24	Соединен с выв. 33. Вход сигнала контроля цепи питания помпы/клапана EVP
32	P63/FTIOD0	Соединен с выв. 25. Вход сигнала с цифрового прессостата
33	P62/FTIOC0	Соединен с выв. 31. Вход сигнала контроля цепи питания помпы/клапана EVP
34	P61/FTIOB0	Соединен с выв. 30. Контроль цепи питания ТЭН
35	NMI	Соединен через резистор 10 кОм с общей шиной
36	P60/FTIOA0	Соединен с выв. 29, не используется
37	P64/FTIOA1	Соединен с выв. 24, не используется
38	P65/FTIOB1	Соединен с выв. 28. Вход сигнала с датчика парковки барабана (опция)
39	P66/FTIOC1	Соединен с выв. 23. Вход контроля срабатывания контактной группы УБЛ
40	P67/FTIOD1	Соединен с выв. 54, не используется
41	P85	Каждый вывод соединен через отдельный резистор 1 кОм с шиной питания 3,3 В
42	P86	
43	P87	
44	P20/SCK3	Соединен через резистор 1 кОм с общей шиной
45	P21/RXD	Вход данных последовательной шины с DSP U3
46	P22/TXD	Выход данных последовательной шины на DSP U3
47	P23	Каждый вывод соединен через отдельный резистор 1 кОм с общей шиной
48	P70/SCK3_2	
49	P71/RXD_2	Соединен с выв. 52, не используется
50	P72/TXD_2	Соединен с выв. 53. Выход блокировки сигнала PON
51	P14/IRQ0	Вход сигнала сетевой синхронизации (формируется из выходного сигнала силовой контактной группы срабатывания УБЛ)
52	P15/IRQ1/TMIB1	Соединен с выв. 49, не используется
53	P16/IRQ2	Соединен с выв. 50. Выход блокировки сигнала PON
54	P17/IRQ3/TRGV	Соединен с выв. 40. Не используется
55	P33	Не используется
56	P32	Выход управления обмоткой реле K3 (опция)
57	P31	Не используется
58	P30	Выход управления реле K2

Таблица 1.1.3. Назначение выводов МК HD64F36079LFZ (окончание)

Номер вывода	Обозначение	Назначение применительно к схеме ЭМ
59	PB3/AN3	Не используется
60	PB2/AN2	Вход контроля состояния симистора Q32
61	PB1/AN1	Не используется
62	PB0/AN0	Вход сигнала с цифрового прессостата

Номер вывода	Обозначение	Назначение применительно к схеме ЭМ
63	PB4/AN4	Вход сигнала с цепи контроля напряжения канала питания 12 (1) В
64	PB5/AN5	Вход контроля уровня сетевого напряжения (формируется из выходного сигнала силовой контактной группы срабатывания УБЛ)

Примечание. На плате ЭМ кроме контроллера ИП пунктиром обозначена еще одна микросхема — U4. На это место устанавливается ИМС сдвоенного компаратора LM393, которая используется в цепях приема/передачи сигналов SCL, SDA (см. рис. 1.1.3 и описание).

Об инженерном программировании ЭМ

Технология инженерного программирования рассматриваемого ЭМ по сравнению с модулями ARCADIA не претерпела каких-либо изменений. Конфигурационные файлы, статистическая информация, как и раньше, доступны специалистам с помощью программного и аппаратного инструментария, распространяемого официально производителем и альтернативными разработчиками. Некоторые продукты были описаны в [5], [6], [7].

До последнего момента оставался только один «камень преткновения» для ЭМ на платах форматов ARCADIA и ARCADIA2, выполненных на МК HD64F36079LFZ — это невозможность тиражирования указанных микросхем по причине отсутствия прошивки основного ПО. Проблема заключалась в том, что, в отличие от МК Freescale (MC9S08GB60 и др.), на ИМС производства RENESAS (HD64F36079LFZ) никак не удавалось считать полную прошивку ПО. В итоге получались две половины прошивки, алгоритм взаимодействия которых был непонятен. Сейчас этот вопрос решается и можно надеяться, что будет в ближайшее время снят.

Внешние соединители

Кроме соединителей, предназначенных для подключения элементов и узлов в составе СМ (JE7-JE12, JE15), на ЭМ имеются другие разъемы (или определены места для них), используемые в специальных целях:

- J13 используется для подключения диагностического ключа или устройства Smart Reader с целью обмена информацией с МК;
- J2 используется для подключения к внешнему программатору DSP (подаётся напряжение программирования);
- J1 используются для обмена информацией по интерфейсу JTAG с DSP;
- J5 используется для обмена информацией по последовательному интерфейсу с DSP;
- JE15 используется для обмена информацией по последовательному интерфейсу с МК.

Примечание. Соединители J1, J2, J5 не используются, так как в процессе производства на ЭМ устанавливают уже прошитые DSP — в этом случае в программировании сигнального процессора нет необходимости.

Коды маркировки SMD-компонентов в составе ЭМ

Показанные на принципиальной схеме полупроводниковые SMD-компоненты не имеют позиционного обозначения (об этом мы отмечали выше) — только корпусную маркировку. В табл. 1.1.4 приведены коды маркировки некоторых SMD-компонентов в составе ЭМ.

Таблица 1.1.4. Коды маркировки и основные характеристики полупроводниковых SMD-компонентов в составе ЭМ

Код маркировки	Тип элемента	Основные параметры
5BW	Биполярный транзистор BC807-25	p-n-p, $U_{кэ}=45$ В, $I_{к}=500$ мА, корпус SOT-23-3
6BW	Биполярный транзистор BC817-25	n-p-n, $U_{кэ}=45$ В, $I_{к}=500$ мА, корпус SOT-23-3
360	Полевой транзистор с изолированным затвором FDN360P	p-канальный, $U_{си}=20$ В, $I_{с}=2$ А, $R_{си\text{ откр}}=0,08$ Ом, корпус SOT-23-3
K38	Полевой транзистор с изолированным затвором BSS138	n-канальный, $U_{си}=50$ В, $I_{с}=200$ мА, $R_{си\text{ откр}}=1,4$ Ом
A7	Сборка из двух универсальных диодов (соединены последовательно с отводом в точке соединения) BAW99	$U_{обр}=75$ В, $I_{пр}=150$ мА, корпус SOT-23-3
V4, L44x	Универсальный импульсный диод Шоттки BAT54S	$U_{обр}=30$ В, $I_{пр}=200$ мА, корпус SOT-23-3
A2, BB, A6x	Универсальный импульсный диод BAS16	$U_{обр}=75$ В, $I_{пр}=300$ мА, корпус SOD-723 (SOT-23-3)
W9	Стабилитрон BZX384C5V1	$U_{ст}=5,1$ В, $I_{ст}=5...250$ мА, корпус SOD-323
39079LFZ	Микроконтроллер HD64F36079LFZ	—
SC667127VLC	DSP-процессор MC56F8006VLC	—
LD33	Интегральный стабилизатор напряжения LD1117xx33	—

Диагностика и ремонт ЭМ

ЭМ CM ARCADIA2 для 3-фазных моторов появились на рынке совсем недавно, статистики по отказам для них очень мало, поэтому судить о каких-либо характерных дефектах данного модуля еще рано.

Если вернуться к этому материалу, большинство схмотехнических решений для рассматриваемого ЭМ заимствовано от модулей ARCADIA и, частично, EVO-II для 3-фазных приводных моторов. Как следствие, типовые неисправности этих модулей должны передаваться по «наследству» ЭМ ARCADIA2. Поэтому рекомендации по диагностике и ремонту нового ЭМ, приведенные в [1], [2], [3], справедливы и для него.

Кроме того, при диагностике и ремонте ЭМ следует использовать возможности, заложенные как в самом модуле (тестовый режим, коды ошибок), так и предоставляемые производителем и альтернативными разработчиками (сервисные программные пакеты для ПК).

В качестве примера приведем характерный дефект CM на основе ЭМ ARCADIA2, который был отмечен в сервисном бюллетене компании-производителя.

После включения CM и нажатия кнопки «СТАРТ» цикл стирки не начинается — CM находится в режиме «ПАУЗА»

Производитель предлагает определенную последовательность действий при решении данной проблемы: если после первого нажатия кнопки «СТАРТ» режим стирки не включается, но CM переходит в состояние «ПАУЗА» (включится соответствующий индикатор на ПУ), нажимают второй раз кнопку «СТАРТ». После этого CM будет выполнять заданную программу стирки.

На самом деле причина дефекта связана с тем, что на новых CM зачастую срабатывание УБЛ происходит за время, большее, чем отведенные 5 с. Алгоритм ПО ЭМ выполнен таким образом, что подобная задержка воспринимается как нефатальная ошибка, после чего блокируется старт программы, а CM переводится в состояние «ПАУЗА». Частично подобная проблема связана с качеством УБЛ (проблема исчезает после 10 циклов стирки — УБЛ за это время «разрабатывается»), основная причина — ошибка ПО (время задержки должно быть более 5 с). В новых версиях ПО подобная проблема устранена (время задержки увеличено до 7 с).

Часть 2

Электронные модули стиральных машин Whirlpool

Внимание! Копирование и размещение данных материалов на Web-сайтах и других СМИ без письменного разрешения редакции преследуется в административном и уголовном порядке в соответствии с Законом РФ.

Глава 2.1. Электронный модуль серии DOMINO стиральных машин WHIRLPOOL

Применяемость электронного модуля DOMINO

ЭМ DOMINO применяется в СМ WHIRLPOOL бюджетного класса с вертикальной и фронтальной загрузкой белья. Этот модуль пришел на смену ЭМ серии ALPHA_SC1 (описание этого модуля было приведено в [13]). В зависимости от типа и серии СМ, в которые устанавливается модуль, он имеет несколько модификаций — например, в некоторых версиях в составе модуля применялись микросхема монитора напряжения МАХ809М и цифровой индикатор для ПУ. В большинстве версий ЭМ индикатор заменен набором светодиодов, а функция монитора напряжения возложена на МК — в его составе имеется специальный, предназначенный для этих целей электронный узел. Версии ЭМ DOMINO отличаются наличием или отсутствием реле К4 коммутации обмотки статора приводного мотора, цепями АКВАСТОП, датчика позиционирования барабана, дополнительного клапана залива воды и др. (см. описание ниже). Особенностью ЭМ является размещение на нем всех компонентов ПУ, кроме селектора программ. Дополнительные элементы ПУ (кнопки), а также селектор программ подключаю через соединитель J20 — см. описание ниже. ЭМ DOMINO также различаются файлами прошивок ЭСППЗУ (данные конфигурации применительно к конкретному типу СМ и др.), хотя сами модули могут поставляться для сервисных специалистов «чистыми» — без конфигурационных прошивок.

ЭМ DOMINO применяется во всех СМ, наименование которых начинается с аббревиатуры «AWO/D xxxxxx», а также в других моделях и сериях, но в этих случаях наличие подобного моду-

ля можно определить по 12-разрядному сервисному коду СМ (согласно сервисной документации на конкретную модель СМ). В качестве примера можно привести ЭМ DOMINO (код 480111104626), который применяется уже в другой серии СМ «Whirlpool AWE6415/6515», «Whirlpool AWE7515-AWE 7527». Этот модуль заменяет ЭМ, имеющие коды 481221470092, 481221470658, 480111102879, 480110100025.

Принципиальными отличиями модуля DOMINO от ALPHA_SC1 (см. [13]) являются следующие:

- отсутствие мотора таймера (остался только селектор программ);
- в нем используется импульсный источник питания и применяется МК MC68HC908AP32(48), обладающий большими функциональными возможностями по сравнению с МК mPD78F9177;
- увеличенный сервисный функционал (тестовый режим, коды ошибок).

Недавно специалистам удалось считать содержимое внутренней Flash-памяти МК, который используется в ЭМ DOMINO (MC68HC908AP32(48)) и наладить тиражирование этой ИМС. Технология тиражирования данной серии МК (см. [9, 14]) также позволяет прошивать его Flash-память без демонтажа микросхемы с платы ЭМ, поэтому при возможных сбоях памяти МК можно восстановить ее содержимое «в горячем режиме». В настоящее время ЭМ DOMINO выпускаются двумя производителями — INVENSYS и BITRON.

Внешний вид ЭМ DOMINO показан на рис. 2.1.1. На нем же указано расположение внешних соединителей и некоторых компонентов в составе ЭМ.

На рис. 2.1.2 приведена схема соединений ЭМ DOMINO на примере СМ «Whirlpool AWO/D 41105». Эта схема отличается от «заводской» тем, что на ней нанесена реальная маркировка некоторых силовых компонентов и внешних соединителей (см. рис. 2.1.1, 2.1.3).

ЭМ серии DOMINO имеет в своем составе следующие основные элементы и узлы:

- МК типа MC68HC908AP32(48). Эта микросхема совместно с селектором, функциональными кнопками, измерительными компонентами в составе СМ (NTC, прессостат, тахогенератор, АКВАСТОП) управляет всеми внешними исполнительными узлами СМ через буферные элементы (реле или симисторы), а именно: приводным мотором, клапанами залива воды, помпой, УБЛ и ТЭН.

Кроме того, МК обеспечивает:

- обмен информацией с микросхемой ЭСППЗУ и внешними устройствами (опционально) по последовательной шине;
- прием потенциального сигнала с датчика NTC;
- прием сигнала с тахогенератора;
- прием сигналов с электромеханического датчика уровня воды (прессостата);
- прием сигналов с функциональных кнопок на ПУ;
- управление индикацией на ПУ;
- прием сигналов с контактных групп селектора программ;
- контроль срабатывания УБЛ и подачи питания на помпу.
- ИМС ЭСППЗУ типа 24C16. В ней хранятся данные о конфигурации СМ и другая служебная информация. Поэтому при установке ЭМ в СМ необходимо, чтобы содержимое прошивки ЭСППЗУ соответствовало данной модели.
- ИП, который формирует постоянные напряжения 12 и 5 В. Напряжение 12 В подается на буферные каскады управления реле ТЭН и реверса приводного мотора (опция — реле коммутации обмотки статора). Напряжение 5 В подается на остальные схемы и узлы в составе ЭМ. ИП выполнен на основе контролле-

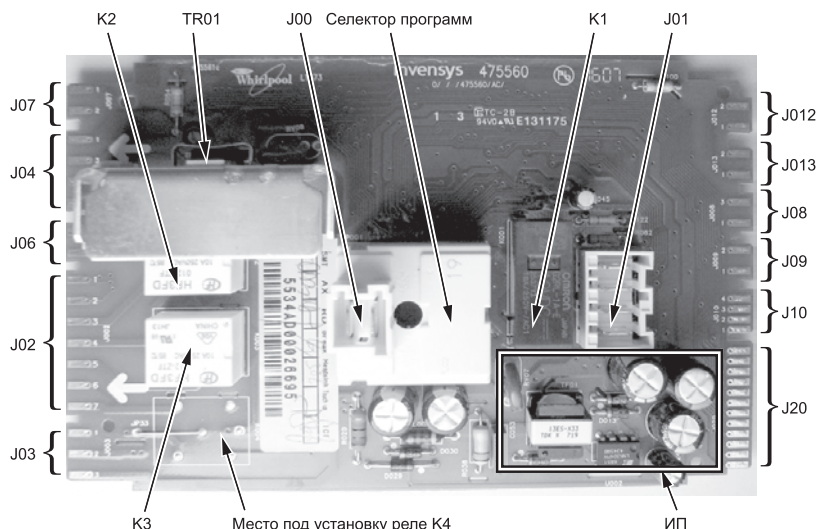


Рис. 2.1.1. Внешний вид ЭМ DOMINO

ра LNK304. Источник не имеет гальванической развязки между входом и выходом, что необходимо учитывать при ремонте модуля.

- Реле, предназначенные для коммутации ТЭН и обмоток ротора приводного мотора.
- Симисторы, предназначенные для управления силовыми нагрузками в составе СМ (помпа, клапаны залива воды, УБЛ, приводной мотор).

На ЭМ имеется сервисный соединитель J10 (см. рис. 2.1.2), через который можно программировать микросхему ЭСППЗУ.

Описание основных узлов ЭМ

На рис. 2.1.3 приведена принципиальная электрическая схема ЭМ DOMINO.

Рассмотрим состав и работу основных узлов ЭМ по принципиальной электрической схеме.

Источник питания

ИП формирует постоянные напряжения 12 и 5 В, которые используются для питания элементов и узлов в составе ЭМ.

В состав ИП входят следующие основные компоненты и цепи:

- микросхема импульсного преобразователя LNK304PN;
- импульсный трансформатор TF01;
- схема формирователя напряжения обратной связи (D01, T04, R25, R27, C24);

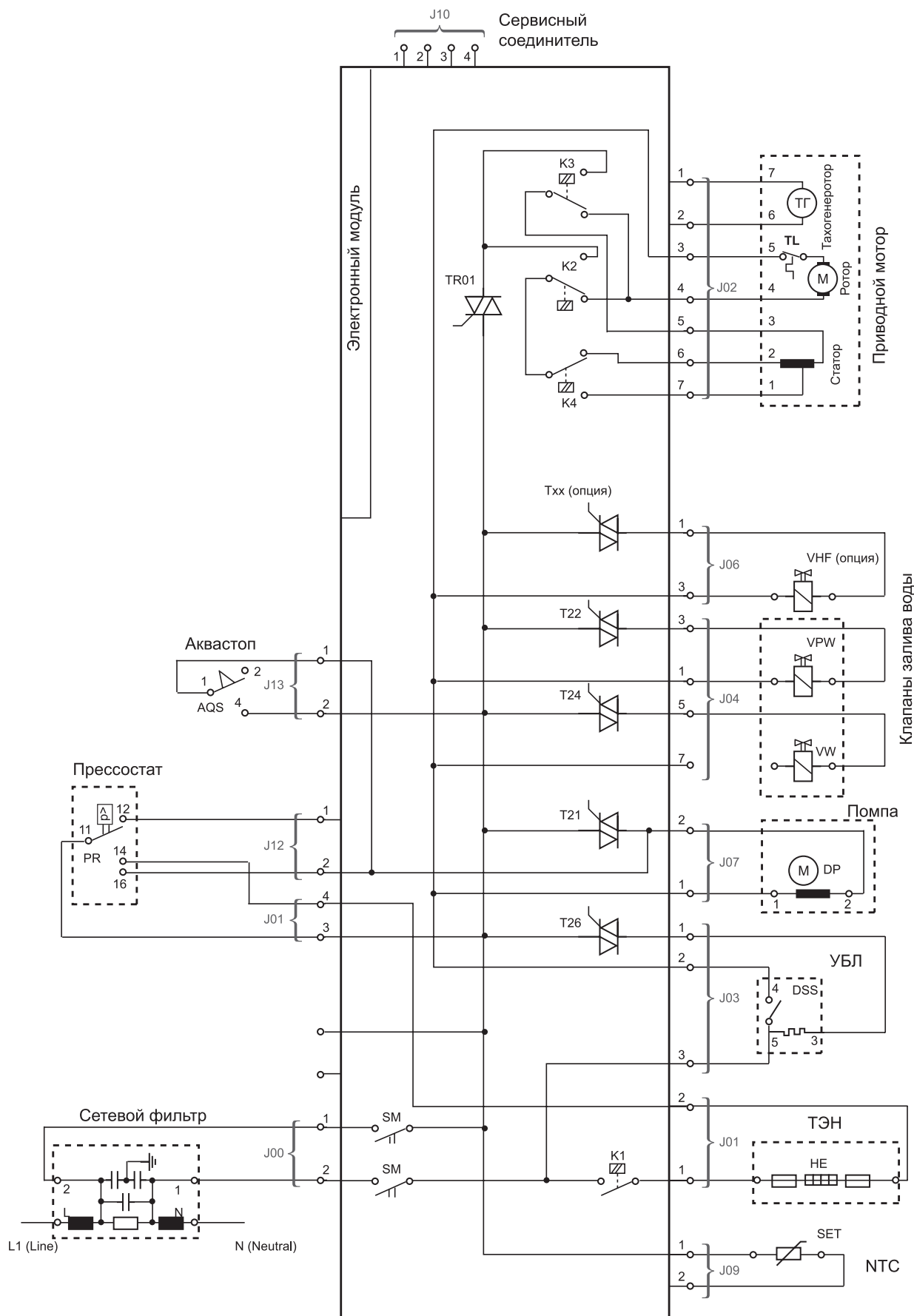


Рис. 2.1.2. Схема соединений ЭМ DOMINO на примере СМ «Whirlpool AWO/D41105»

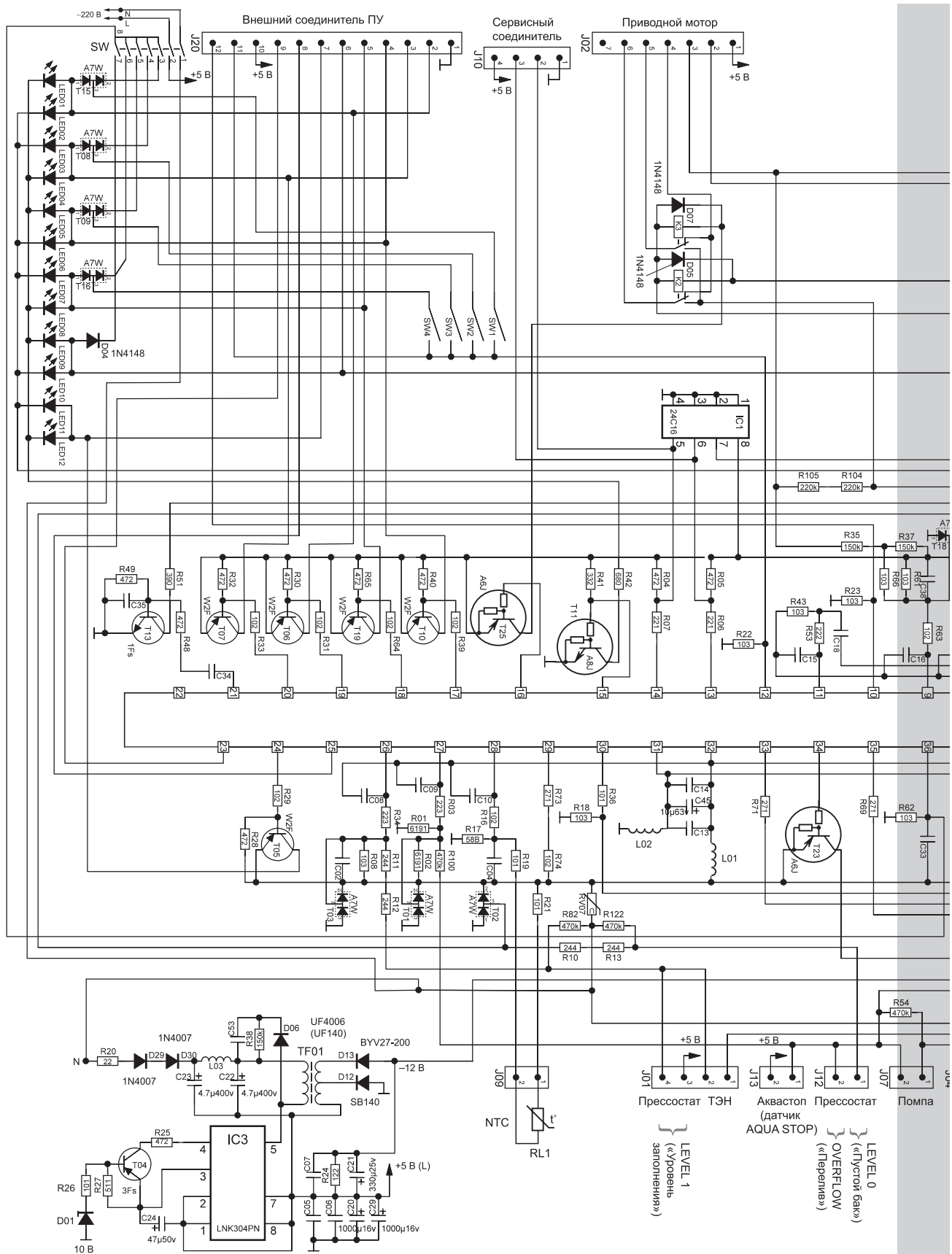


Рис. 2.1.3. Принципиальная электрическая

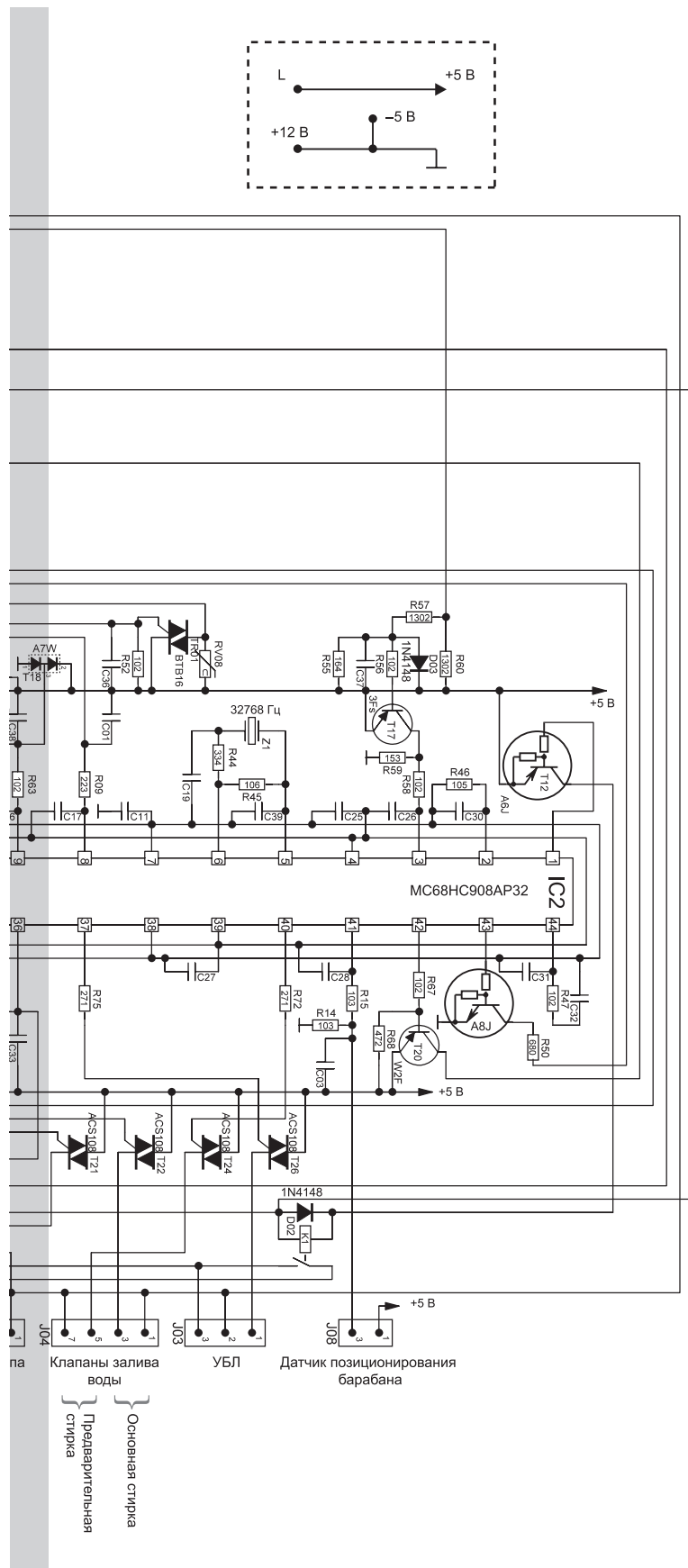


схема ЭМ DOMINO

- сетевой выпрямитель и фильтр (D29, D30, C22, C23, L03);
- выпрямители и фильтры каналов 5 и 12 В (D12, C05, C06, C20, C29 и D13, C07, C21, R24 соответственно);
- цепь C53 D06 R38 для подавления высоковольтных выбросов на стоке встроенного в ИМС LNK304PN ключевого МОП транзистора;
- ограничительный резистор R20.

Основой ИП является интегральный ключевой преобразователь LNK304PN производства Power Integrations, относящийся к семейству Link Switch-TN и выполненный в корпусе DIP-8В. ИМС предназначена для построения маломощных ИП и широко применяется в различных устройствах, в том числе в бытовой технике, в частности, в СМ ELECTROLUX с ЭМ EWM1100 (см. [15]).

Перечислим основные особенности микросхемы LNK304PN:

- встроенный силовой ключ на N-канальном МОП транзисторе ($V_D=700$ В; $I=170$ мА);
- защита от выхода из строя цепи обратной связи;
- защита от короткого замыкания в нагрузке;
- защита от перегрева корпуса микросхемы;
- максимальная частота работы преобразователя равна 66 кГц;
- низкое энергопотребление за счет применения технологии EcoSmart, позволяющей при снижении внешнего энергопотребления работать в режиме пропуска рабочих циклов, а на холостом ходу автоматически перейти в режим ожидания: преобразователь формирует импульсы с низкой частотой следования, потребление ИП при этом снижается до 100 мВт. Потребляемый ток микросхемы составляет 200 мкА;
- прецизионный контроль выходного напряжения.

Назначение выводов ИМС LNK304PN приведено в таблице 2.1.1.

На рис. 2.1.4 приведена структурная схема ИМС и расположение выводов (в корпусе DIP-8В).

Таблица 2.1.1. Назначение выводов микросхемы LNK304PN

Номер вывода	Обозначение	Назначение
1, 2, 7, 8	S (SOURCE)	Исток внутреннего силового МОП транзистора. Общий для элементов внутреннего преобразователя в составе ИМС
3	BP (BYPASS)	Выход внутреннего стабилизатора напряжения 5,8 В
4	FB (FEEDBACK)	Вход сигнала обратной связи
5	D (DRAIN)	Сток внутреннего силового МОП-транзистора. С этого вывода также обеспечивается питание элементов схемы управления в составе микросхемы

Отметим некоторые особенности обозначения шин питания в составе ЭМ (см. выделенный пунктиром прямоугольник на рис. 2.1.3). На принципиальной схеме модуля видно, что сетевая шина L объединена с линией +5 В, а линии +12 В и –5 В объединены со схемным корпусом.

Для обеспечения защиты МК от высокочастотных помех по питанию непосредственно рядом с микросхемой установлены керамические блокировочные конденсаторы С11, С13, С14, С25, С27 и дроссели L01, L02 (все в SMD-исполнении).

Элементы управления исполнительными устройствами СМ

На плате ЭМ расположены следующие элементы управления исполнительными устройствами СМ:

- **Симисторы T22, T24, Txx** (опция, см. рис. 2.1.2), которые управляют клапанами залива воды — основной, предварительной стирки и горячей воды соответственно.

В свою очередь, симистор T22 управляется с выв. 33 МК IC2, T24 — с выв. 40, а Txx — с выв. 29 IC2. Клапаны залива воды основной и предварительной стирки подключены к соединителю J04 (рис. 2.1.2, 2.1.3), а клапан горячей воды — к со-

единителю J6 (показан только на рис. 2.1.1 и 2.1.2). Под компоненты цепи управления клапаном горячей воды (симистор Txx и др.) на плате ЭМ выделены контактные площадки.

- **Симистор T21** служит для управления помпой. Он, в свою очередь, управляется с выв. 35 МК.

- **Симистор T26** служит для управления УБЛ. Он, в свою очередь, управляется с выв. 37 МК.

Между перечисленными симисторами и МК отсутствуют активные буферные каскады (имеются лишь резисторные делители), что может не лучшим образом сказаться на работоспособности соответствующего порта МК в случае выхода из строя одного из симисторов.

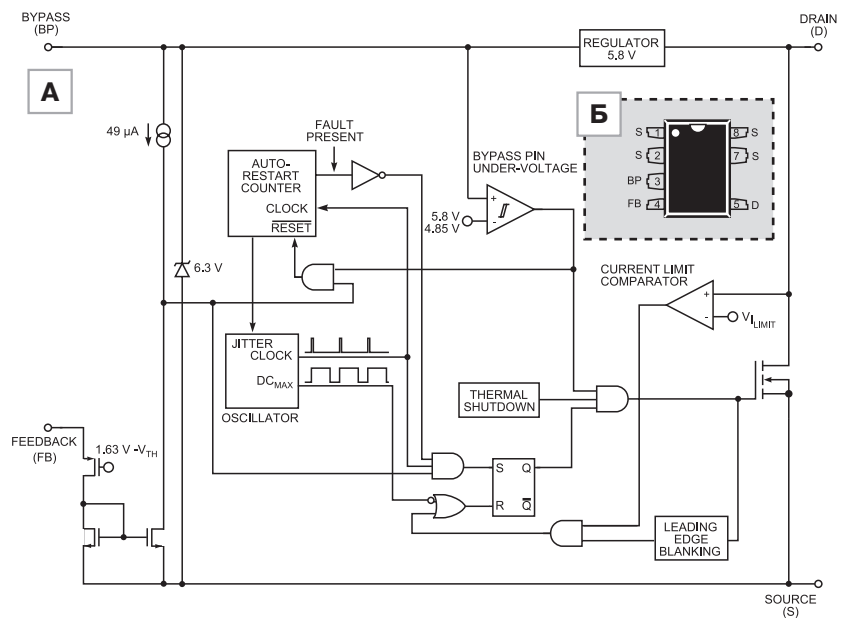


Рис. 2.1.4. Структурная схема (а) микросхемы LNK304PN и расположение и выводов (б)

- **Симистор TR01** служит для управления приводным мотором и в свою очередь управляется с выв. 21 IC2 через буферный каскад на транзисторе T33.

Примечания:

1. SMD-компоненты в составе ЭМ не имеют позиционных обозначений, поэтому на рис. 2.1.3 они обозначены произвольно.
2. Номиналы SMD-резисторов ЭМ на рис. 2.1.3 обозначены в виде промышленных кодов, которые приняты производителями при маркировке данных компонентов.
3. При подаче сетевого напряжения на термотаблетку УБЛ, замыкается контактная группа (также в составе УБЛ). С нее

подается питание на приводной мотор (сетевая шина N), клапаны залива воды и помпу. Со стороны сетевой шины L мотор управляется соответствующими портами МК через симистор TR01 (см. выше), клапаны — симисторами T22, T24, Txx, а помпа — через симистор T21.

4. Помпа может автоматически включаться при срабатывании датчика АКВАСТОП или замыкании контактной группы прессостата «ПЕРЕЛИВ» независимо от состояния управляющего симистора T21. Это сделано в целях безопасности, например, при неконтролируемом заливе воды в бак или при утечке воды из бака.

- **Реле реверса K2 и K3** коммутируют фазировку питания обмотки ротора приводного мотора. Они управляются по следующим цепям (в скобках указана цепь реле K3): выв. 34 (16) МК IC2 — транзистор T23 (T25) — обмотка K2 (K3).
- **Реле K4** (опция) коммутируют выводы статора приводного мотора для перехода на высокие обороты в режиме отжима. Реле управляется по цепи: выв. 22 МК IC2 — транзистор T1xx — обмотка K4 (реле показано только на рис. 2.1.1, 2.1.2, а транзистор на рисунках не показан). Под компоненты цепи управления реле K4 на плате ЭМ выделены контактные площадки.
- **Реле ТЭН K1.** На самом деле питание на ТЭН подается по цепи, в которой последовательно включены не только контактные группы реле K1, но и прессостата («УРОВЕНЬ ЗАПОЛНЕНИЯ»). Контактная группа прессостата включена в эту цепь с целью безопасности — ТЭН не включится, пока уровень воды в баке не достигнет уровня заполнения. Этот уровень еще называют «защитным уровнем», так как ТЭН может безопасно работать только, когда он погружен в воду. Реле K1 управляется по цепи: выв. 1 МК IC2 — транзистор T12 — обмотка K1.
- **Цепи управления от МК светодиодами индикаторами** на ПУ выполнена на основе динамической матрицы 6×2 (6 столбцов, 2 строки). Часть этих цепей задействуются функциональными кнопками и селектором программ (см. ниже) — на самом деле это не обычная, а сложная комбинированная матрица, обеспечивающая не только функции индикации, но и управления.

Цепи управления индикаторами матрицы по строкам:

— выв. 15 МК — T11 — LED01, LED04, LED05, LED08, LED09, LED12;

— выв. 43 МК — T14 — LED02, LED03, LED06, LED07, LED10, LED11.

Цепи управления индикаторами матрицы по столбцам:

— выв. 19 МК — T06 — LED01, LED02;
— выв. 20 МК — T07 — LED03, LED04;
— выв. 17 МК — T10 — LED05, LED06;
— выв. 18 МК — T19 — LED07, LED08;
— выв. 42 МК — T20 — LED09, LED10;
— выв. 24 МК — T05 — LED11, LED12.

Элементы контроля и измерительные цепи

На плату ЭМ поступают следующие сигналы контроля и измерительных цепей:

- **С датчика температуры NTC** (подключен к конт. 1, 2 соединителя J09) сигнал поступает через интегрирующую RC-цепь на выв. 28 МК (вход АЦП) (см. рис. 2.1.2, 2.1.3).
- **С контактной группы 11-12 прессостата** («ПУСТОЙ БАК») (рис. 2.1.2, 2.1.3) сигнал поступает на конт. 1 соединителя J12 и далее — через RC-цепь на выв. 8 МК.
- **С контактной группы 11-16 прессостата** («ПЕРЕЛИВ») подается напряжение на конт. 2 соединителя J12, автоматически включает-ся помпа (см. выше), а контрольный аварийный сигнал поступает через RC-цепь на выв. 27 МК. Через этот вывод МК также контролирует состояние цепи питания помпы и срабатывание датчика АКВАСТОП.
- **С контактной группы 11-14 прессостата** («УРОВЕНЬ ЗАПОЛНЕНИЯ») напряжение поступает на конт. 4 соединителя J01, тем самым замыкается цепь питания ТЭН (кроме контактной группы реле K1). Далее контрольный сигнал поступает через RC-цепь на выв. 26 МК.
- **С функциональных кнопок SW1-SW4.** Рассмотрим цепи прохождения сигналов через них. На выв. 17-20 МК формируются импульсные сигналы, которые поступают на первые контакты функциональных кнопок. Вторые контакты кнопок объединены между собой и сигнал с них поступает на выв. 12 МК для дешифровки. Сигналы проходят через кнопки по следующим цепям:
— выв. 19 МК — T06 — T15- SW1 — выв. 12 МК;
— выв. 20 МК — T07 — T08- SW2 — выв. 12 МК;
— выв. 17 МК — T10 — T09- SW3 — выв. 12 МК;
— выв. 18 МК — T19 — T16- SW1 — выв. 12 МК.

Таблица 2.1.2. Назначение и обозначение выводов МК MC68HC908AP32 применительно к ЭМ

Номер вывода	Обозначение	Назначение вывода в составе ЭМ
1	PTB6/T2CH0	Выход управления реле ТЭН К1
2	VREG	Подключен резистор R46, значение которого определяет уровень срабатывания детектора пониженного питающего напряжения (схема детектора встроена в МК)
3	PTB5/T1CH1	Вход сигнала с тахогенератора приводного мотора
4	VDD	Соединен с шиной напряжения +5 В
5, 6	OSC1, OSC2	К выводам подключен внешний кварцевый резонатор частотой 32768 Гц
7	VSS	Общий
8	PTB4/T1CH0	Вход сигнала с прессостата «ПУСТОЙ БАК»
9	/IRQ1	Вход контрольного сигнала о срабатывании силовой контактной группы УБЛ. Этот же вывод является входом сетевой синхронизации МК
10	PTB3/RXD	Соединен с конт. 12 соединителя ПУ J20
11	/RST	Вход сигнала начального сброса МК
12	PTB2/TXD	Вход сигнала с кнопок ПУ
13	PTB1/SCL	Линия SCL интерфейса I ² C связи с микросхемой ЭСППЗУ IC1
14	PTB0/SDA	Линия SDA интерфейса I ² C связи с микросхемой ЭСППЗУ IC1
15	PTC7/SCRXD	Выход управления строкой 1 светодиодной матрицы ПУ
16	PTC6/SCTXD	Выход управления реле реверса К3 приводного мотора
17	PTC5/SPSCK	Выход управления столбцом 3 светодиодной матрицы ПУ
18	PTC4/SS	Выход управления столбцом 4 светодиодной матрицы ПУ
19	PTC3/MOSI	Выход управления столбцом 1 светодиодной матрицы ПУ
20	PTC2/MISO	Выход управления столбцом 2 светодиодной матрицы ПУ
21	PTC1	Выход управления симистором TR1 приводного мотора
22	PTC0/IRQ2	Выход управления реле К4 коммутации выводов статора приводного мотора (опция, на рис. 2.1.3 цепь управления реле не показана)

Номер вывода	Обозначение	Назначение вывода в составе ЭМ
23	PTA7/ADC7	Соединен с конт. 9 соединителя ПУ J20
24	PTA6/ADC6	Выход управления столбцом 6 светодиодной матрицы ПУ
25	PTA5/ADC5	Соединен с конт. 8 соединителя ПУ J20
26	PTA4/ADC4	Вход сигнала с прессостата «УРОВЕНЬ ЗАПОЛНЕНИЯ»
27	PTA3/ADC3	Вход сигнала с прессостата «ПЕРЕЛИВ»
28	PTA2/ADC2	Вход сигнала с датчика NTC температуры воды в баке
29	PTA1/ADC1	Выход управления симистором Тхх клапана залива горячей воды (опция). В указанной на рис. 2.1.3 конфигурации данный вывод является входом контроля сетевого напряжения
30	PTA0/ADC0	Сигнал управления обменом данными с ЭСППЗУ (подключен к выв. MODE/WC, контроль чтения)
31	VREFL	Соединен с общей шиной
32	VREFH	Соединен с шиной напряжения +5 В
33	PTD7/KBI7	Выход управления симистором Т22 клапана залива воды основной стирки
34	PTD6/KBI6	Выход управления реле реверса К2 приводного мотора
35	PTD5/KBI5	Выход управления симистором Т21 помпы
36	PTD4/KBI4	Вход сигнала с контактных групп селектора программ
37	PTD3/KBI3	Выход управления симистором Т26 УБЛ
38	VSSA	Соединен с общей шиной
39	VDDA	Соединен с шиной напряжения +5 В
40	PTD2/KBI2	Выход управления симистором Т24 клапана залива воды предварительной стирки
41	PTD1/KBI1	Вход с датчика позиционирования барабана (опция)
42	PTD0/KBI0	Выход управления столбцом 5 светодиодной матрицы ПУ
43	PTB7/T2CH1	Выход управления строкой 2 светодиодной матрицы ПУ
44	CGMXFC	Соединен с общей шиной через цепь C31 C32 R47

Для синхронизации включения той или иной функции, выбранной кнопкой, с состоянием соответствующих контактов селектора цепи сигналов кнопок и селектора объединены (как и с цепями индикации — см. выше). Для этого с диодных сборок T15, T08, T09, T16 сигналы

разделяются и через конт. 3-8, 4-8, 5-8, 6-8 селектора программ SW (рис. 2.1.3) соответственно, поступают на выв. 36 МК.

● **С тахогенератора** (датчика скорости вращения приводного мотора) через конт. 2 соединителя J02 (рис. 2.1.2, 2.1.3). Далее сиг-

нал поступает через транзистор Т17 на выв. 3 МК IC2;

- **С цепи контроля состояния силовой контактной группы УБЛ.** Эта группа коммутирует питание на цепи приводного мотора, помпы и клапанов залива воды. Контрольный сигнал с этой группы через RC-цепь поступает на выв. 9 МК. Этот же сигнал обеспечивает сетевую синхронизацию МК.
- **С селектора программ.** Сигналы поступают с цепей питания индикаторов ПУ (диод D04, диодные сборки T08, T09, T15, T16 — см. выше) и через 5 контактных групп (3-8, 4-8, 5-8, 6-8, 7-8) селектора SW (рис. 2.1.3) — на выв. 36 МК. Четыре контактные группы селектора (3-8, 4-8, 5-8, 6-8) объединены с цепями питания кнопок для обеспечения их функциональной синхронизации. Ручка селектора программ совмещена с двумя контактными группами выключателя питания СМ.

Микроконтроллер

В рассматриваемой версии ЭМ используется 8-битный МК типа MC68HC908AP32 семейства M68HC08 фирмы FREESCALE (возможно использование MC68HC908AP48). Эта микросхема выполнена в корпусе QFP-44. В состав микроконтроллера входят следующие основные элементы:

- 8-битное ядро;
- ОЗУ объемом 2048 бит;
- Flash-память объемом 32 кбит (в версии MC68HC908AP48 — 48кбит);
- 32 линии универсальных портов ввода-вывода;
- 10-битный АЦП;
- последовательные интерфейсы I²C и SCI;
- 8 встроенных драйверов для управления светодиодными индикаторами;
- возможность управления 8-битной клавиатурой;
- встроенный монитор (супервизор) напряжения;
- 5 таймеров.

Для обеспечения работоспособности МК к его выв. 11 подключена цепь начального сброса (RESET) C15 C18 R43 R53.

Частота внутреннего тактового генератора МК стабилизирована внешним кварцевым резонатором Z1, подключенным к выв. 5, 6 IC2 частотой 32768 Гц. Сетевая синхронизация МК обе-

спечивается цепью, которая формирует сигнал на выв. 9 МК.

МК через последовательный интерфейс I²C обеспечивает управление ЭСППЗУ IC1 (рис. 2.1.3) с объемом памяти 16 кбит.



Рис. 2.1.5. Внешний вид комплекта программатора e-SAM для бытовой техники WHIRLPOOL

Обозначение и назначение выводов МК MC68HC908AP32 применительно к ЭМ приведено в таблице 2.1.2.

Как отмечалось выше, специалистам удалось считать содержимое внутренней Flash-памяти МК MC68HC908AP32 и наладить его тиражирование. О технологии прошивки ПО МК можно ознакомиться в [9, 14]. Что касается ЭСППЗУ, то в ней записаны конфигурационные и другие служебные данные. Считать или записать содержимое этой ИМС несложно при наличии соответствующего программатора. Для его подключения к модулю служит отдельный соединитель J10.

Для программирования ЭМ компания WHIRLPOOL предлагает специальный комплект e-SAM (рис. 2.1.5).

Коды маркировки электронных компонентов в составе ЭМ

В таблице 2.1.3 приведено соответствие кодов маркировки некоторых полупроводниковых компонентов в составе ЭМ их типам.

Таблица 2.1.3. Коды маркировки и основные характеристики полупроводниковых электронных компонентов в составе ЭМ

Код маркировки	Тип элемента	Основные параметры
A8J	Биполярный «цифровой» транзистор MMUN2232LT1 (номиналы резисторов в цепи базы 4,7/4,7 кОм), корпус SOT23-3	n-p-n, $U_{кэ}=50$ В, $I_k=100$ мА
A6J	Биполярный «цифровой» транзистор MMUN2132LT1 (номиналы резисторов в цепи базы 4,7/4,7 кОм), корпус SOT23-3	p-n-p, $U_{кэ}=50$ В, $I_k=100$ мА
1Fs	Биполярный транзистор BC847B, корпус SOT23-3	n-p-n, $U_{кэ}=50$ В, $I_k=100$ мА
3Fs	Биполярный транзистор BC857B, корпус SOT23-3	p-n-p, $U_{кэ}=50$ В, $I_k=100$ мА
W2F	Биполярный ключевой транзистор PMBT2907A, корпус SOT23-3	p-n-p, $U_{кэ}=60$ В, $I_k=600$ мА
A7W	Сборка из двух последовательно включенных универсальных диодов BAV99, корпус SOT23-3	$U_{обр}=75$ В, $I_{пр}=200$ мА
1N4007	Низкочастотный выпрямительный диод средней мощности, корпус SOD-57	$U_{обр}=1000$ В, $I_{пр}=1$ А
1N4148	Универсальный импульсный диод малой мощности, корпус SOD-27	$U_{обр}=75$ В, $I_{пр}=200$ мА
UF4006 (UF140)	Быстродействующий выпрямительный диод средней мощности, корпус DO-41	$U_{обр}=700$ В, $I_{пр}=1$ А
BYV27-200	Быстродействующий выпрямительный диод средней мощности, корпус SOD-57	$U_{обр}=200$ В, $I_{пр}=2$ А
SB140	Выпрямительный диод Шоттки средней мощности, корпус DO-41	$U_{обр}=40$ В, $I_{пр}=1$ А

Возможные неисправности модуля и их устранение

Рассматриваемый ЭМ имеет такие же проблемы, как и аналогичные узлы от других производителей. Нет смысла говорить об отказах, связанных с управлением внешних компонентов и узлов ЭМ или с нарушением работы элементов контроля — логика их работы описана в этой статье и понятна подготовленному специалисту (как и поиск неисправностей в этих цепях). При поиске и устранении неисправностей ЭМ также следует использовать встроенные диагностические возможности самого модуля, а именно: тестовый режим и индикацию кодов ошибок на ПУ.

Ниже приведены некоторые характерные неисправности ЭМ и способы их устранения.

В режиме отжима при постепенном наборе оборотов приводного мотора гаснут индикаторы на ПУ. После этого программа стирки начинается сначала. Возможны случаи, когда на низких оборотах отжима отказы не проявлялись

Причиной подобного дефекта является снижение (по разным причинам) уровня питающего напряжения +5 В ниже заданного значения. При этом происходит аппаратный сброс МК. При использовании в ЭМ микросхемы монитора напряжения MAX809M уровень порогового напряже-

ния, при котором формируется сигнал RESET, составляет 4,38 В, а в версиях ЭМ без этой микросхемы пороговое напряжение определяется номиналом резистора R46, подключенного к выв. 2 IC2. Также при подобном дефекте следует проверить исправность ИП и компонентов, подключенных к шине +5 В, в первую очередь, блокировочных конденсаторов C11, C13, C14, C25, C27 и дросселей L01, L02. Также причиной подобного дефекта может быть неисправность приводного мотора — необходимо проверить и при необходимости заменить его щетки. Имели место случаи, когда некоторые ремонтники пытаются решить данную проблему дополнительным охлаждением ЭМ с помощью вентилятора (рис. 2.1.6). На самом деле подобные «доработки» в полной мере не решают подобную проблему, так как реальные причины отказов в работе СМ так и не были выявлены.

Некоторым специалистам удавалось решить проблему пропажкой МК (прогревом микросхемы с помощью термовоздушной паяльной станции), очисткой его контактов от защитного покрытия на плате и проверкой дорожек вместе с перемычками по цепи +5 В.

Еще одной характерной причиной отказа перехода СМ на отжим (индикаторы на ПУ в этом случае не мигают) является неправильно выявленный дисбаланс (хотя его на самом деле нет).

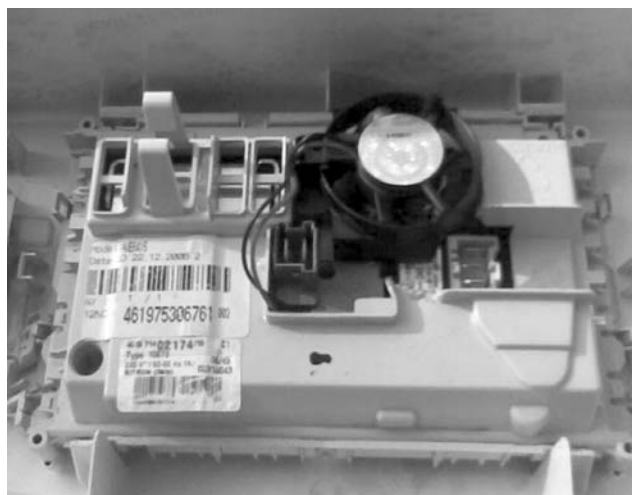


Рис. 2.1.6. Установка дополнительного вентилятора на ЭМ DOMINO

При работе СМ нарушается логика выполнения отдельных программ стирки. В некоторых случаях возможна остановка СМ при выполнении программы стирки

Если компоненты и узлы в неработающих цепях исправны, бывает достаточно перезаписать микросхему ЭСППЗУ или заменить ее на аналогичную, с «рабочей» прошивкой.

Например, было зафиксировано несколько отказов, когда из-за неисправной прошивки ЭСППЗУ отображался код ошибки F26 (неисправность симистора помпы). Данный дефект проявляется только в случаях, когда код ошибки отображается до включения УБЛ. При данных признаках неисправности возможен также отказ МК.

Часть 3

Электронные модули стиральных машин BOSCH

Внимание! Копирование и размещение данных материалов на Web-сайтах и других СМИ без письменного разрешения редакции преследуется в административном и уголовном порядке в соответствии с Законом РФ.

Глава 3.1. Электронный модуль стиральных машин BOSCH серии MAXX5

Общие сведения

Ранее уже публиковались материалы с описанием ЭМ, применяемых в СМ BOSCH/SIEMENS — см. [16, 17]. В этой главе описывается ЭМ, который применяется в СМ BOSCH серии MAXX5 бюджетного класса с фронтальной загрузкой белья и имеет заказной код 668781. В зависимости от типа и серии СМ модуль имеет несколько похожих модификаций с заказными кодами 668828, 668814 и др. Например, в некоторых версиях в составе модуля установлено не три, как в базовом варианте, а четыре реле (дополнительное реле используется для коммутации обмотки статора приводного мотора). Также могут быть добавлены цепи AQUASTOP, элементы управления клапаном горячей воды и цепи подключения дополнительных компонентов ПУ. Также в линейках модулей СМ BOSCH применяются внешне похожие ЭМ, но используемые в других сериях (например MAXX6). Серия СМ MAXX5 отличается от MAXX6, в основном, только типами микросхем ЭСППЗУ (24C01 и 24C02) и микроконтроллеров (МК) (MSE908AP64A и R5F2C2B8SNFA), подключением УБЛ (во втором случае люк может блокироваться от отдельного реле и с помощью симистора) и прессостата. Все остальные цепи и схемотехнические решения этих ЭМ оставлены практически без изменений.

ЭМ даже одного типа могут различаться файлами прошивок ЭСППЗУ (данные конфигурации применительно к конкретному типу СМ и др.), хотя сами модули могут поставляться для сервисных специалистов «чистыми» (без конфигурационных прошивок). ЭМ применяется более чем в 100 моделях СМ, например, наименование которых начинается с аббревиатуры «WAExxxxx»,

а также в других моделях и сериях. В большинстве случаев наличие подобного модуля можно определить по сервисному коду (так называемому E-nr) согласно сервисной документации на конкретную модель СМ.

Рассматриваемый ЭМ имеет следующие особенности:

- применение встроенного селектора программ. 4-разрядный код программы снимается с соответствующих контактных групп многопозиционного переключателя селектора (код меняется в зависимости от положения его ручки). Ручка селектора совмещена с сетевым выключателем;
- отсутствие в составе ЭМ интегрированных элементов ПУ (кнопки, элементы индикации, регуляторы), кроме селектора программ;
- применение МК MSE908AP64A (на самом деле это МК MC68HC908AP64 с внутренней масочной конфигурацией 4L47P);
- подключение к ЭМ традиционного набора внешних элементов и узлов в составе СМ бюджетного класса (коллекторный приводной мотор, электромеханический прессостат, УБЛ с термотаблеткой и др.);
- использование схемотехнических решений, предусматривающих размещение активных буферных элементов (транзисторные каскады) между МК и силовыми управляющими компонентами (реле, симисторы). Это позволило не только повысить надежность работы ЭМ, но и СМ в целом;
- применение импульсного ИП на основе интегрального контроллера TNY264GN.

ЭМ СМ всех серий MAXX (в том числе и рассматриваемого ЭМ, относящегося к MAXX5) имеют широкий сервисный функционал СМ — тестовый режим и коды ошибок. Это позволяет

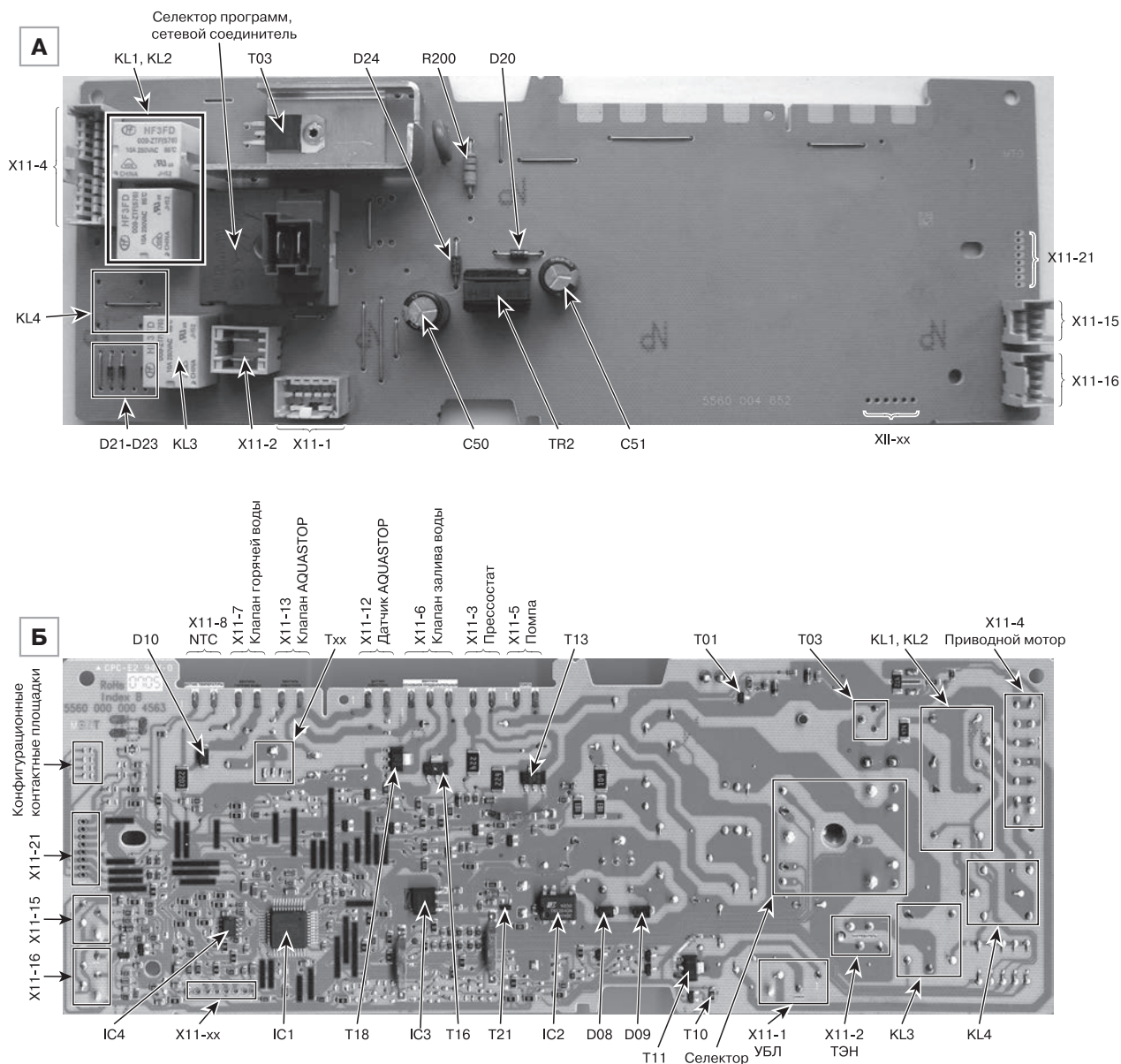


Рис. 3.1.1. Внешний вид ЭМ 668781 (а — вид с лицевой стороны; б — вид со стороны монтажа)

сервисным специалистом в полной мере использовать данные возможности при устранении возможных сбоев и неисправностей в работе СМ.

Специалистам удалось считать содержимое внутренней Flash-памяти МК, который используется в ЭМ серии MAXX5 (МК типа MSE908AP64A (маска 4L47P) или MC68HC908AP64) и наладить тиражирование этой ИМС. Технология тиражирования данной серии МК (см. [14]) также позволяет прошивать внутреннюю Flash-память без демонтажа микросхемы с платы ЭМ. Поэтому

му при возможных сбоях памяти МК можно восстановить ее содержимое «в горячем режиме».

Внешний вид ЭМ 668781 показан на рис. 3.1.1. На нем также показано расположение внешних соединителей, некоторых компонентов и узлов в составе ЭМ.

На рис. 3.1.2 приведена примерная схема соединений ЭМ 668781 на примере СМ «BOSCH WAE16160». Этот рисунок отличается от «заводского» варианта тем, что на нем нанесена реальная маркировка некоторых силовых компонентов и внешних соединителей (см. рис. 3.1.1, 3.1.3).

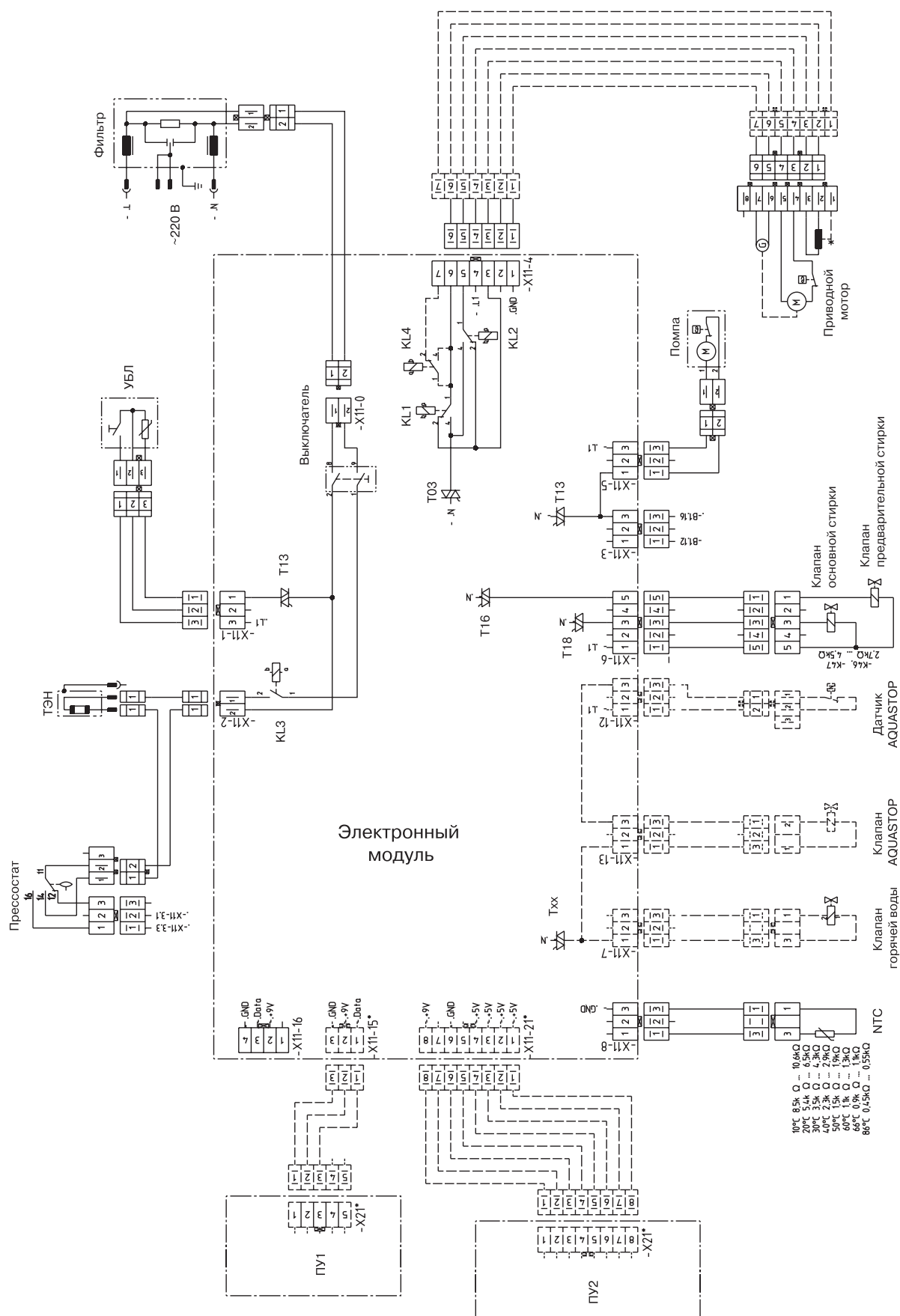


Рис. 3.1.2. Схема соединений ЭМ 668781 на примере СМ «BOSCH WAE16160»

ЭМ 668781 имеет в своем составе следующие основные элементы и узлы:

- **МК** типа MSE908AP64A. Эта микросхема совместно с селектором, органами управления ПУ, измерительными компонентами в составе СМ (NTC, прессостат, тахогенератор, АКВА-СТОП) управляет всеми внешними исполнительными узлами СМ через буферные элементы (реле или симисторы), а именно: приводным мотором, клапанами залива воды, помпой, УБЛ и ТЭН.
Кроме того, МК обеспечивает:
 - обмен информацией с микросхемой ЭСППЗУ по последовательной шине;
 - прием потенциального сигнала с датчика NTC;
 - прием сигнала с тахогенератора;
 - прием сигналов с электромеханического датчика уровня воды (прессостата);
 - прием сигналов с функциональных кнопок на ПУ;
 - управление индикацией на ПУ;
 - прием сигналов с контактных групп селектора программ;
 - контроль срабатывания УБЛ и помпы.
- **ИМС ЭСППЗУ** типа 24C01. В ней хранятся данные о конфигурации СМ и другая служебная информация. Поэтому при установке ЭМ необходимо, чтобы содержимое прошивки ЭСППЗУ соответствовало конкретной модели СМ.
- **ИП** формирует постоянные напряжения 9 и 5 В. Напряжение 9 В подается на буферные каскады управления реле ТЭН и реверса приводного мотора (опция — реле коммутации обмотки статора). Напряжение 5 В подается на остальные схемы и узлы в составе ЭМ. ИП выполнен на основе микросхемы контроллера TNY264GN. Источник не имеет гальванической развязки между входом и выходом.
- **Реле**, предназначенные для коммутации ТЭН и обмоток приводного мотора.
- **Симисторы**, предназначенные для управления силовыми нагрузками в составе СМ (помпа, клапаны залива воды, УБЛ, приводной мотор).

Описание основных узлов ЭМ

На рис. 3.1.3 приведена принципиальная электрическая схема ЭМ.

Рассмотрим состав и работу основных узлов ЭМ по принципиальной электрической схеме.

Источник питания

ИП формирует постоянные напряжения 9 и 5 В, которые используются для питания элементов и узлов в составе ЭМ.

В состав ИП входят следующие основные компоненты и цепи:

- микросхема импульсного преобразователя TNY264GN;
- импульсный трансформатор TR2;
- схема формирователя напряжения обратной связи (D11 T21, R69 R70 R71 C31);
- сетевой выпрямитель и фильтр (D24 C51);
- входной ограничитель тока сетевого напряжения R200;
- выпрямитель и фильтр канала 9 В (D20 C50 C29);
- стабилизатор напряжения и фильтр канала 5 В (IC3 MC78M05BDTRKG и C30);
- элементы подавления высоковольтных выбросов на стоке ключевого МОП-транзистора микросхемы в составе микросхемы преобразователя (D08, D09). Диод D09 (SMAJ170A) — это так называемый TVS-диод (Transient Voltage Suppressor). Он ограничивает уровень импульсных помех на первичной обмотке импульсного трансформатора (в данном случае уровень ограничивается значением 170 В) и таким образом обеспечивает штатный режим работы ключевого транзистора в составе преобразователя TNY264GN. Диод D08 — обычный, выпрямительный типа RS1J. TVS-диод можно заменить RC-цепью, но в этом случае ее эффективность по подавлению коротких помеховых импульсов будет значительно ниже.

Интегральный стабилизатор напряжения IC3 (MC78M05BDTRKG) выполнен в корпусе DPAK-3, на его выходе формируется стабилизированное напряжение +5 В (при выходном токе до 500 мА).

Основой ИП является интегральный ключевой преобразователь типа TNY264GN производства Power Integrations. ИМС относится к семейству Tiny Switch II и выполнена в корпусе DIP-8B. Она предназначена для построения маломощных ИП и широко применяется в различных устройствах, в том числе, в бытовой технике.

Перечислим основные особенности этой микросхемы:

- встроенный силовой ключ на N-канальном МОП транзисторе ($V_D=700$ В; $I=170$ мА);

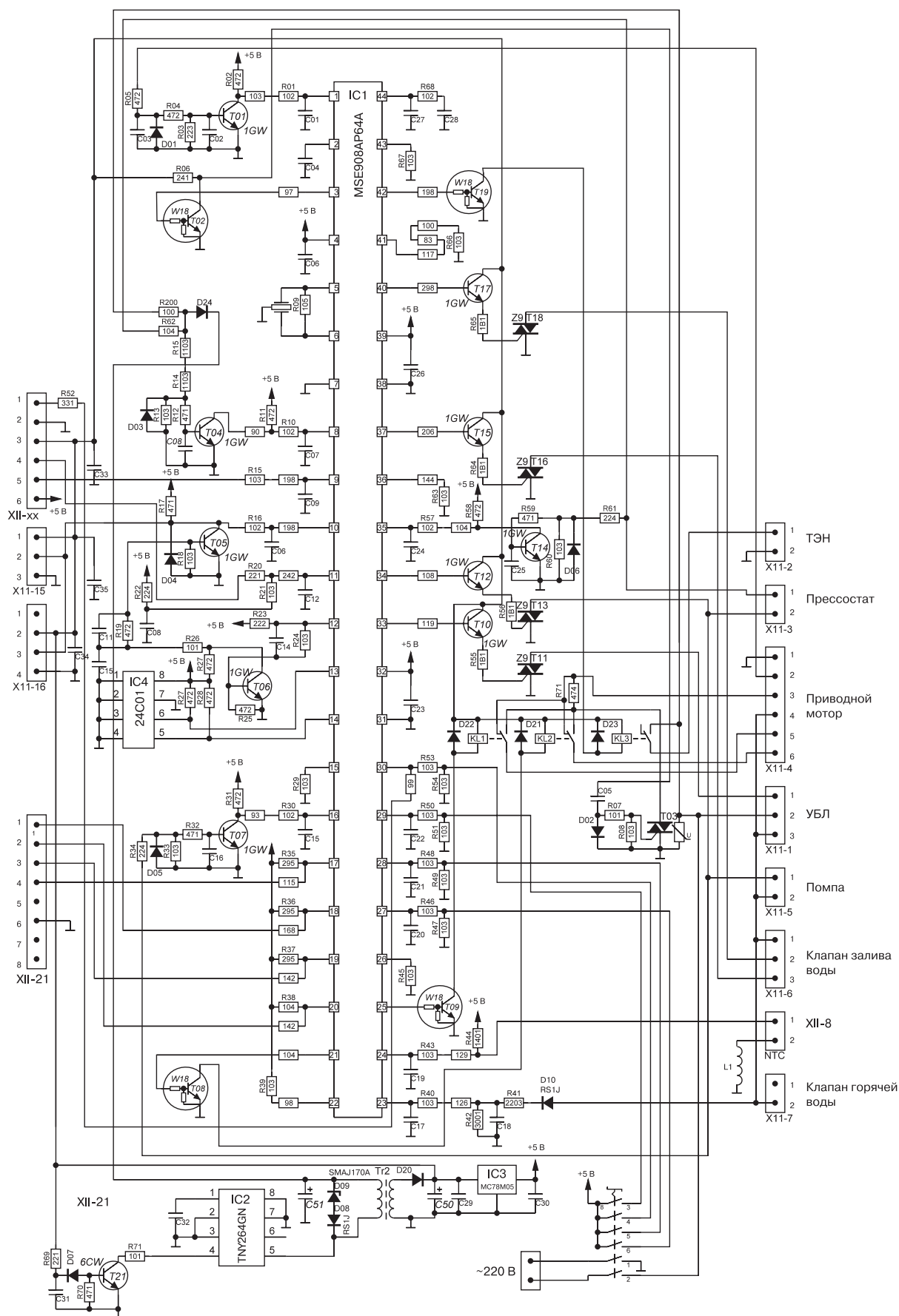


Рис. 3.1.3. Принципиальная электрическая схема ЭМ

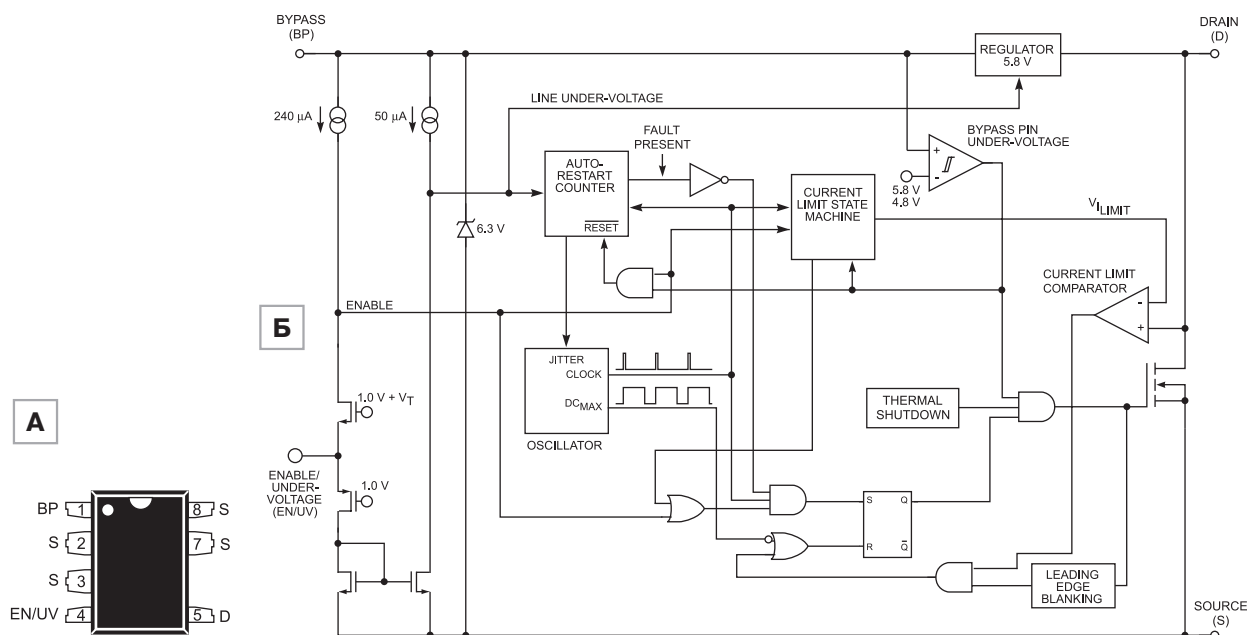


Рис. 3.1.4. Расположение выводов (а) и структурная схема (б) микросхемы TNY264GN

- встроенные защиты от короткого замыкания в нагрузке и от перегрева корпуса микросхемы;
- максимальная частота работы преобразователя 132 кГц;
- низкое собственное энергопотребление ($I_{\text{потр}} = 255 \text{ мкА}$).

На рис. 3.1.4 приведены расположение выводов микросхемы в корпусе DIP-8В и ее структурная схема. Назначение выводов ИМС TNY264GN приведено в таблице 3.1.1.

Отметим важную, с точки зрения электробезопасности, особенность системы питания ЭМ — гальваническая развязки от питающей сети отсутствует: сетевая шина N объединена со схемным корпусом.

Элементы управления исполнительными устройствами СМ

На плате ЭМ расположены следующие элементы управления исполнительными устройствами СМ:

- **Симисторы T18, T16, Txx** (опция, см. рис. 3.1.2), которые управляют клапанами залива воды — основной, предварительной стирки и горячей воды соответственно. Симистор Txx, кроме управления клапаном горячей воды, может управлять клапаном AQUASTOP (также устанавливается опционально).

Таблица 3.1.1. Назначение выводов микросхемы TNY264GN

Номер вывода (DIP-8)	Обозначение	Назначение
1	BP (BYPASS)	Выход внутреннего стабилизатора напряжения 5,8 В
2, 3, 7, 8	S (SOURCE)	Исток внутреннего силового МОП-транзистора. Общий для элементов внутреннего преобразователя в составе ИМС
4	EN/UV (ENABLE/UNDER VOLTAGE)	Выполняет две функции: вход разрешения работы преобразователя и контроля снижения выходного напряжения ИП
5	D (DRAIN)	Сток внутреннего силового МОП-транзистора. С этого вывода также обеспечивается питание элементов схемы управления в составе микросхемы

Симистор T18 управляется с выв. 40 МК IC1 (через буферный каскад на транзисторе T17), симистор T16 — с выв. 37 (через буферный каскад T15), а симистор Txx — с выв. 41 IC2. Клапаны залива воды основной и предварительной стирки подключены к соединителю X11-6 (рис. 3.1.2, 3.1.3), а клапан горячей воды — к соединителю X11-7. Под компоненты цепи управления клапаном горячей воды (симистор Txx и др.) на плате

ЭМ выделены контактные площадки. На рис. 3.1.3 показана версия ЭМ, в которой выход управления клапаном горячей воды (выв. 41 IC1) соединен с общей шиной через резисторы.

- **Симистор T13** служит для управления помпой. Он управляется с выв. 34 МК через буферный каскад на транзисторе T12.
- **Симистор T11** служит для управления УБЛ СМ. Он управляется с выв. 33 МК через буферный каскад на транзисторе T10.
- **Симистор T03** служит для управления приводным мотором. Он управляется с выв. 3 МК через буферный каскад на транзисторе T02.

Примечания:

1. SMD-компоненты в составе ЭМ не имеют позиционных обозначений, поэтому на рис. 3 они обозначены произвольно.
2. Номиналы SMD-резисторов ЭМ на рис. 3.1.3 обозначены в виде промышленных кодов, которые приняты производителями при маркировке данных компонентов.
3. При подаче сетевого напряжения на термотаблетку УБЛ замыкается ее контактная группа (также в составе УБЛ). С нее подается питание на приводной мотор (сетевая шина L), клапаны залива воды и помпу. Со стороны сетевой шины N мотор управляется соответствующими портами МК через симистор T03 (см. выше), клапаны — симисторами T16, T18, Txx, а помпа — через симистор T13.
4. Помпа может автоматически включаться при замыкании контактной группы прессостата «ПЕРЕЛИВ» независимо от состояния управляющего симистора T13. Это сделано в целях безопасности, например, при неконтролируемом заливе воды в бак.

- **Реле реверса KL1 и KL2** коммутируют фазировку питания обмотки ротора приводного мотора. Они управляются по следующим цепям (в скобках указана цепь для реле KL2): выв. 25 (21) МК — транзистор T09 (T08) — обмотка KL1 (KL2).
- **Реле KL4** (опция) коммутирует выводы статора приводного мотора для перехода на высокие обороты в режиме отжима. Реле управляется по цепи: выв. 22 МК IC1 — транзистор T1xx — обмотка KL4 (реле показано только на рис. 3.1.2, а транзистор на рисунках вообще не показан). Под компоненты цепи управления реле KL4 на плате ЭМ выделены контактные площадки. На рис. 3.1.3 показана версия ЭМ, на которой отсутствуют цепи управления реле KL4 (выв. 22 МК IC1 соединен с шиной +5 В).
- **Реле ТЭН KL3.** Питание на ТЭН подается по цепи, в которую последовательно включены

контактные группы реле KL3 и прессостата («УРОВЕНЬ ЗАПОЛНЕНИЯ»). Контактная группа прессостата включена в эту цепь с целью безопасности — ТЭН не включится, пока уровень воды в баке не достигнет указанного значения. Этот уровень еще называют «защитным уровнем», так как ТЭН может безопасно работать, когда он погружен в воду. Данный уровень контролируется МК — сигнал с контактной группы прессостата поступает в ЭМ (на выв. 35 IC1 — см описание выше). Реле KL3 управляется по цепи: выв. 42 МК IC1 — транзистор T19 — обмотка KL3.

Элементы контроля и измерительные цепи

На плату ЭМ поступают следующие сигналы контроля измерительных цепей:

- **С датчика температуры NTC** (подключен к конт. 1, 2 соединителя X11-8) сигнал поступает через интегрирующую RC-цепь на выв. 24 МК (вход АЦП) (см. рис. 3.1.2, 3.1.3).
- **С контактной группы 11-16 прессостата** («ПЕРЕЛИВ») подается напряжение на конт. 3 соединителя X11-3, после чего автоматически включается помпа (см. выше), а контрольный аварийный сигнал поступает через каскад на транзисторе T07 и RC-цепь на выв. 16 МК. Через этот вывод МК также контролирует состояние цепи питания помпы.
- **С контактной группы 11-14 прессостата** («УРОВЕНЬ ЗАПОЛНЕНИЯ») напряжение поступает на цепь питания ТЭН (совместно с реле KL3 через соединитель X11-2). Контрольный сигнал о достижении этого уровня с конт. 1 соединителя X11-3 поступает через каскад на транзисторе T14, RC-цепь и на выв. 35 МК.
- **С тахогенератора** (индуктивного датчика скорости вращения приводного мотора) через конт. 2 соединителя X11-4 (рис. 3.1.2, 3.1.3). Сигнал поступает через каскад на транзисторе T01 на выв. 1 МК IC1;
- **С цепи контроля состояния силовой контактной группы УБЛ** (эта группа коммутирует питание на цепи приводного мотора, помпы и клапанов залива воды) контрольный сигнал через конт. 2 соединителя X11-1, диод D10 и RC-цепь поступает на выв. 9 МК. Эта же цепь служит для измерения уровня сетевого напряжения.

Таблица 3.1.2. Назначение и обозначение выводов МК MC68HC908AP64 применительно к ЭМ

Номер вывода	Обозначение	Назначение вывода в составе ЭМ	Номер вывода	Обозначение	Назначение вывода в составе ЭМ
1	PTB6/T2CH0	Вход сигнала с тахогенератора приводного мотора. Выход управления реле ТЭН KL3	22	PTC0/IRQ2	Выход управления реле KL4 коммутации выводов статора приводного мотора (опция, на рис. 3.1.3 цепь управления реле не показана)
2	VREG	Соединен через конденсатор с общей шиной	23	PTA7/ADC7	Вход контроля срабатывания УБЛ. Контроль уровня сетевого напряжения
3	PTB5/T1CH1	Выход ШИМ управления симистором T03 приводного мотора	24	PTA6/ADC6	Вход сигнала с датчика температуры NTC
4	VDD	Соединен с шиной питания +5 В	25	PTA5/ADC5	Выход управления реле реверса KL1 приводного мотора
5, 6	OSC1, OSC2	К выводам подключен внешний кварцевый резонатор частотой 8 МГц	26	PTA4/ADC4	Соединен через резистор с общей шиной
7	VSS	Общий	27	PTA3/ADC3	Вход сигнала с контактной группы 8-6 селектора программ
8	PTB4/T1CH0	Вход сетевой синхронизации МК	28	PTA2/ADC2	Вход сигнала с контактной группы 8-5 селектора программ
9	IRQ1	Соединен через RC-цепь с конт. 5 соединителя X11-xx, предназначенного для соединения с внешним программатором МК	29	PTA1/ADC1	Вход сигнала с контактной группы 8-3 селектора программ
10	PTB3/RXD	Вход данных с конт. 1 (двухнаправленная линия DATA) соединителя X11-15 (см. рис. 3.1.2). Через этот соединитель может подключаться ПУ	30	PTA0/ADC0	Вход сигнала с контактной группы 8-2 селектора программ
11	RST	Вход сигнала начального сброса МК	31	VREFL	Соединен с общей шиной
12	PTB2/TXD	Выход данных TXD через буферный каскад на транзисторах T05, T06 на двухнаправленную линию DATA (конт. 1 соединителя X11-15)	32	VREFH	Соединен с шиной питания +5 В
13	PTB1/SCL	Линия SCL интерфейса I ² C связи с микросхемой ЭСППЗУ IC4	33	PTD7/KBI7	Выход управления симистором T11 УБЛ
14	PTB0/SDA	Линия SDA интерфейса I ² C связи с микросхемой ЭСППЗУ IC4	34	PTD6/KBI6	Выход управления симистором T13 помпы
15	PTC7/SCRXD	Соединен через резистор с общей шиной	35	PTD5/KBI5	Вход сигнала с прессостата «УРОВЕНЬ ЗАПОЛНЕНИЯ»
16	PTC6/SCTXD	Вход сигнала с прессостата «ПЕРЕЛИВ»	36	PTD4/KBI4	Соединен через резистор с общей шиной
17	PTC5/SPSCK	Вход 4 с колодки конфигурации ЭМ (см. [18])	37	PTD3/KBI3	Выход управления симистором T16 клапана залива воды предварительной стирки
18	PTC4/SS	Вход 1 с колодки конфигурации ЭМ (см. [18])	38	VSSA	Соединен с общей шиной
19	PTC3/MOSI	Вход 3 с колодки конфигурации ЭМ (см. [18])	39	VDDA	Соединен с шиной питания +5 В
20	PTC2/MISO	Вход 2 с колодки конфигурации ЭМ (см. [18])	40	PTD2/KBI2	Выход управления симистором T18 клапана залива воды основной стирки
21	PTC1	Выход управления реле реверса KL2 приводного мотора	41	PTD1/KBI1	Выход управления симистором Txx клапана залива горячей воды (опция). На рис. 3.1.3 не используется и соединен с общей шиной через резисторы
			42	PTD0/KBI0	Выход управления реле ТЭН KL3
			43	PTB7/T2CH1	Соединен через резистор с общей шиной
			44	CGMXFC	Соединен с общей шиной через цепь (C27 C28 R68)

● **Напряжение частотой 50 Гц** формируется цепью сетевой синхронизации МК для обеспечения работы таймеров и ШИМ в составе МК. Сигнал на МК формируется элементами R10-R15, D03, C07, C08, T04 и далее поступает на выв. 8 IC1.

● **С селектора программ** сигналы поступают по цепям:

- конт. 3 селектора программ — R50 R51 C22 — выв. 29 IC1;
- конт. 4 селектора программ — R53 R54 — выв. 30 IC1;

- конт. 5 селектора программ — R48 R49 C21 — выв. 28 IC1;
- конт. 6 селектора программ — R46 R47 C20 — выв. 27 IC1.

Ручка селектора программ совмещена с двумя контактными группами выключателя питания СМ.

Микроконтроллер

В рассматриваемой версии ЭМ используется 8-битный МК типа MSE908AP64A (маска 4L47P) семейства M68HC08 фирмы FREESCALE (возможно использование MC68HC908AP64). Конфигурационную маску не следует путать с данными конфигурации СМ, хранимыми в микросхеме ЭСППЗУ (см. выше). Маска — это конфигурационные данные настройки портов и режимов работы МК для конкретных применений. Во всех случаях применение маски так или иначе ограничивает возможности МК.

Микросхема МК выполнена в корпусе QFP-44. В его состав входят следующие основные элементы:

- 8-битное ядро;
- ОЗУ объемом 2048 бит;
- Flash-память объемом 62368 бит;
- 32 линии универсальных портов ввода-вывода;
- 10-битный 8-разрядный АЦП;
- последовательные интерфейсы I²C и SCI;
- 5 таймеров.

Для обеспечения работоспособности МК к его выв. 11 подключены элементы цепи начального сброса RESET: C12, R20, R21.

Частота внутреннего тактового генератора МК стабилизирована внешним кварцевым ре-

зонатором, подключенным к выв. 5, 6 IC1 (8 МГц). Сетевая синхронизация МК обеспечивается цепью, которая формирует сигнал на выв. 8 МК.

МК через последовательный интерфейс I²C обеспечивает управление ЭСППЗУ IC4 (рис. 3.1.3) с объемом памяти 1 кбит.

Обозначение и назначение выводов МК MC68HC908AP64 применительно к ЭМ приведено в таблице 3.1.2.

Как отмечалось выше, специалистам удалось считать содержимое внутренней Flash-памяти МК MC68HC908AP64 и наладить его тиражирование. С технологией прошивки ПО МК можно ознакомиться в [9] и [14]. Что касается ЭСППЗУ, то, как известно, в ней записаны конфигурационные и другие служебные данные. Считать содержимое этой ИМС (как и записать новые данные) несложно при наличии соответствующего программатора.

В рассматриваемом типе ЭМ предусмотрена возможность его начального конфигурирования. Для этого служат контактные площадки, на которые при необходимости устанавливают перемычки (показаны на рис. 3.1.1Б). Более подробно этот вопрос рассмотрен в [18].

Коды маркировки электронных компонентов в составе ЭМ

В таблице 3.1.3 приведено соответствие кодов маркировки некоторых полупроводниковых компонентов в составе ЭМ их типам.

Таблица 3.1.3. Коды маркировки и основные характеристики полупроводниковых электронных компонентов в составе ЭМ

Код маркировки	Тип элемента	Основные параметры
W18	Биполярный «цифровой» транзистор PDTC143ZT (номиналы резисторов в цепи базы 4,7/47 кОм), корпус SOT23-3	n-p-n, U _{кз} =50 В, I _к =100 мА
1Gw	Биполярный транзистор BC847CW, корпус SOT23-3	n-p-n, U _{кз} =50 В, I _к =100 мА
6CW	Биполярный транзистор BC817-40W, корпус SOT23-3	n-p-n, U _{кз} =45 В, I _к =500 мА
RJ (71A)	Быстродействующий выпрямительный диод средней мощности RS1J, корпус DO-214AC	U _{обр} =600 В, I _{пр} =1 А
SR (6D)	TVS-диод (супрессор) SMAJ170A	U _{обр} =170 В, P _{пик} =400 Вт
8M05BG	Интегральный стабилизатор напряжения MC78M05BDTRK, корпус DPAK-3	U _{вых} =5 В, I _{вых} =0,5 А
SC100203 CFBE 4L47P	Микроконтроллер MSE908AP64A, конфигурационная маска 4L47P	Заменяется на MC68HC908AP64
Z9M	Маломощный симистор Z0109M, корпус SOT-223	U=600 В, I=1 А, I _{кз} =10 мА

Неисправности модуля и их устранение

Если говорить о неисправностях ЭМ, то этот модуль может иметь такие же проблемы, как и аналогичные узлы от других производителей. Нет смысла говорить об отказах, связанных с управлением внешних компонентов и узлов ЭМ или с нарушением работы элементов контроля — логика их работы описана в этой статье и понятна подготовленному специалисту (как и поиск неисправностей в этих цепях). При поиске и устранении неисправностей ЭМ также следует использовать встроенные диагностические возможности самого модуля, а именно: тестовый режим и индикацию кодов ошибок на ПУ.

Ниже приведены некоторые характерные неисправности и способы их устранения.

СМ не включается, ИП не формирует выходные напряжения

Причин подобного дефекта может быть несколько:

1. При повороте ручки селектора программ в любое положение, отличное от нулевого (OFF, ВЫКЛ), не срабатывают контактные группы сетевого выключателя, встроенного в корпус селектора.

В данном случае достаточно разобрать селектор и, при необходимости, восстановить работоспособность контактных групп выключателя. В худшем случае может потребоваться замена самого селектора (например, можно использовать подобный узел с ЭМ-донора). Если вышла из строя одна из двух контактных групп выключателя, в целях безопасности не стоит ее шунтировать с помощью отдельной перемычки.

2. На вход ИП поступает переменное сетевое напряжение. На конденсаторе С51 присутствует постоянное напряжение около 300 В, а на выв. 1 IC2 (TNY264GN) имеется 5,8 В. Преобразователь напряжения не запускается.

Наиболее частой причиной подобного дефекта является неисправность супрессора D09 (SMAJ170A).

3. При признаках неисправности, приведенных в п. 2, дополнительно наблюдаются попытки запуска преобразователя (режим АВТО-РЕСТАРТ — пачки импульсов размахом около 400 В на стоке ключевого транзистора преобразователя (выв. 5 IC2)).

Подобный дефект может возникнуть вследствие утечки или короткого замыкания в нагрузках ИП, а также из-за неисправности выходного выпрямителя (D20 C50 C28) или стабилизатора напряжения IC3.

Если в случаях п.п. 2 и 3 не удалось локализовать неисправный элемент, заменяют микросхему IC2.

При работе СМ нарушается логика выполнения отдельных программ стирки

Если компоненты и узлы в неработающих цепях исправны, бывает достаточно перезаписать микросхему ЭСППЗУ или заменить ее на аналогичную, с «рабочей» прошивкой.

На ПУ СМ отображается код ошибки F21

Эта неисправность является одной из чаще всего встречающихся в различных линейках СМ BOSCH. Вероятно, это вызвано недоработками в алгоритме формирования данной ошибки.

Если элементы в цепи управления мотором (как и сам мотор) исправны, необходимо сбросить (обнулить) ошибку в памяти ЭМ, в противном случае СМ не будет работать. Сбросить ошибку можно двумя способами — в тестовом режиме или с помощью программатора (обнуляют ошибку по соответствующему адресу в памяти).

Выполнение сброса ошибки не всегда окончательно решает указанную проблему от повторных проявлений, если не разобраться с ее причинами. Выше уже было указано, что ошибка F21 связана с дефектами приводного мотора (щетки и др.) и цепью его управления на ЭМ. Подобная ошибка также может возникнуть из-за низкого качества питающей сети (некачественной проводки).

Часть 4

Внимание!

Глава 4.1. Электронные модули стиральных

Общие сведения

В этой главе приводится описание ЭМ, применяющихся в серии F**68*D(P) CM LG с прямым приводом барабана. На основе принципиальной электрической схемы CM «LG F1068LD» подробно рассматриваются два типа ЭМ — модуля ПУ и силового модуля.

СМ «LG F1068LD» имеет в своем составе два ЭМ — модуль ПУ (код EBR66223201) и силовой модуль (код EBR738103). Двухмодульная конструкция используется практически во всех моделях стиральных машин LG. Для других моделей серии F**68*D(P) заказные коды на внешне похожие ЭМ могут быть другими, например, EBR61282429 (силовой модуль), EBR612825 (ПУ) и т.д. В других версиях ЭМ на них могут быть установлены или удалены компоненты, отвечающие за функционал конкретной модели СМ. Например, на ПУ может быть дополнительно уста-

новлен цифровой дисплей с соответствующими цепями, а на силовом модуле — присутствовать или отсутствовать элементы и цепи, отвечающие за работу дополнительного клапана залива горячей воды или устройства защиты от протечек. Внешний вид модуля ПУ и силового модуля приведен на рис. 4.1.1 и 4.1.2 соответственно. Схема внешних соединений ЭМ показана на рис. 4.1.3.

Состав, назначение и принцип работы ЭМ

Для пользовательского управления СМ и отображения на индикаторах необходимой информации служит модуль ПУ.

На модуле размещены следующие основные узлы и компоненты:

- селектор программ, он выполнен на базе пошагового энкодера;

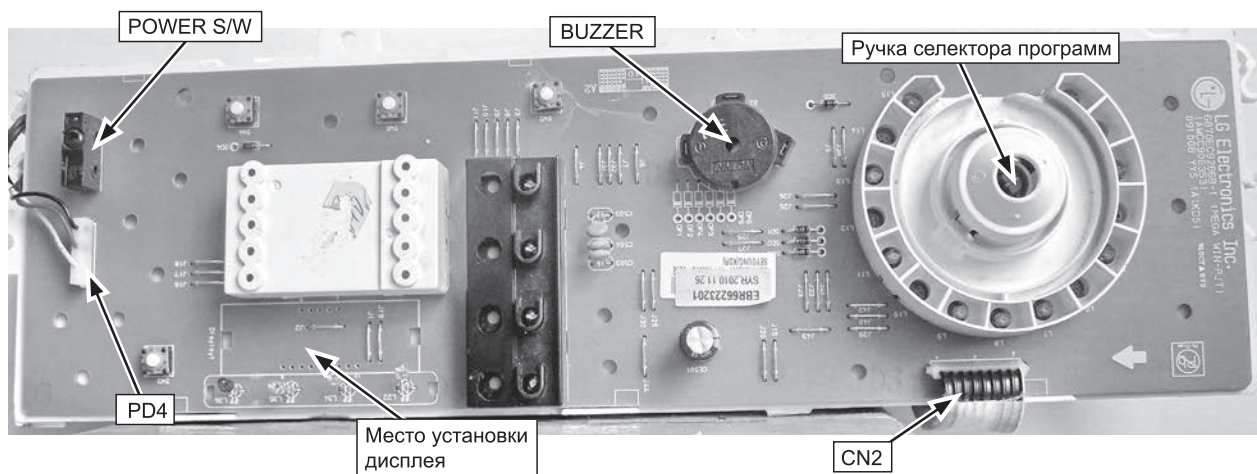


Рис. 4.1.1. Внешний вид ЭМ ПУ (код EBR66223201)

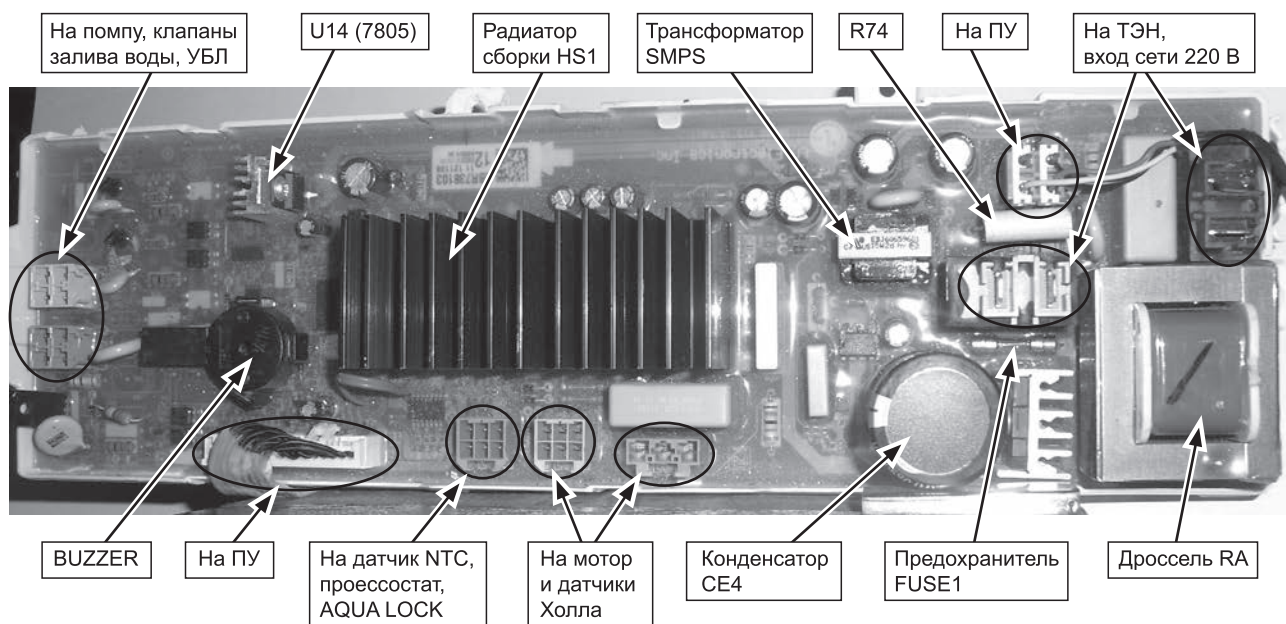


Рис. 4.1.2. Внешний вид силового модуля (код EBR738103) и подключение к нему внешних элементов

- многофункциональная микросхема IK2102DW;
- функциональные кнопки (в том числе, кнопочный выключатель питания);
- светодиодные индикаторы (опционально — дисплей).

Всеми компонентами на ПУ управляет специализированная микросхема IK2102DW, которая в свою очередь контролируется по 3-проводной последовательной шине основным МК, расположенным на силовом ЭМ. ИМС IK2102DW может обеспечивать работу комбинированной динамической матрицы (две конфигурации — 4x13 или 7x10), в состав которой могут входить кнопки, светодиодные индикаторы и дисплей. Структурная схема многофункциональной микросхемы IK2102DW приведена на рис. 4.1.4.

Модуль ПУ и силовой ЭМ соединены между собой двумя шлейфами.

Силовой ЭМ является программно управляемым узлом, он обеспечивает функционирование следующих исполнительных компонентов в составе СМ: ПУ, приводного мотора, УБЛ, клапанов залива воды (в зависимости от типа СМ, клапанов может быть 2 или 3), помпы, ТЭН. На основании показаний датчика вращения мотора (датчик Холла), прессостата и датчика температуры, МК в составе ЭМ контролирует скорость вращения приводного мотора, уровня и температуры воды в баке СМ соответственно.

В состав силового ЭМ входят следующие основные узлы и компоненты:

- МК типа TMP88FW45AFG (версия прошивки B958_121107). Эта микросхема управляет всеми устройствами в составе СМ;
- силовая сборка FNB41060, она служит для управления приводным мотором. В состав сборки входят драйверы, датчик температуры и три каскада на IGBT-транзисторах в полумостовом включении;
- ИП на основе ШИМ контроллера STR-A6059M. Источник формирует напряжения 9 В (один канал) и 12 В (два канала). Также имеется отдельный источник напряжения 5 В на основе интегрального стабилизатора KIA7805, который питается вторичным напряжением 9 В;
- 7-канальная транзисторная сборка KID65004AF, которая используется для усиления по мощности сигналов управления исполнительными устройствами в составе СМ (через оптроны, симисторы и реле);
- ЭСППЗУ типа 93C56WP служит для хранения временных данных;
- интегральный детектор напряжения SJ73L42F (аналог KIA7042 и др.). Эта микросхема формирует сигнал начального сброса RESET на МК при подаче питания, а также, если в силу различных причин (аварийная ситуация) питающее напряжение снизится до уровня 4,2 В;

- реле, симисторы для управления силовыми нагрузками в составе СМ;
- ИМС HC4069 включает в себя шесть инверторов, которые применяются в цепях индуктивно-управляемого генератора прессостата и в качестве буферных элементов датчика Холла;
- 2-канальный компаратор KIA393F, один из элементов которого используется в цепи контроля тока через выходные каскады (в составе силовой сборки FNB41060) управления приводным мотором.

Рассмотрим работу основных узлов и цепей силового ЭМ (описание ЭМ ПУ ввиду его простоты рассматриваться в данной статье не будет, будет приведена только его принципиальная схема).

Принципиальные электрические схемы ЭМ ПУ и силового ЭМ приведены на рис. 4.1.5 и 4.1.6 соответственно.

Примечания. 1. На принципиальных электрических схемах ЭМ позиционные обозначения компонентов соответствуют только тем, которые были нанесены на печатной плате. Обозначения остальных компонентов (в том числе, нечитаемые обозначения) даны произвольно.

2. Так как принципиальные электрические схемы (рис. 4.1.5, 4.1.6) рисовались с реальных плат и, учитывая всю сложность этой работы, возможно, что в них могут присутствовать неточности.

3. Компоненты, контуры которых на схеме силового ЭМ (рис. 4.1.6) выделены пунктиром, в рассматриваемой версии ЭМ не были установлены, но под них были зарезервированы места на плате и выполнена разводка печатных проводников.

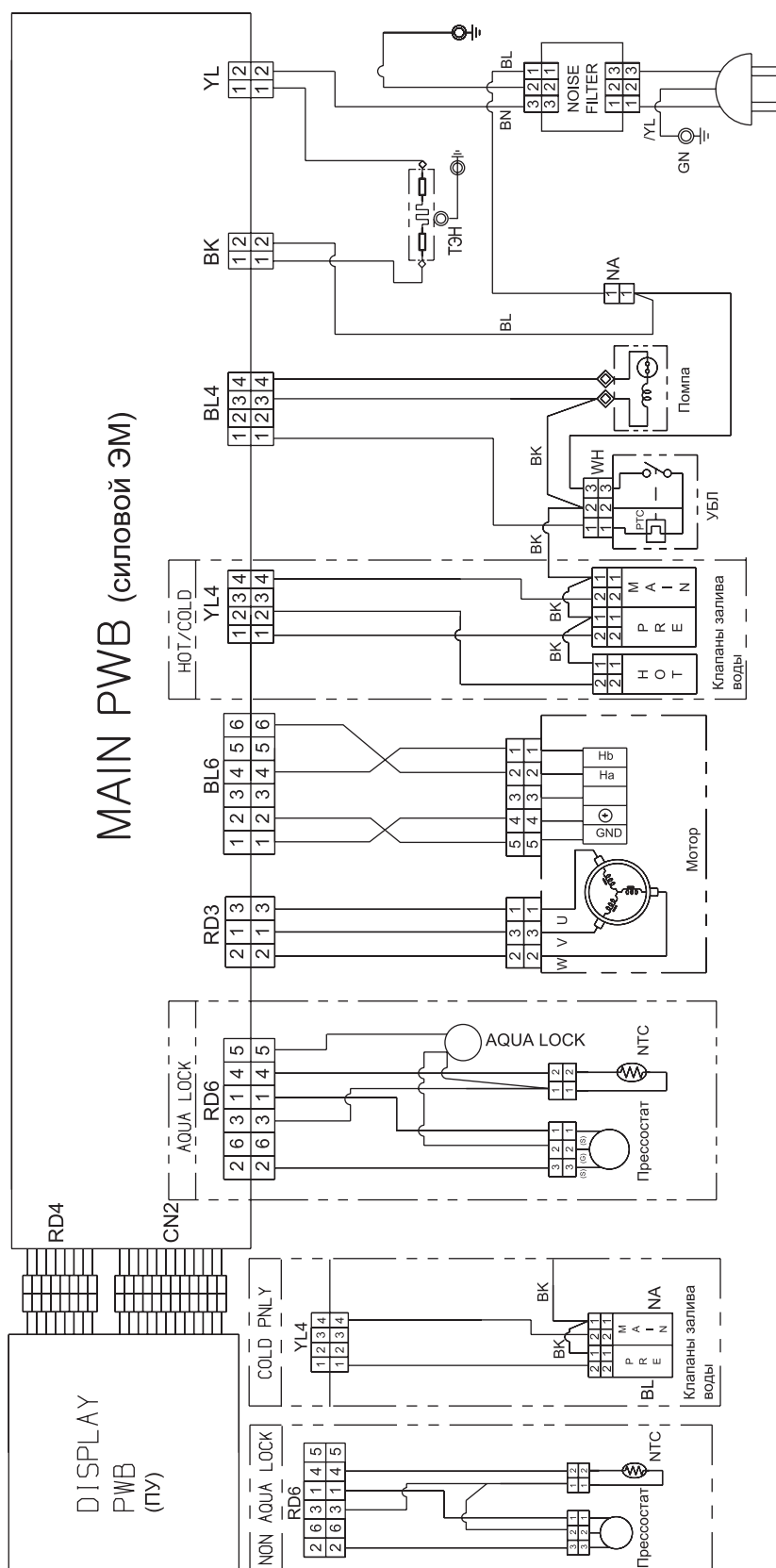


Рис. 4.1.3. Схема соединений ЭМ на примере СМ «LG F1068LD»

ИП и организация системы питания в составе ЭМ

Как уже отмечалось, ИП в составе ЭМ формирует напряжения 9 В (один канал), 12 В (два канала) и 5 В, которые используются для питания элементов и узлов в составе модуля. Источник напряжения 5 В реализован на основе интегрального стабилизатора напряжения U14 типа KIA7805, он питается от канала 9 В. Напряжение 5 В используется для питания потребителей в составе силового ЭМ и модуля ПУ. Основой ИП является импульсный обратноходовый конвертор на базе ШИМ контроллера STR-A6059M производства SANKEN ELECTRIC со встроенным силовым ключом. Ее структурная схема приведена на рис. 4.1.7.

Приведем основные особенности микросхемы:

- встроенный силовой ключ на MOSFET-транзисторе ($V_D=650$ В, $R_{DS(ON)}=6$ Ом);
- фиксированная рабочая частота 100 кГц;
- управление выходным ключом с помощью ШИМ;
- встроенная функция Auto Standby (потребляемая мощность снижается до уровня менее 25 мВт при работе без нагрузки);
- применяется в маломощных ИП (до 15 Вт);
- встроенные защиты от перегрева и повышенного напряжения, токовая защита выходного каскада;
- автоматический рестарт при пропадании входного напряжения.

На рис. 4.1.8 приведено расположение выводов микросхемы в корпусе PDIP-7, а в таблице 4.1.1 — назначение ее выводов.

Примечание. Чтобы избежать неоднозначности, два канала 12 В на выходе ИП обозначены как 12(1) и 12(2) В.

Рассмотрим особенности принципиальной электрической схемы ИП, показанной на рис. 4.1.6. В состав ИП входят следующие узлы и элементы:

- сетевой двухполупериодный выпрямитель и фильтр (BD1, CE4);

- защитный варистор Z2 и сетевой предохранитель FUSE1;
- микросхема ключевого преобразователя U12;
- импульсный трансформатор SMPS;
- выходные выпрямители и фильтры (D13, CE2 — канал питания микросхемы U12 в рабочем режиме; D11, CE8 — канал питания 9В; D12, CE9 — канал питания 12(2) В; D14, CE6 — канал питания 12(1) В); D13 CE2 — канал питания микросхемы U12 в рабочем режиме;
- элементы цепи обратной связи (D6, ZD1, Q1).

В ИП обеспечивается групповая стабилизация выходных напряжений. Сигнал обратной связи снимается с канала 12(1) В (катод D12) и через цепь D6 ZD1 R2 Q1 поступает на вывод FB микросхемы U12. В цепь истока MOSFET-транзистора в составе микросхемы U12 включен резистор R103 (1,5 Ом), падение напряжения с которого поступает на узел контроля тока через транзистор. Фактически этот узел в составе

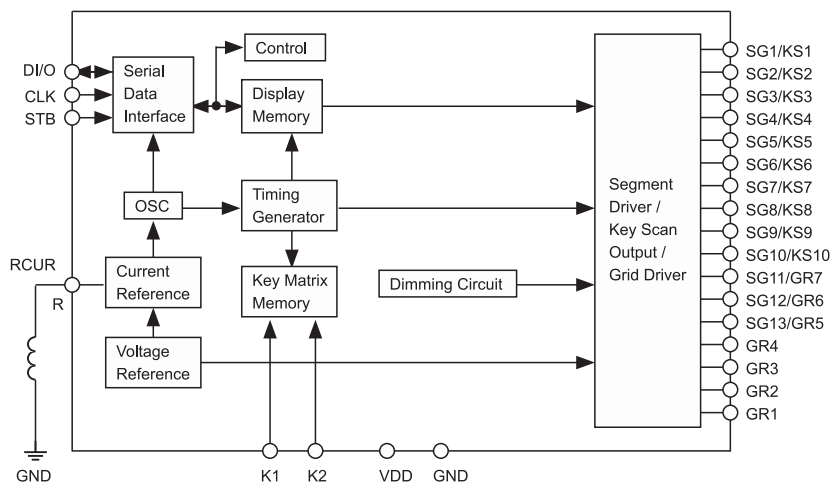


Рис. 4.1.4. Структурная схема микросхемы IK2102DW

Таблица 4.1.1. Назначение выводов микросхемы STR-A6059M

Номер вывода	Обозначение	Назначение
1	S/OCP	Исток силового MOSFET-транзистора, вход сигнала токовой защиты
2	BR	Вход контроля входного напряжения
3	GND	Общий
4	FB/OLP	Вход сигнала обратной связи, вход защиты от перегрузки
5	VCC	Напряжение питания ИМС
6	—	Отсутствует
7,8	D/ST	Сток силового MOSFET-транзистора

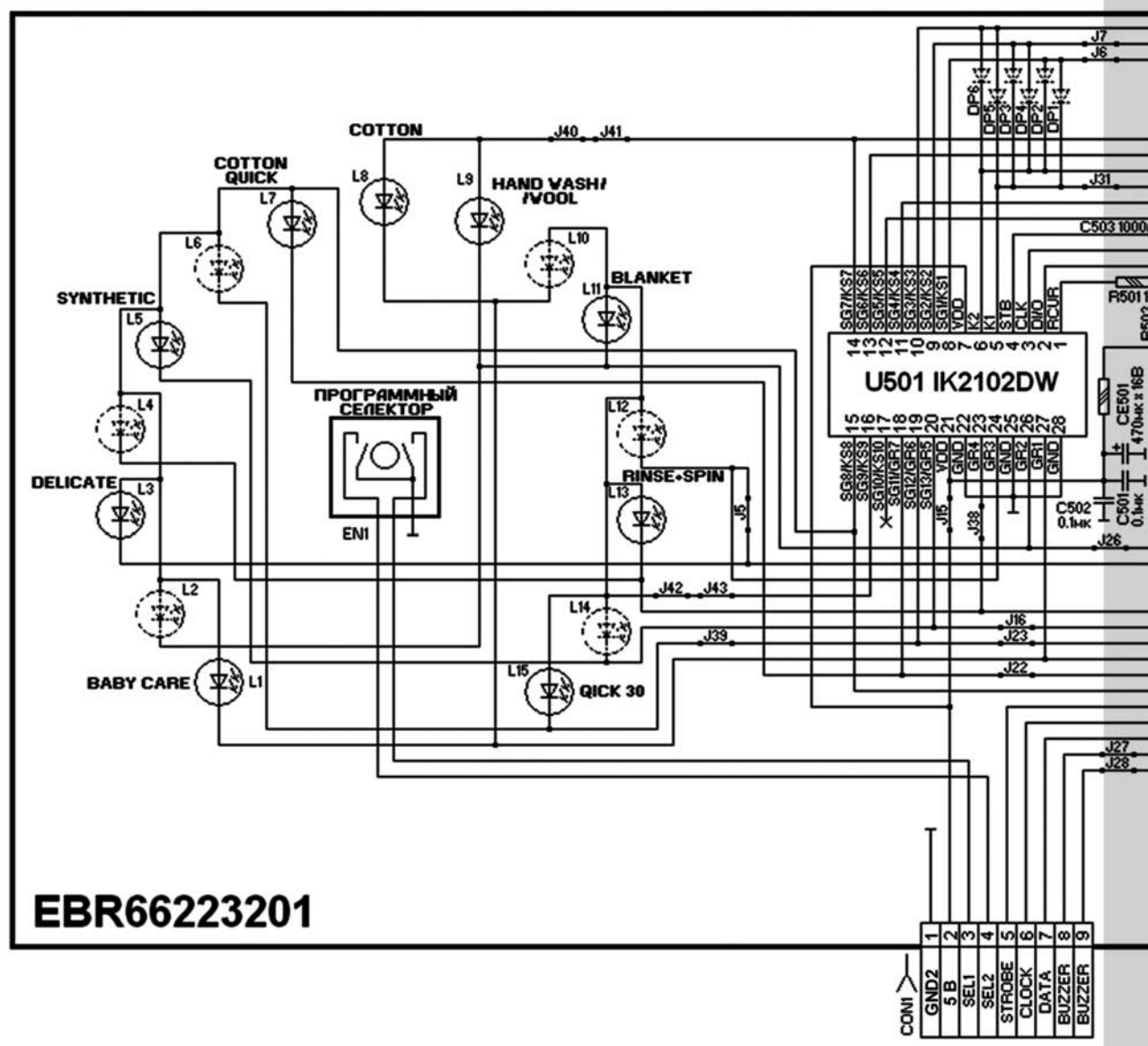


Рис. 4.1.5. Принципиальная электрическая

ИМС выполняет функцию защиты выходного каскада.

На модуле ПУ имеется выключатель питания, который через шлейф подключен к соединителю RD4 силового ЭМ. Этот выключатель коммутирует только логическую цепь включения СМ. В выключенном состоянии СМ сетевое питание на ИП поступает через резистор R74 (220 Ом). При нажатии кнопки POWER S/W (рис. 4.1.5) открывается оптрон U15 (рис. 4.1.6), сигнал с которого поступает через выв. 3, 14 транзисторной сборки U3 и далее — на выв. 63 МК U13. Реакцией МК на нажатие кнопки является переход микросхемы (и

всей СМ) из дежурного режима в рабочий. При этом включается реле X1 (по цепи выв. 64 U13 — выв. 1, 16 сборки U3 — обмотка реле X1) и его контакты шунтируют резистор R74. Одновременно МК через последовательную шину выдает команду на включение индикации на модуле ПУ. Реле X1 своими контактами замыкает ограничитель тока (R74) в первичной цепи ИП, тем самым источник переводится в режим повышенного энергопотребления (рабочий режим). Эта же контактная группа реле X1 включена последовательно в цепь питания ТЭН. Для замыкания цепи питания ТЭН кроме срабатывания реле X1 (реле

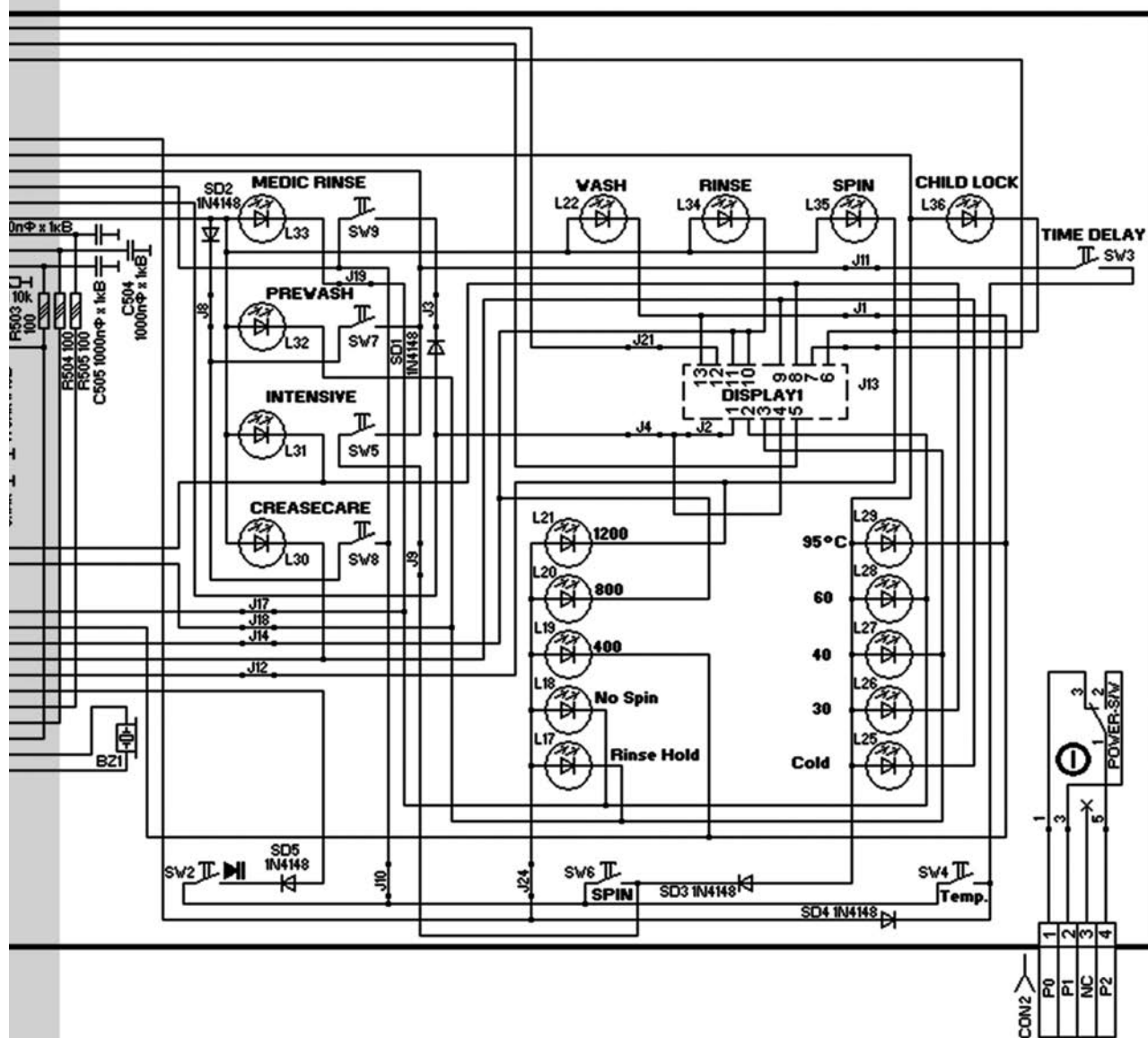


схема ЭМ ПУ (код EBR66223201)

POWER) также необходимо включение реле X2 (реле ТЭН) — см. описание ниже.

Рассмотрим цепи формирования и основных потребителей по каждому из выходных напряжений ИП.

Напряжение 9 В формируется выпрямителем D11 CE8 и поступает на следующие элементы:

- выходные каскады (в составе транзисторной сборки U3) управления обмотками всех реле;
- вход интегрального стабилизатора напряжения 5 В U14;
- на контакт 4 соединителя CN1 и контакт 2 BL6 (датчик скорости мотора).

Напряжение 12(1) В формируется выпрямителем D14 CE6 и поступает на следующие элементы:

- контактную группу реле X1 (POWER) (через реле коммутируется сетевая линия NA);
- силовые выводы (условно называемые A1) симисторов помпы (TR20) и клапанов залива воды (TR2-TR5);
- коллекторы фототранзисторов оптронов U5, U4 в цепях управления симисторами TR2, TR20 соответственно.

Напряжение 12(2) В формируется выпрямителем D12 CE9 и поступает на следующие элементы:

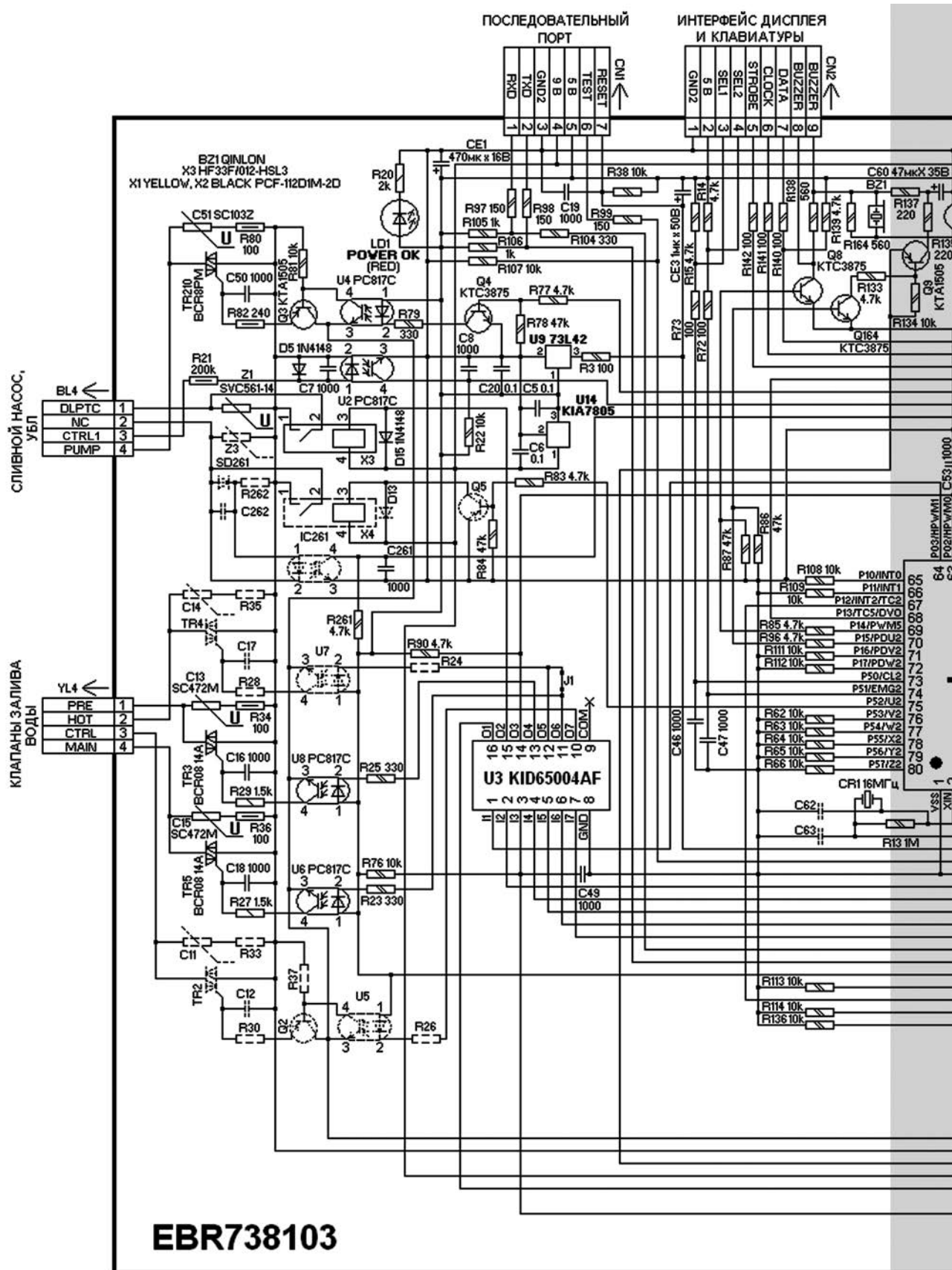


Рис. 4.1.6. Принципиальная электрическая

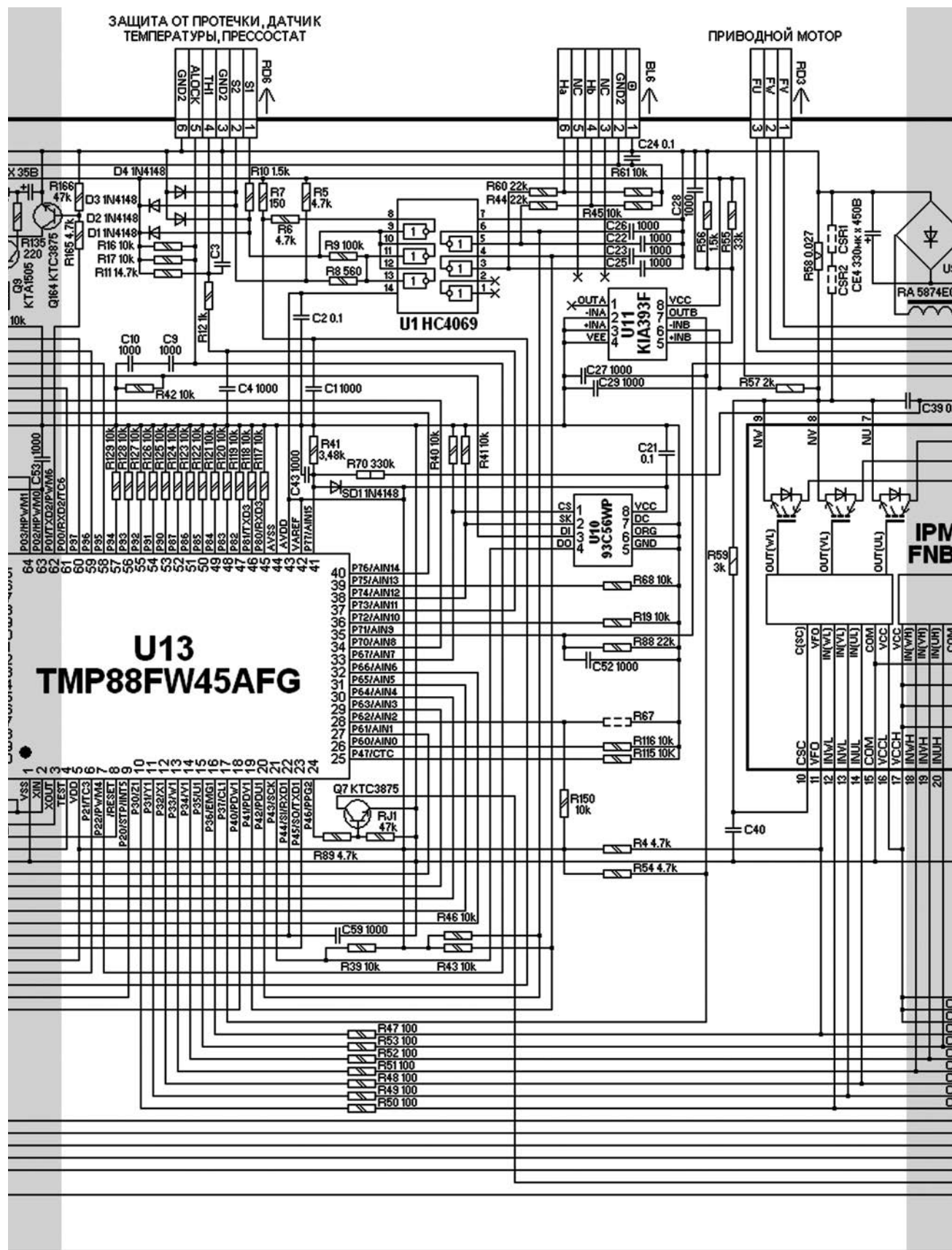
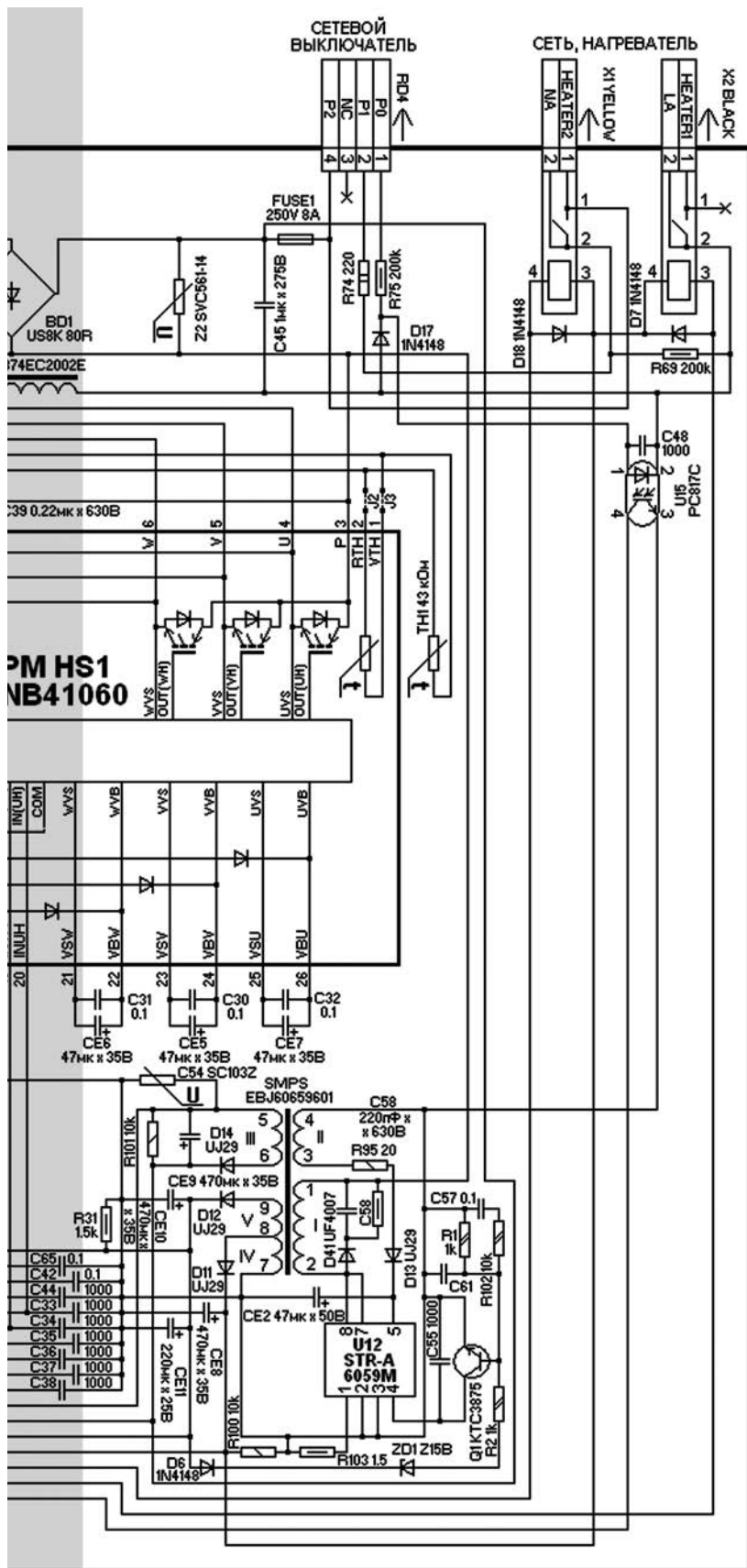


схема силового ЭМ (код EBR738103) (1/2)



Управление приводным мотором

В составе СМ используется 3-фазный бесколлекторный приводной мотор с инверторным управлением. Подобные моторы являются своеобразной «визитной карточкой» стиральных машин LG. В машинах с прямым приводом мотор состоит из постоянного магнита (ротора) и статора, в котором по окружности расположены 36 силовых катушек. Вал ротора крепится непосредственно к валу барабана и, по сути, является валом барабана СМ.

На рис. 4.1.9 показан разобранный мотор СМ LG с прямым приводом. На нем видны все составные части этого узла: ротор, статор, датчик скорости мотора на основе датчиков Холла.

По сравнению с классическими СМ с коллекторным приводным мотором в машинах с прямым приводом (как и 3-фазные моторы с инверторным управлением) применяется более сложная система управления мотором. Например, в похожей системе управления 3-фазными моторами в составе ЭМ ARCADIA (применяется в СМ производства Indesit Company, например, см. [3], [20] и главу 1.1) помимо основного МК дополнительно используется ЦСП (DSP). Инженеры компании LG при разработке СМ с прямым приводом пошли по пути оптимизации: ресурсов МК (как в нашем случае, типа TMP88FW45AFG) помимо других функций хватает и для управления мотором. Кроме того, выходные каскады на шести отдельных IGBT-транзисторах с сопутствующими цепями (как у других производителей) были заменены на силовые сборки, в состав которых входят выходные каскады и их драйверы. В СМ LG с прямым приводом для контроля работы мотора также используется датчик скорости приводного мотора на основе элементов Холла — с

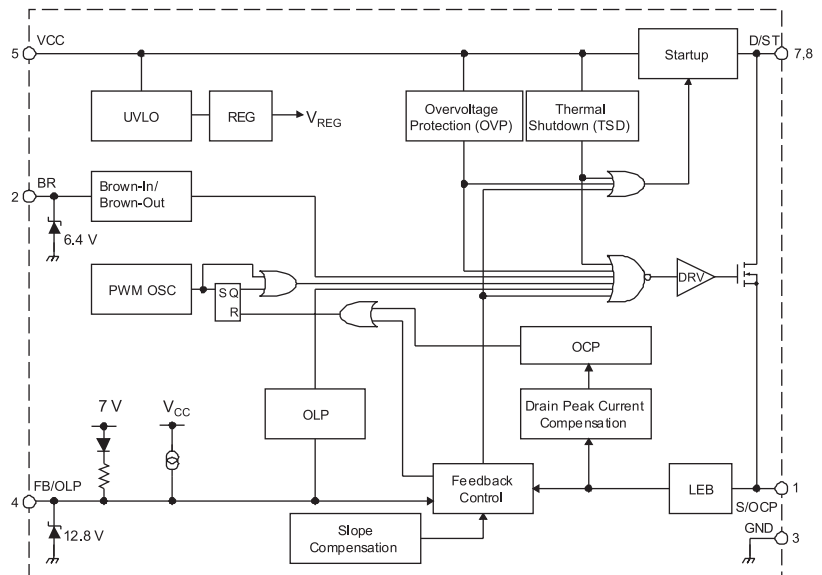


Рис. 4.1.7. Структурная схема микросхемы STR-A6059M

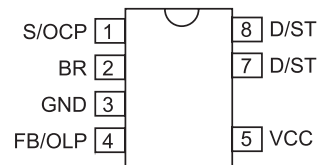


Рис. 4.1.8. Расположение выводов микросхемы STR-A6059M

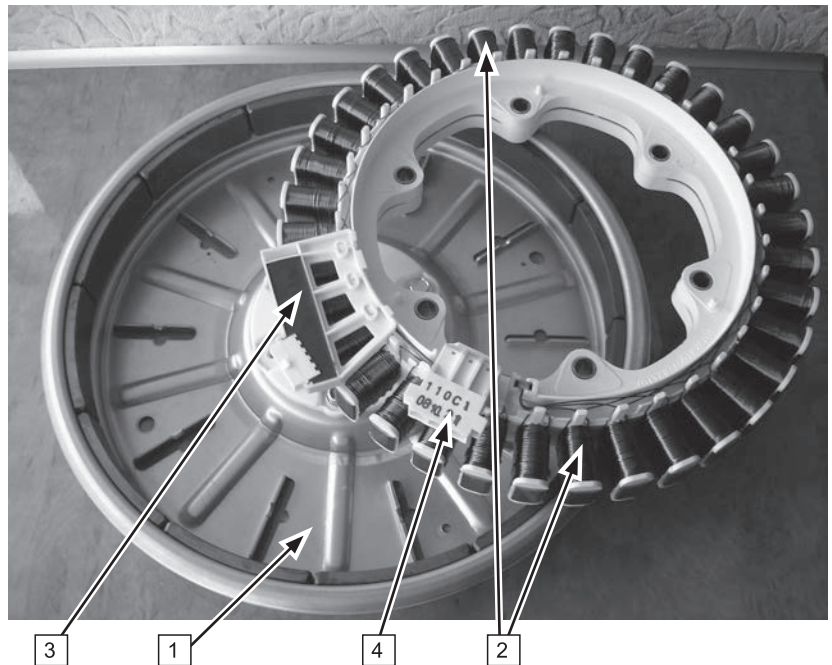


Рис. 4.1.9. Внешний вид основных компонентов мотора СМ LG с прямым приводом, где: 1 — ротор; 2 — статор; 3 — датчик скорости мотора (на основе элементов Холла); 4 — силовой соединитель, к которому подключены обмотки статора

помощью него можно не только контролировать скорость вращения барабана, но и направление его вращения.

Применительно к рассматриваемому модулю в состав узла управления мотора входят МК U13 (общее управление), силовая сборка HS1 (выходные каскады и драйверы), три инвертора из состава микросхемы U1 (буферные элементы в цепях датчиков Холла) и один компаратор из состава микросхемы U11 (цепь контроля тока через выходные каскады управления приводным мотором). Для обеспечения работы инвертора в ЭМ также используется накопительный дроссель RA, который обеспечивает:

- повышение коэффициента мощности;
- подавление паразитных высших гармоник;
- снижение влияния на силовые цепи бросков тока;
- уменьшение скорости нарастания токов короткого замыкания в выходных каскадах.

Общее управление мотором обеспечивает МК, применительно к функции управления приводным мотором, он обеспечивает:

- Формирование пар управляющих сигналов по каждому из 3-х каналов, поступающих на драйверы выходных каскадов в составе силовой сборки HS1. Сигналы формируются по следующим цепям (без скобок — для линий INL(LOW), а в скобках — INH(HIGH)):
 - выв. 10 (13) U13 — выв. 12 (18) HS1;
 - выв. 11 (14) U13 — выв. 13 (19) HS1;
 - выв. 12 (15) U13 — выв. 14 (20) HS1.
- Прием аварийного контрольного сигнала VFO (Fault Output, ошибка выхода) с силовой сборки по цепи: выв. 11 HS1 — выв. 16 U13. Данный сигнал формируется самой сборкой.
- Прием сигнала токовой перегрузки через выходные каскады в составе силовой сборки HS1 управления приводным мотором по цепи: R58 — R57 — выв. 6, 7 компаратора U11 — выв. 17 U13. Резистор R58 является измерительным, к нему подключены эмиттеры (выв. 7-9) трех транзисторов нижних плеч выходных каскадов силовой сборки, а другой вывод резистора подключен к общей шине канала 300 В. Если падение напряжения на резисторе превысит пороговый уровень (например, вследствие неисправности в одном из выходных каскадов или при коротком замыкании в нагрузке), на МК поступает аварийный сигнал, инициирующий блокировку работы мотора с одновременным формиро-

ванием соответствующего кода ошибки на ПУ СМ.

- Прием сигнала с одного из датчиков NTC контроля температуры корпуса силовой сборки HS1 (один датчик встроен в корпус сборки, а второй — внешний и крепится к радиатору сборки) по цепи: внешний NTC EP1 (или выв. 1, 2 HS1 (при замкнутых перемычках J2, J3)) — выв. 35 U13.
- Контроль скорости и направления вращения вала приводного мотора с помощью датчика скорости, выполненного на основе сборки из двух элементов Холла. Сигналы с датчиков поступают по следующим цепям:
 - датчик Hb — контакт 4 соединителя BL6 — R44 — выв. 5, 6 инвертора в составе микросхемы U1 — выв. 20 U13;
 - датчик Ha — контакт 6 соединителя BL6 — R60 — выв. 3, 4 U1 — выв. 19 U13.
- Контроль напряжения питания 300 В, поступающего на инверторные выходные каскады управления приводным мотором. Сигнал поступает по цепи: «+» вывод диодной сборки BD1 — R70 — выв. 41 U13.

Элементы управления исполнительными устройствами в составе СМ

Кроме узла управления приводным мотором рассмотрим подробнее другие элементы и цепи управления исполнительными устройствами СМ:

- **клапан отделения предварительной стирки (PRE):** выв. 29 МК U13 — выв. 4, 13 сборки U3 — R25 — оптрон U8 — R29 — симистор TR3 — контакт 1 соединителя YL4;
- **клапан отделения основной стирки (MAIN):** выв. 31 МК U13 — выв. 6, 11 сборки U3 — R23 — оптрон U6 — R27 — симистор TR5 — контакт 4 соединителя YL4. По этой же цепи обеспечивается управление **клапаном залива горячей воды (HOT)** (устанавливается опционально): выв. 31 МК U13 — выв. 6, 11 сборки U3 — перемычка J1 — R24 — оптрон U7 — R28 — симистор TR4 — контакт 2 соединителя YL4. Клапан HOT параллельно управляется еще по одной цепи (при снятой перемычке J1): 30 МК U13 — выв. 5, 12 сборки U3 — R24 — оптрон U7 — R28 — симистор TR4 — контакт 2 соединителя YL4;
- **резервный канал управления симистором (CTRL)** (компоненты устанавливаются опцио-

- нально): выв. 32 МК U13 — выв. 7, 10 сборки U3 — R26 — оптрон U5 — транзистор Q2 — R30 — симистор TR2 — контакт 3 соединителя YL4;
- **помпа (PUMP)**: выв. 61 МК U13 — R77 — Q4 — R79 — оптрон U4 — Q3 — R82 — симистор TR20 — контакт 4 соединителя BL4;
 - **УБЛ**: выв. 27 МК U13 — выв. 2, 15 сборки U3 — обмотка и контактная группа реле X3 — контакт 1 (DLPTC) соединителя BL4;
 - **резервный канал управления реле (NC)** (компоненты устанавливаются опционально): выв. 75 МК U13 — R83 — Q5 — обмотка и контактная группа реле X4 — контакт 2 соединителя BL4;
 - **реле POWER X1**: выв. 64 МК U13 — выв. 1, 16 сборки U3 — обмотка и контактная группа реле X1;
 - **реле ТЭН X2**: выв. 24 МК U13 — транзистор Q7 — обмотка и контактная группа реле X2;
 - два **звуковых излучателя BUZZER** (первый установлен на ЭМ ПУ, а второй — на силовом модуле). Излучатели управляются с выв. 62, 69, 70 U13 через буферные каскады на транзисторах Q8, Q9, Q164, Q165;
 - **элементы индикации на ЭМ ПУ**. Они управляются с помощью линий последовательного интерфейса, выведенных на соединитель CN2 (линии STROBE, CLOCK, DATA с выв. 58, 59, 60 U13) (рис. 4.1.6). В свою очередь, на модуле ПУ эти линии соединены через соединитель CON1 с соответствующими выводами многофункциональной микросхемы U501 (рис. 4.1.5) — выв. 4 (STB, STROBE), выв. 3 (CLK, CLOCK) и выв. 2 (DI/O, DATA).

Элементы контроля и измерительные цепи

В составе СМ имеются элементы и цепи, «отвечающие» не только за контроль параметров стирки, но и за работоспособность некоторых функциональных узлов в составе ЭМ: датчика температуры воды в баке, прессостата (датчик уровня воды), датчика протечки, контактной группы срабатывания УБЛ, элементов цепей функционального управления и индикации в составе ПУ, цепей управления приводным мотором (см. выше), цепи детектора напряжения U9 и других узлов.

- Рассмотрим эти элементы и цепи подробнее:
- **цепь датчика температуры NTC** контроля воды в баке: контакт 4 (TH1) соединителя RD6 — R12 — выв. 37 МК U13;
 - **цепь датчика протечки воды в поддон (AQUA LOCK S/W)**: контакт 5 (ALOCK) соединителя RD6 — выв. 7 МК U13;
 - **резервная контрольная цепь** (опционально): контакт 2 (NC) соединителя BL4 — оптрон IC261 — выв. 40 МК U13;
 - **цепь контроля УБЛ**: контакт 3 (CTRL1) соединителя BL4 — R21 — оптрон U2 — выв. 34 МК U13. Контактная группа УБЛ коммутирует сетевую линию NA (NEUTRAL) на цепи питания помпы и клапанов залива воды;
 - **селектор программ**. Селектор выполнен на основе импульсного (пошагового) энкодера, который обеспечивает определение направления и углового перемещения его ручки. Внешний вид подобного энкодера показан на рис. 4.1.10.

В составе пошагового энкодера имеются две контактные группы, срабатывание одной из них сообщает о направлении вращения ручки. Энкодер формирует короткие импульсы, появление каждого из которых соответствует повороту ручки устройства на определенный фиксированный угол (значение угла определяется техническими возможностями энкодера). Приемником является счетное устройство (в нашем случае МК), которое подсчитывает количество импульсов и преобразует их в угол поворота ручки. Сигналы с



Рис. 4.1.10. Внешний вид импульсного энкодера, применяемого в качестве селектора программ в составе СМ LG

энкодера SEL поступают с ЭМ ПУ (в скобках дана цепь для второго канала) по цепям: селектор EN1 (рис. 4.1.5) — контакт 3 (4) (SEL1 (SEL2)) соединителя CON1 — контакт 3 (4) соединителя CN2 (рис. 4.1.6) — R73 (R72) — выв. 73 (74) МК U13.

— **прессостат**. В СМ LG в качестве прессостатов применяются так называемые индуктивные датчики уровня воды. Из их названия ясен тип датчика — это преобразователь «давление/индуктивность». Подключение индуктивного датчика уровня и его конструкцию поясняет рис. 4.1.11.

Конструктивно индуктивный датчик уровня состоит из катушки и подпружиненного магнитного сердечника, который может перемещаться вдоль оси катушки при деформации диафрагмы, воспринимающей изменение давления. Изменение положения сердечника приводит к изменению индуктивности L катушки датчика. В большинстве СМ LG катушка датчика подключена к схеме из трех инверторов (в нашем случае — это инверторы в составе микросхемы U1 на ЭМ), которые представляют собой простейший LC-генератор. Относительно большая индуктивность датчика (соответственно, низкая частота генератора — десятки кГц) также выбрана не случайно. Это связано с тем, чтобы длинные соединительные провода между датчиком и ЭМ имели минимальное влияние на частоту генератора. Частота генератора и уровень воды в баке являются обратно пропорциональными величинами.

Катушка прессостата подключена к конт. 1, 2 (S1, S2) соединителя PD6 (рис. 4.1.6). Сигнал на выходе LC-генератора снимается с точки соединения резисторов R6, R7 и далее поступает на выв. 67 U13 для измерения частоты и, соответственно, оценки уровня воды в баке.

— **детектор напряжения** U9 (см. выше). Эта микросхема формирует сигнал начального сброса на выв. 8 (RESET) U13 в момент подачи питания (линия 5 В) и при снижении уровня питающего напряжения ниже 4,2 В (так называемый «аварийный рестарт»).

К сожалению, в рассматриваемом ЭМ отсутствуют цепи контроля управления важными компонентами в составе СМ, традиционно реализуемых в ЭМ многих других производителей — помпой и ТЭН. В рассматриваемом модуле проверка их работоспособности обеспечивается косвенно — с помощью прессостата и датчи-

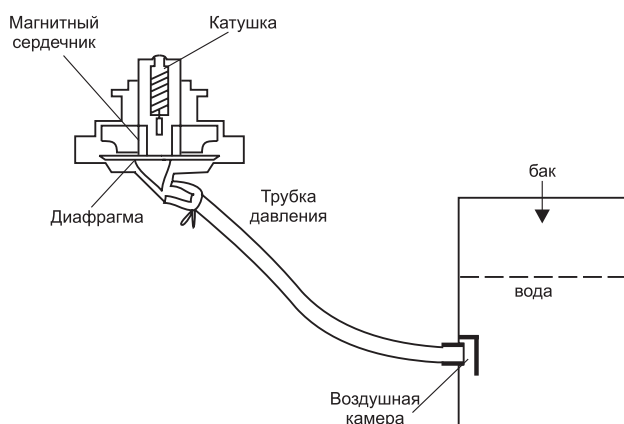


Рис. 4.1.11. Подключение индуктивного датчика и принцип его работы

ка температуры, что не лучшим образом может отразиться на безопасности эксплуатации СМ.

Микроконтроллер

В ЭМ применяется МК типа TMP88FW45AFG производства TOSHIBA CORPORATION. Эта микросхема входит в семейство 8-битных МК серии TLC8-870/X и специально была разработана для СМ с 3-фазными приводными моторами с инверторным управлением. Она выполнена в 80-контактном корпусе QFP80-P-1420-0.80В.

МК обладает следующими отличительными особенностями:

- 8-битное процессорное ядро;
- 3 внешних последовательных интерфейса;
- 71 линия универсальных портов ввода/вывода;
- 8-битный высокоскоростной ШИМ;
- 10-битный 16-канальный АЦП;
- набор 8- и 16-разрядных таймеров;
- 2-канальный программируемый драйвер мотора;
- ПЗУ (Flash) объемом 122880 бит;
- максимальная частота внешнего кварцевого резонатора 20 МГц;
- ОЗУ объемом 4224 бит.

Питается МК напряжением 5 В от стабилизатора U14 (KIA7805), частота тактового генератора стабилизирована внешним кварцевым резонатором CR1 частотой 16 МГц. Сигнал начального сброса для МК формируется специализированной микросхемой детектора напряжения U9. Обозначение и назначение выводов МК TMP88FW45AFG приведено в таблице 4.1.2.

Таблица 4.1.2. Назначение выводов МК TMP88FW45AFG.

Номер вывода	Обозначение	Назначение применительно к схеме ЭМ
1	VSS	Общий (GND2)
2	XIN	Выводы подключения внешнего кварцевого резонатора CR1 (16 МГц)
3	XOUT	
4	TEST	Соединен с конт. 6 (TEST) соединителя CN1 (используется для подключения внешнего программатора)
5	VDD	Питание 5 В
6	P21/TC3	Не используется. Соединен с общим проводом (GND2) через резистор 10 кОм
7	P22/PWM4/ PDO4TC4/ INT4	Вход сигнала с датчика протечки AQUA LOCK S/W. Соединен с конт. 5 (ALOCK) соединителя PD6
8	/RESET	Вход сигнала начального сброса RESET, формируемого детектором напряжения U9. В режиме программирования Flash-памяти на этот вывод поступает сигнал с внешнего программатора (через конт. 7 соединителя CN1)
9	P20/STOP/ INT5	Не используется. Соединен с общим проводом (GND2) через резистор 10 кОм
10	P30/Z1	Выход сигнала управления на драйвер выходного каскада управления приводным мотором (выв. 12 (INWL) силовой сборки HS1)
11	P31/Y1	Выход сигнала управления на драйвер выходного каскада управления приводным мотором (выв. 13 (INVL) силовой сборки HS1)
12	P32/X1	Выход сигнала управления на драйвер выходного каскада управления приводным мотором (выв. 14 (INUL) силовой сборки HS1)
13	P33/W1	Выход сигнала управления на драйвер выходного каскада управления приводным мотором (выв. 18 (INWH) силовой сборки HS1)
14	P34/V1	Выход сигнала управления на драйвер выходного каскада управления приводным мотором (выв. 19 (INVH) силовой сборки HS1)
15	P35/U1	Выход сигнала управления на драйвер выходного каскада управления приводным мотором (выв. 20 (INUH) силовой сборки HS1)
16	P36/EMG1	Прием аварийного контрольного сигнала VFO (Fault Output, ошибка выхода) с выв. 11 силовой сборки HS1
17	P37/CL1	Вход сигнала токовой перегрузки через выходные каскады в составе силовой сборки HS1 (сигнал снимается с резистора R58 и далее поступает через компаратор в составе U11)
18	P40/PDW1	Вход сигнала с датчика скорости мотора (датчик Холла) (с конт. 6 (Ha) соединителя BL6 через инвертор в составе U1)
19	P41/PDV1	Не используется. Соединен с общим проводом (GND2) через резистор 10 кОм
20	P42/PDU1	Вход сигнала с датчика скорости мотора (датчик Холла) (с конт. 5 (Hb) соединителя BL6 через инвертор в составе U1)
21	P43/SCK	Вход сигналов данных 3-проводной шины связи с ЭСППЗУ (соединен с выв. 4 U10 (D0))
22	P44/BOOT/SI/ RXD1	Вход приема данных с внешнего программатора в режиме программирования Flash-памяти (через конт. 1 (RXD) соединителя CN1)
23	P45/SO/TXD1	Выход передачи данных на внешний программатор в режиме программирования Flash-памяти (через конт. 2 (TXD) соединителя CN1)
24	P46/PPG2	Выход управления реле ТЭН X2 (через транзистор Q7)
25	P47/CTC	Не используются. Каждый соединен с общим проводом (GND2) через резистор 10 кОм
26	P60/AIN0	
27	P61/AIN1	Выход управления реле УБЛ X3 (через выв. 2, 15 сборки U3)
28	P62/AIN2	Не используется. Соединен с линией 5 В через резистор 10 кОм
29	P63/AIN3	Выход управления клапаном предварительной стирки (через выв. 4, 13 сборки U3, оптрон U8 и симистор TR3)
30	P64/AIN4	Выход управления клапаном залива горячей воды (через выв. 5, 12 сборки U3, оптрон U7 и симистор TR4) — все компоненты устанавливаются опционально
31	P65/AIN5	Выход управления клапаном основной стирки (через выв. 6, 11 сборки U3, оптрон U6 и симистор TR5). При замкнутой перемычке J1 параллельно подключается управляющая цепь клапана горячей воды (см. рис. 4.1.6)
32	P66/AIN6	Выход управления резервным каналом управления симистором TR2 (через выв. 7, 10 сборки U3, оптрон U5 и симистор TR2) — все компоненты устанавливаются опционально
33	P67/AIN7/ DBOUT1	Выход выбора кристалла (CS) шины связи с ЭСППЗУ (соединен с выв. 1 U10)
34	P70/AIN8	Вход контроля срабатывания силовой контактной группы УБЛ (с конт. 3 (CTRL1) соединителя BL4 через оптрон U2)
35	P71/AIN9	Вход сигнала с одного из датчиков (NTC) контроля температуры корпуса силовой сборки HS1
36	P72/AIN10	Не используется. Соединен с общим проводом (GND2) через резистор 10 кОм

Таблица 4.1.2. Назначение выводов МК TMP88FW45AFG (окончание)

Номер вывода	Обозначение	Назначение применительно к схеме ЭМ
37	P73/AIN11	Вход сигнала с датчика (NTC) контроля температуры воды в баке
38	P74/AIN12	Линия синхронизации 3-проводной шины связи с ЭСППЗУ (соединен с выв. 2 U10 (SK))
39	P75/AIN13	Не используется. Соединен с общим проводом (GND2) через резистор 10 кОм
40	P75/AIN14	Вход с резервной контрольной цепи (компоненты устанавливаются опционально): (с конт. 2 (NC) соединителя BL4 через оптрон IC261)
41	P77/AIN15/ DBOUT2	Вход контроля напряжения питания 300 В, поступающего на инверторные выходные каскады управления приводным мотором
42	VAREF	Питание 5 В
43	AVDD	
44	AVSS	
45-57	P80-P87, P90-P94	Не используются. Каждый соединен с общим проводом (GND2) через резистор 10 кОм
58	P95	Линия STROBE последовательной шины связи с ЭМ ПУ (микросхемой U501) (рис. 4.1.5). Сигнал выведен на конт. 5 соединителя CN2
59	P96	Линия CLOCK последовательной шины связи с ЭМ ПУ (микросхемой U501). Сигнал выведен на конт. 6 соединителя CN2
60	P97	Линия DATA последовательной шины связи с ЭМ ПУ (микросхемой U501). Сигнал выведен на конт. 7 соединителя CN2
61	P00/RXD2/TC6	Выход управления помпой (через транзисторы Q4, Q3, оптрон U4 и симистор TR20)
62	P01/TXD2/ PDO6/PWM6/ PPG6	Выход управления звуковым излучателем BUZZER (через транзистор Q165)
63	P02/HPWM0	Вход сигнала POWER с сетевого выключателя POWER S/W ЭМ ПУ (рис. 4.1.5) (через соединитель PD4, оптрон U15 и выв. 3, 14 сборки U3 — см. рис. 4.1.6)
64	P03/HPWM1	Выход управления реле POWER X1 (через выв. 1, 16 сборки U3)
65	P10/INT0	Не используются. Каждый из выводов соединен с общим проводом (GND2) через резистор 10 кОм
66	P11/INT1	
67	P12/TC1/INT2	Вход сигнала с прессостата (LC-генератор собран на инверторах в составе U1)
68	P13/TC5/DVO	Выход сигналов данных 3-проводной шины связи на ЭСППЗУ (соединен с выв. 3 U10 (D0))
69	P14/PWM5/ PDO5/PPG1	Выход управления звуковым излучателем BUZZER (через транзистор Q8)
70	P15/PDU2	Выход управления звуковым излучателем BUZZER (через транзистор Q164)
71	P16/PDV2	Не используются. Каждый из выводов соединен с общим проводом (GND2) через резистор 10 кОм
72	P17/PDW2	
73	P50/CL2	Вход SEL1 с энкодера в составе ЭМ ПУ
74	P51/EMG2	Вход SEL2 с энкодера в составе ЭМ ПУ
75	P52/U2	Выход управления резервным реле X4 (через транзистор Q5) — все компоненты устанавливаются опционально
76-80	P53-P57	Не используются. Каждый соединен с общим проводом (GND2) через резистор 10 кОм

Необходимо отдельно сказать о программировании МК и возможности его тиражирования — на сегодняшний момент времени пока ни одному специалисту по ремонту бытовой техники не удалось считать данные Flash-памяти в составе МК (соответственно, тиражирование данных МК также находится под вопросом).

Соединитель CN1 (рис. 4.1.6) необходим для двух целей: управления одной из опций ПУ, а также для однократного программирования МК на этапе производства (его повторное использование с целью инженерного программирования невозможно).

ЭСППЗУ

В ЭМ используется микросхема ЭСППЗУ типа 93C56WP. Она имеет 2 кбит памяти и соединена с МК следующими линиями: CS (выв. 1 U10, выбор кристалла, соединен с выв. 33 U13), SK (выв. 2 U10, синхронизация, соединен с выв. 38 U13), DI (выв. 3 U10, прием данных, соединен с выв. 68 U13), DO (выв. 4 U10, передача данных, соединен с выв. 21 U13).

ИМС ЭСППЗУ используется для хранения временных данных, необходимых МК в ходе эксплуатации СМ. Это, в частности, могут быть, зафиксированные коды ошибок и др. Указанные данные не являются критичными, поэтому даже

при обнулении содержимого ЭСППЗУ или при замене микросхемы это не повлияет на работоспособность СМ.

Коды маркировки SMD-компонентов в составе ЭМ

В таблице 4.1.3 приведены коды маркировки SMD-транзисторов в составе СМ.

Таблица 4.1.3. Коды маркировки SMD-компонентов в составе СМ

Код маркировки	Тип элемента	Основные параметры
AL	Биполярный транзистор КТС3875 (корпус SOT-23-3)	n-p-n, $U_{кэ}=50$ В, $I_{к}=150$ мА
AZO, AZY, AZG	Биполярный транзистор КТА1505 (корпус SOT-23-3)	p-n-p, $U_{кэ}=35$ В, $I_{к}=500$ мА

Особенности ремонта ЭМ

Рассматриваемый силовой ЭМ, как и большинство подобных модулей, применяемых в СМ LG, размещены в пластмассовом кожухе и залиты силиконовым герметиком (за исключением модулей ПУ). Естественно, когда возникает необходимость в ремонте ЭМ, герметик затрудняет доступ к электронным компонентам. Эту проблему решают путем извлечения ЭМ из кожуха с последующим удалением герметика с платы.

Упрощенно подобный процесс можно разбить на следующие этапы:

- по внутреннему периметру кожуха небольшой плоской отверткой очищают по краям плату ЭМ от герметика;
- тонкой отверткой углубляют канавку по периметру платы в промежутке между ней и кожухом;
- в одном из углов (лучше в точке рядом с силовым дросселем) вставляют плоскую отвертку между платой и кожухом. Аккуратно приподнимают угол и постепенно извлекают всю плату в направлении от дросселя до противоположной узкой стороны. При выполнении операций по извлечению ЭМ и удалению с

него герметика главное — это соблюдать осторожность, чтобы не повредить модуль и электронные компоненты на нем;

- осторожно удаляют герметик с платы в местах, где это необходимо.

Опытные специалисты, уже зная по признакам неисправности ее причину, не удаляют весь герметик с ЭМ, а обеспечивают доступ только к его определенным областям. Зачастую может даже не потребоваться извлечение ЭМ из кожуха — например, при необходимости, с обратной стороны в кожухе вырезают отверстие и в этом месте с платы удаляют герметик.

Характерные неисправности ЭМ и способы их устранения

Рассмотрим характерные неисправности ЭМ (его разновидностей) и способы их устранения.

Примечание. На ПУ СМ с рассматриваемым ЭМ отсутствует светодиодный дисплей, поэтому индикация кодов ошибок отображается свечением определенной комбинации функциональных светодиодов панели управления. Существуют похожие по компоновке разновидности данного ЭМ (но с цифровым индикатором на ПУ), на которых коды ошибок отображаются с помощью буквенно-цифровой комбинации. Для удобства обозначения кодов ошибок в описании будут приводиться именно в буквенно-цифровом виде, «перевод» указанных кодов в комбинации свечения функциональных индикаторов выполнить несложно. Это сделано намеренно, чтобы охватить похожие по компоновке разновидности ЭМ.

СМ не включается, горит индикаторный светодиод на ЭМ

При признаках подобной неисправности в первую очередь проверяют цепь сигнала POWER — поступает ли он после нажатия сетевого выключателя POWER S/W на выв. 63 U13 (через оптрон U15 и выв. 3, 14 сборки U3). Если все в норме, проверяют канал питания 9 В (поступает ли указанное напряжение на обмотку реле X1), а также цепь управления реле X1 (см. описание выше). В большинстве случаев бывает достаточно проверить указанные цепи. В худшем случае может быть неисправен МК U13 (не мешает также проверить U9, кварцевый резонатор CR1 и уровень напряжения в канале 5 В).

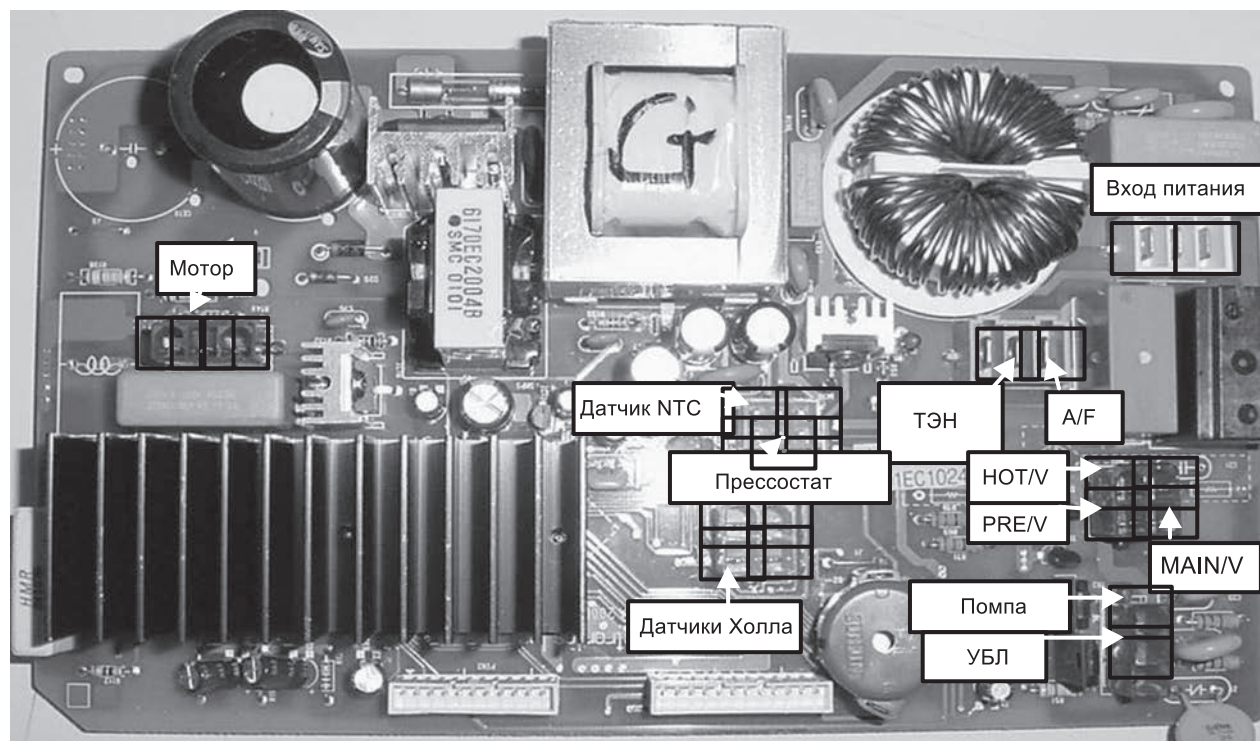


Рис. 4.1.12. Внешний вид одной из разновидностей ЭМ с управлением УБЛ через оптрон и внешние соединители модуля

Также при похожих симптомах неисправности причина может быть связана с утечкой между цепью выключателя POWER S/W и другими цепями в составе ЭМ ПУ — достаточно лишь промыть эту плату от загрязнений.

СМ включается. В процессе работы (или ожидаемой работы) мотора на индикаторе появляется ошибка LE (Motor Locked Error, блокировка мотора)

Чаще всего подобная неисправность вызвана дефектом датчиков Холла (контроль вращения приводного мотора) и их цепей на ЭМ (см. описание выше). В этом случае обычно бывает достаточно проверить/заменить на блоке датчиков токоограничительные SMD-резисторы (330 Ом). Предварительно нужно удалить компанд на блоке датчиков, чтобы получить доступ к указанным резисторам.

СМ не включается. На ЭМ перегорает резистор R74 (220 Ом), расположенный рядом с силовым дросселем (в других версиях модулей указанный резистор может быть обозначен как R205)

Данный резистор стоит последовательно в цепи питания ИП и шунтируется контактными группами реле X1 в рабочем режиме. Чаще всего

резистор выходит из строя из-за пробоя ТЭН или неисправности силовой сборки HS1.

СМ включается. Не работает мотор. На ПУ отображается ошибка PF (Power Failure, ошибка питания)

Подобный дефект чаще всего бывает связан с отсутствием питания 300 В на силовой сборке HS1. Вначале проверяют целостность предохранителя FUSE1 (8...10 А) (расположен рядом дросселем и с конденсатором CE4), а затем — исправность компонентов в контрольной цепи BD1(+ вывод, выв. 3 HS1) — R70 — выв. 41 U13.

СМ включается. В процессе работы (или ожидаемой работы) мотора на индикаторе появляется ошибка CE (Current Error, перегрузка по току). Предохранитель FUSE1 цел

Подобная неисправность возникает из-за перегрузки (повышенного тока) в одном из выходных каскадов (в составе HS1) или вследствие дефекта в контрольной цепи (резистор R58 — R57 — выв. 6, 7 компаратора U11 — выв. 17 U13). В этом случае чаще всего бывает достаточно заменить сборку HS1. Также необходимо проверить целостность обмоток мотора (межвитковые замыкания).

СМ включается. На ПУ отображается ошибка dE (Door Open Error, открыта дверца люка), хотя на самом деле дверца закрыта. УБЛ и его цепи управления исправны

В подобном случае в первую очередь проверяют исправность оптрона U2, а также элементы в его цепи (конт. 3 (CTRL1) соединителя BL4 — R21 — оптрон U2 — выв. 34 МК U13). Данный оптрон достаточно часто выходит из строя (чаще, чем все остальные оптроны) вследствие того, что в рабочем цикле СМ он постоянно открыт и тем самым достаточно быстро вырабатывается его ресурс (выходит из строя светодиод в его составе).

СМ включается. Не срабатывает УБЛ (для версий ЭМ, где в цепи управления УБЛ включены симистор и оптрон)

Версии ЭМ с оптронами в цепях управления силовыми компонентами достаточно широко распространены и чаще всего «слабым» звеном в цепи управления УБЛ также оказывается именно оптрон. Приведем данную цепь для одной из версий ЭМ: выв. 35 МК IC17 (TMP88CK48) — выв. 7, 10 сборки IC6 (ULN2004, KID65004) — оптрон IC7 — транзистор Q7 (KTA1505) — симистор TR1 — УБЛ. Внешний вид одной из версий подобного ЭМ, а также его внешние подключения показаны на рис. 4.1.12.

Часть 5

Электронные модули стиральных машин АТЛАНТ

Внимание! Копирование и размещение данных материалов на Web-сайтах и других СМИ без письменного разрешения редакции преследуется в административном и уголовном порядке в соответствии с Законом РФ.

Глава 5.1. Электронные модули «Invensys AT003» стиральных машин АТЛАНТ 7-й серии

Общие сведения

В этой главе описываются ЭМ «Invensys AT003» (заказной код 908081400080), которые применяются в 7-й серии бюджетных СМ АТЛАНТ — 45У87, 50У(С)87, 60 У(С)87/107 и др. (серия определяется по последней цифре в названии СМ). Также имеется еще одна разновидность ЭМ, называемая «Invensys AT003-01».

Все разновидности ЭМ внешне почти не отличаются, главные отличия заключаются в ПО и конфигурационных данных, записанных во внутреннюю Flash-память МК.

На рис. 5.1.1 показан внешний вид ЭМ «Invensys AT003».

ЭМ «Invensys AT003» применяется в целой серии бюджетных моделей СМ, одной из компоновочных особенностей подобных модулей является совмещение компонентов ПУ и ЭМ на одной

плате. На ЭМ, кроме МК, элементов и цепей управления основными силовыми узлами в составе СМ также установлен селектор программ (совмещен с выключателем сетевого питания), функциональные кнопки и светодиодные элементы индикации ПУ.

Программирование ЭМ «Invensys AT003» (а точнее, энергонезависимой Flash-памяти в составе МК STM8S207S8) производят с помощью специализированных программаторов через 1-проводный отладочный интерфейс SWIM (Single Wire Interface Module) — контактные площадки этого интерфейса выведены на печатную плату ЭМ. Модуль также можно программировать другими способами (см. описание ниже).

В состав ЭМ входят следующие основные элементы и узлы:

- МК универсального применения STM8S207S8 производства STMicroelectronics с расширенными функциональными возможностями по

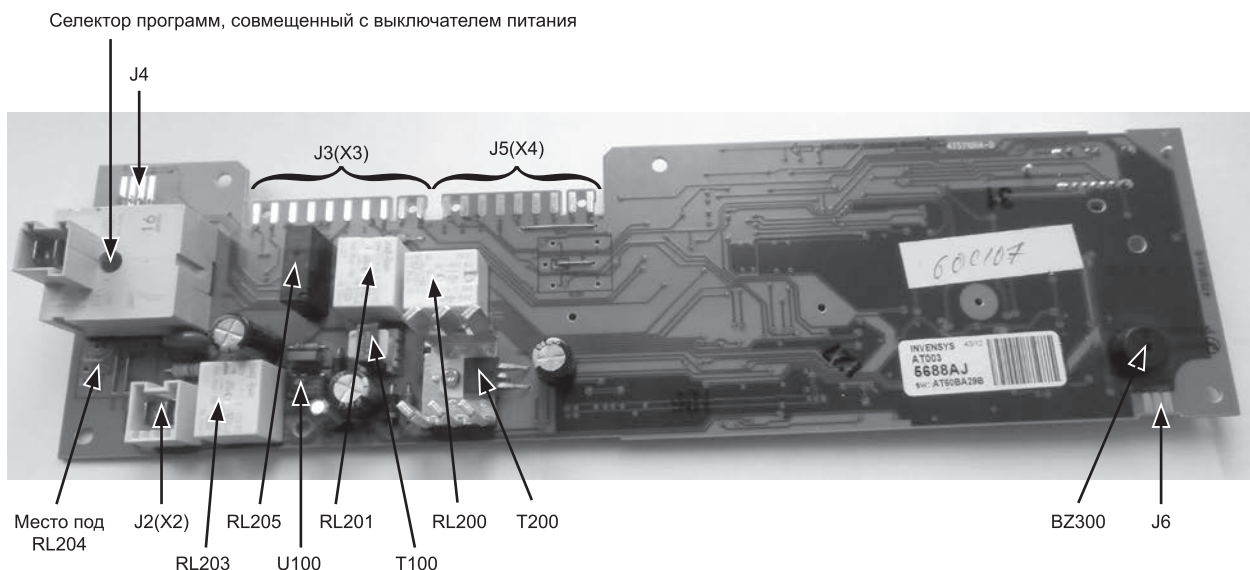


Рис. 5.1.1. Внешний вид ЭМ «Invensys AT003»

- сравнению с другими МК, применяемыми в ЭМ других производителей (семейства H8/300 (RENESAS), HCS08 (FREESCALE), 78K/0S (NEC), ATMEGA 32/644 (ATMEL) и др.);
- ПУ (функциональные кнопки, селектор программ, светодиодные индикаторы);
 - импульсный ИП, формирует постоянные напряжения 5 и 12 В. Источник выполнен на основе ШИМ контроллера типа LNK363PN;
 - три микросхемы синхронных сдвиговых регистров 74HC595, которые используются в цепях индикации ПУ;
 - электронные реле и симисторы, которые используются для управления силовыми исполнительными компонентами в составе СМ: приводным мотором, УБЛ, ТЭН, сливной помпой, клапанами залива воды.

Описание основных элементов и узлов электронного модуля

Рассмотрим состав и работу основных элементов ЭМ.

На рис. 5.1.2 приведена принципиальная электрическая схема ЭМ «Invensys AT003», а на рис. 5.1.3 — схема подключения к ЭМ внешних компонентов и узлов в составе СМ.

Источник питания

ИП в составе ЭМ формирует питающие напряжения 5 и 12 В. Напряжение 5 В используется для питания МК U1, сдвиговых регистров U300-U302, других элементов и цепей, а 12 В — транзисторных ключей, нагрузками которых являются обмотки реле RL200-RL205 (некоторые из них устанавливаются опционально — см. описание ниже).

Источник построен по схеме импульсного обратного преобразователя. Его основой является контроллер семейства LinkSwitch-XT LNK363 производства Power Integrations. Особенностью данной ИМС является то, что в ИП на ее основе в трансформаторе не нужна дополнительная обмотка для питания ИМС и обеспечения обратной связи. ИП может работать при изменении сетевого напряжения в диапазоне 85...265 В.

ИМС семейства LinkSwitch-XT включают в себя: силовой МОП транзистор ($U_D=700$ В,

$I_D=400$ мА, $R_{DS\ ON}=29$ Ом), тактовый генератор, автоматическую систему перезапуска (в том числе, схему начального пуска от высокого входного напряжения), встроенный стабилизатор напряжения 5,8 В, системы ограничения тока через выходной транзистор и защиты кристалла от перегрева и др. ИМС обеспечивает работу преобразователя на частоте до 132 кГц, максимальная мощность, отдаваемая в нагрузку, составляет около 4,7 Вт. Контроллер LNK363 обеспечивает работу ШИМ с девиацией несущей порядка 16 кГц, что позволило уменьшить размеры импульсного трансформатора и исключить звуковые помехи.

Структурная схема ИМС приведена на рис. 5.1.4, а назначение ее выводов — в таблице 5.1.1.

Таблица 5.1.1. Назначение выводов микросхемы LNK363

Номер вывода	Обозначение	Назначение
1, 2, 7, 8	S (SOURCE)	Выводы соединены с общим проводом схемы управления в составе микросхемы и с истоком силового МОП транзистора
3	BP (BYPASS)	Вывод подключения внешнего блокировочного конденсатора для обеспечения работы внутреннего стабилизатора напряжения (5,8 В)
4	FB (FEETBACK)	Вход сигнала обратной связи
5	D (DRAIN)	Сток внутреннего силового МОП транзистора. Через этот вывод также питается логическая часть микросхемы

В состав ИП входят следующие основные компоненты:

- входная цепь ограничения по напряжению и току VR100 R102;
- сетевой выпрямитель D100 C100;
- контроллер U100;
- импульсный трансформатор T100;
- выходные выпрямители D103 C103 D104 C102;
- элементы цепи обратной связи D102 D105 R100 R104 R105 Q100;
- демпферная цепь D101 R103 C101.

Некоторые особенности организации питания ЭМ:

1. В модуле линия L (LINE) сетевого питания объединена с шинами +5 и -12 В. Исходя из этого, можно сказать, что вторичные цепи ис-

Рис. 5.1.2. Принципиальная электрическая

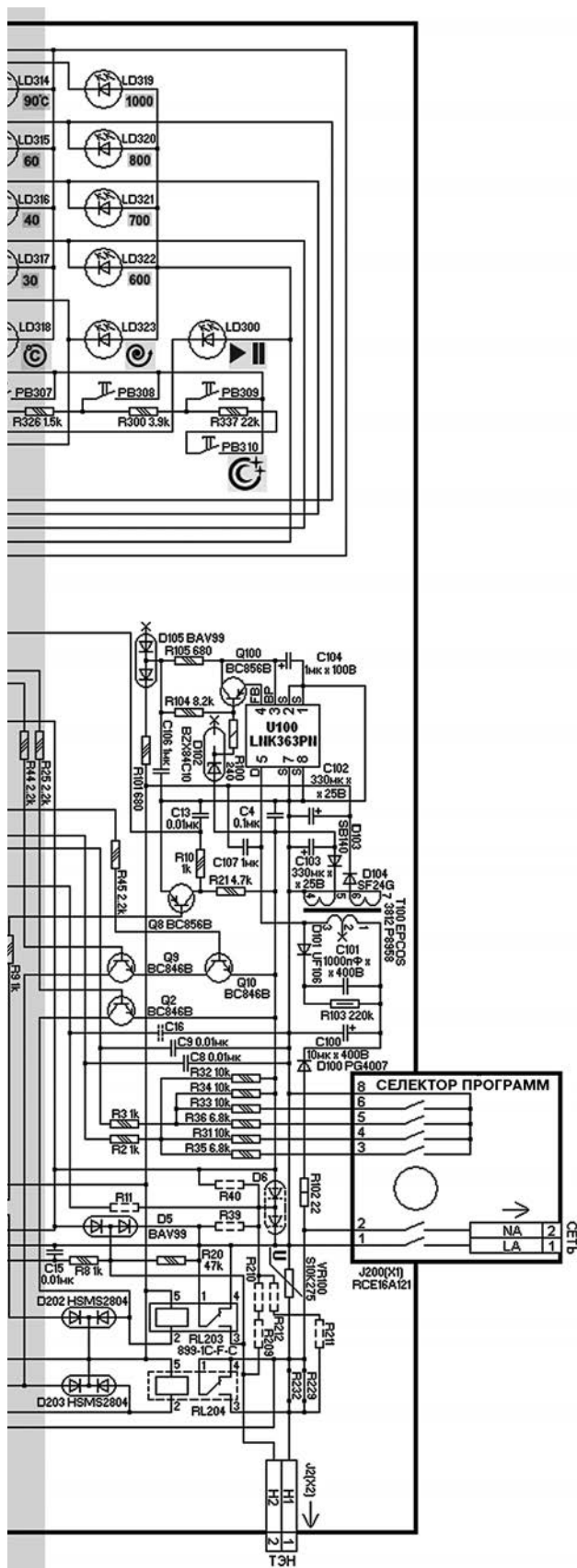


схема ЭМ «Invensys AT003»

точника не имеют гальванической развязки от питающей сети.

2. На принципиальной схеме (на соединителях J4, J6 и на выводах ИМС U1 (МК) и U300-U302 (сдвиговые регистры)) напряжение питания +5 В обозначено как «0 V» (соединители), «VDD» (МК) и «VCC» (регистры), а общий провод — «-5V» (соединители), «VSS» (МК) и «GND» (регистры).

Контроль за уровнем выходных напряжений выполняется по каналу -5 В с помощью цепи обратной связи DX101 TR101 R101 R102 (пороговый усилитель), подключенной к выв. 3 микросхемы. Питание для логических узлов ИМС (около 12 В) формируется выпрямителем на диоде DD101 и поступает на выв. 4 (рис. 5.1.3).

Напряжение канала 24 В используется для питания транзисторных ключей, нагрузками которых являются обмотки реле, а 5 В — остальных схем в составе модуля.

Элементы управления исполнительными устройствами СМ

На плате ЭМ расположены следующие элементы управления исполнительными устройствами СМ:

- **симисторы T201, T202 клапанов залива воды (EV1, EV2)**, которые управляются с выв. 25, 26 МК U1 соответственно (рис. 5.1.2). Клапаны имеют разные обозначения на рис. 5.1.2 и 5.1.3. Так, клапан EV1 (рис. 5.1.2, конт. 9 соединителя J3(X3)) на рис. 5.1.3 обозначен как Y2, а клапан EV2 (рис. 5.1.2, конт. 10 соединителя J3(X3)) — как Y1;
- **симистор сливной помпы T203**, управляет с выв. 42 U1;
- **симистор T200 приводного мотора** управляется сигналом ШИМ с выв. 36 U1 через каскад на транзисторе Q1;
- **реле ТЭН RL203** управляется через каскад на транзисторе Q2 с выв. 32 U1. Контактная группа реле коммутирует сетевую линию L (LINE);
- **реле УБЛ RL205** управляется через каскад на транзисторе Q9 с выв. 33 U1, а также через транзистор Q10 с выв. 22 U1 — таким образом, УБЛ управляется с двух выводов МК. После срабатывания реле RL205 и силовой контактной группы УБЛ к цепям питания приводного мотора, помпы и клапанов залива воды подключается сетевая линия N (NEUTRAL). По

сетевой линии L эти устройства коммутируются уже своими управляющими элементами. В цепи коммутации линии N исполнительных устройств последовательно с силовой контактной группой УБЛ может быть установлена дополнительная контактная группа реле RL204. Реле коммутирует линию N между селектором программ и конт. 8 (DLIN) соединителя J3(X3). При отсутствии реле его контактные группы шунтируются перемычками R229, R232 — см. рис. 5.1.2. Обмотка реле RL204 управляется с выв. 14 U1 через каскад на транзисторе Q3;

- **реле реверса RL200 и RL201** (рис. 5.1.2) коммутируют фазировку питания обмотки ротора приводного мотора. Они управляются с выв. 10 и 9 U1 через ключи Q4, Q5 соответственно;
- **реле RL202 коммутации выводов обмотки статора приводного мотора** (в том числе, вывода от средней точки) в режимах низких/высоких оборотов. Реле устанавливается опционально, при его отсутствии контактная группа шунтируется перемычкой R228. Обмотка RL202 управляется с выв. 11 U1 через ключ Q6.

Элементы контроля и измерительных цепей

На плату ЭМ поступают следующие контрольные и измерительные сигналы:

- **с датчика температуры** (подключен к контактам 8, 9 соединителя J5(X4)) сигнал поступает на выв. 21 МК (вход АЦП) — см. рис. 5.1.2;
- **с контактной группы прессостата** (датчика уровня воды) уровня переполнения (OVF, англ. Overflow). В этом случае замыкаются конт. 11-16 прессостата (рис. 5.1.3), затем сигнал поступает через конт. 4 соединителя J3 (X3) по цепи: R225 — R226 — R5 — выв. 43 U1 (рис. 5.1.2). При достижении уровня переполнения сигнал с прессостата поступает только на МК. Применяемая в большинстве СМ других производителей цепь аварийного включения помпы

при достижения перелива (без участия МК) в данных СМ не предусмотрена;

- **с контактной группы прессостата 1 уровня (N1)**. В этом случае замыкаются конт. 11-12 прессостата (рис. 5.1.3), затем сигнал поступает через конт. 3 соединителя J3 (X3) по цепи: R223 — R224 — R4 — выв. 31 U1 (рис. 5.1.2). Есть еще один уровень прессостата, называемый защитным (контактная группа 11-14 замыкается, если ТЭН в баке будет погружен в воду). Данный уровень не контролируется МК. Таким образом, питание на ТЭН подается при соблюдении двух условий: срабатывания реле RL203 и замыкания контактной группы 11-14 прессостата. А вот уже срабатывание реле ТЭН контролируется МК по цепи: контактная группа RL203 — R8 — выв. 44 U1;
- **подачи питания на термотаблетку УБЛ** с контактной группы реле RL205. Контрольный сигнал поступает по цепи: конт. 5 (DL) соединителя J3(X3) — R230 — R231 — R7 — выв. 40 U1;
- **контроля цепи питания приводного мотора** (в том числе, работоспособности симистора T200). Контрольный сигнал снимается с нижнего (по схеме на рис. 5.1.2) вывода симистора T200 и далее поступает по цепи: R203 — R204 — R6 — выв. 37 U1;
- **тахогенератора**, сигнал с которого поступает по цепи: конт. 4 (DT1) соединителя J5(X4) — R202 — Q8 — R10 — выв. 24 U1.

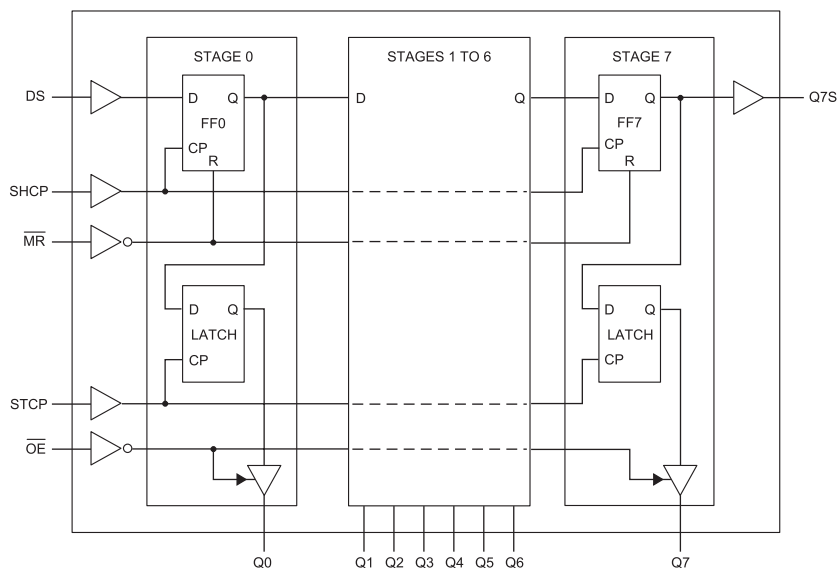


Рис. 5.1.5. Структурная схема ИМС 74HC595

Элементы ПУ (индикация, функциональные кнопки, звуковой сигнализатор, селектор программ)

МК управляет элементами индикации ПУ, 4-разрядным LED-индикатором AF300 и 24 светодиодами с помощью трех сдвиговых регистров U300-U302 (74НС595).

Управление индикацией основано на последовательно-параллельном преобразовании данных. МК формирует последовательный код, который с помощью сдвиговых регистров преобразуется в параллельные данные для их последующего отображения индикаторами. При отображении используется метод динамической индикации. Принцип функционирования регистров 74НС595 поясняет их структурная схема (рис. 5.1.5) и назначение выводов (см. таблицу 5.1.2).

Таблица 5.1.2. Назначение выводов ИМС 74НС595

Номер вывода	Обозначение	Назначение
1-7, 15	Q0-Q7	Выходы параллельных данных сдвигового регистра. Могут иметь три состояния: лог. «0», «1» и Hi-Z (высокоимпедансное состояние)
8	GND	Общий
9	Q7* (Q7S)	Выход последовательных данных, используется при каскадировании регистров
10	MR	Сброс регистров
11	SH CP	Вход тактовых импульсов
12	ST CP	Вход фиксации данных на параллельных выходах — при активации сигнала данные переписываются из сдвиговых регистров на выходы Q0-Q7
13	OE	Вход, переводящий выходы Q0-Q7 в высокоимпедансное состояние Hi-Z
14	DS	Вход последовательных данных
16	VCC	Питание 5 В

ИМС 74НС595 представляет собой 8-разрядный сдвиговый регистр с последовательным вводом, последовательным или параллельным выводом информации, с триггером-«защелкой» и тремя состояниями на выходе. Применительно к рассматриваемому ЭМ, для увеличения разрядности регистры включены последовательно между собой — последовательный выход (Q7*) первой ИМС соединен с входом следующей (DS) — такая схема включения применена во всех трех регистрах. МК управляет сдвиговыми регистрами с помощью трех сигналов:

- тактовые импульсы снимаются с выв. 27 U1 и подаются одновременно на выв. 11 (SH CP) всех ИМС U300-U302;
- сигнал фиксации данных на выходах регистров формируется на выв. 23 U1 и подается на выв. 12 (ST SP) микросхем U300-U302;
- данные индикации в последовательном виде формируются на выв. 30 U1 и подаются на вход DS (выв. 14) U302. Данные для других регистров снимаются с выхода Q7* U302 (выв. 9) и подаются на вход DS следующей ИМС (U301, U300) и т.д.

Все индикаторы ЭМ функционируют по принципу динамической индикации — LED-индикатор AF300 имеет организацию 8 сегментов по 4 разряда, отдельные светодиоды на ПУ включены по схеме комбинированной матрицы с организацией 6 x 4.

В состав ПУ также входят функциональные кнопки. Они включены в цепи двух резистивных делителей напряжения, каждая из кнопок коммутирует резистор определенного номинала. При нажатии любой из кнопок на одном из входов АЦП МК (в зависимости от того, в какой из цепей установлена кнопка — это выв. 17 или 18 U1) появится соответствующее замкнутой кнопке напряжение.

Селектор программ представляет собой многопозиционный переключатель, включенный в цепь резистивной матрицы 4 x 2, напряжение с которой поступает на выв. 19, 20 U1. Каждому положению ручки селектора соответствует определенная комбинация напряжений на этих входах.

На ПУ также имеется звуковой излучатель BZ300 (рис. 5.1.2). Он управляется с выв. 41 U1.

Микроконтроллер

ИМС STM8S207S8 относится к семейству 8-разрядных микроконтроллеров STM8S с ядром Гарвардской архитектуры, имеющему производительность до 16 MIPS (при тактовой частоте 16 МГц). По своим функциональным возможностям МК семейства STM8 (более 120 типов, начало производства 2008 г.) выгодно отличаются от подобных приборов других производителей. Линейка STM8S имеет хорошие показатели по надежности и помехоустойчивости — например, она соответствует достаточно жестким промышленным стандартам IEC 61000-4-2 и IEC 61000-4-4 по устойчивости к электростатическим разрядам (ESD) и высоковольтным помехам на выводах (FTB) соответственно. Высокие показатели се-

мейства STM8S также вызваны тем, что данные МК являются развитием автомобильного сегмента микроконтроллеров STM8A.

Выбор МК STM8S207S8 для применения в ЭМ СМ бюджетного сегмента является наиболее оптимальным решением по большинству параметров (цена/функциональность/надежность). ИМС выполнена в 44-выводном корпусе LQFP.

Основные элементы МК STM8S207S8 и возможности:

- 8-битное процессорное ядро;
- ОЗУ объемом 4 кбайт;
- ЭСППЗУ объемом 1,5 кбайт;
- Flash-память объемом 64 кбайт (32-битная шина доступа к памяти);

Таблица 5.1.3. Назначение выводов МК STM8S207S8 в составе ЭМ

Номер вывода	Обозначение	Назначение в электронном модуле
1	NRST	Вход внешнего сигнала начального сброса подключен к конт. RESET соединителя J1 (разъем подключения программатора)
2	OSCIN/PA	Не используются. Опционально к этим выводам может быть подключен внешний кварцевый резонатор
3	OSCOU/PA2	
4	VSSIO_1	Общий (–5V)
5	VSS	
6	VCAP	Соединен через конденсатор C6 с общей шиной (–5V)
7	VDD	Напряжение питания +5 В (0V)
8	VDDIO_1	
9	UART1_RX	Выход управления реле RL201 реверса приводного мотора
10	UART1_TX	Выход управления реле RL200 реверса приводного мотора
11	UART1_CK	Выход управления реле RL202 коммутации выводов обмотки статора приводного мотора
12	VDDA	Напряжение питания +5 В (0V)
13	VSSA	Общий (соединен с линией –5V)
14	AN7/PB7	Выход управления реле RL204 коммутации сетевой линии N (последовательно с силовой контактной группой УБЛ)
15	AN6/PB6	Не используется
16	I2C_SDA/AN5/PB5	Вход (используется опционально) контроля напряжения на конт 2 соединителя J2(X2) (подключен к конт. 11 прессостата)
17	I2C_SCL/AN4/PB4	Вход напряжения с делителя, коммутируемого кнопками PB306-PB309 ПУ
18	TIM1_ETR/AN3/PB3	Вход напряжения с делителя, коммутируемого кнопками PB301-PB305 ПУ
19	TIM1_CH3N/AN2/PB2	Вход 1 с резистивной матрицы селектора программ ПУ
20	TIM1_CH2N/AN1/PB1	Вход 2 с резистивной матрицы селектора программ ПУ
21	TIM1_CH1N/AN0/PB0	Вход сигнала с датчика NTC температуры воды в баке
22	AN9/PE6	Выход 1 управления реле УБЛ RL205
23	PE5/SPI_NSS	Управление фиксацией данных на выходах сдвиговых регистров U300-U302 ПУ

Номер вывода	Обозначение	Назначение в электронном модуле
24	PC1/TIM1_CH1	Вход сигнала с тахогенератора
25	PC2/TIM1_CH2	Выход управления симистором T201 клапана залива воды Y2 предварительной стирки
26	PC3/TIM1_CH3	Выход управления симистором T202 клапана залива воды Y1 основной стирки
27	PC5/SPI_SCK	Выход формирования тактовых импульсов на сдвиговые регистры U300-U302 ПУ
28	VSSIO_2	Общий (соединен с линией –5V)
29	VDDIO_2	
30	PC6/SPI_MOSI	Выход формирования данных индикации на сдвиговые регистры U300-U302 ПУ
31	PC7/SPI_MISO	Вход контроля 1 уровня (N1) прессостата
32	PG0/CAN_TX	Выход управления реле ТЭН RL203
33	PG1/CAN_RX	Выход управления реле УБЛ RL205
34	PE2/I2C_SDA	Вывод соединен с конт. 3 (SDA) соединителя J4 (интерфейс I ² C)
35	PE1/I2C_SCL	Вывод соединен с конт. 2 (SCL) соединителя J4 (интерфейс I ² C)
36	PE0/CLK_CCO	Выход управления симистором T200 приводного мотора
37	PD0/TIM3_CH2/TIM1_BKIN	Вход контроля цепи питания приводного мотора (работоспособности симистора T200)
38	PD1/SWIM	2-направленная линия приема/передачи данных интерфейса SWIM
39	PD2/TIM3_CH1/TIM2_CH3	Соединен с конт. 2 соединителя J6
40	PD3/TIM2_CH2/ADC_ETR	Вход контроля подачи питания на термотаблетку УБЛ с реле RL205
41	PD4/TIM2_CH1/BEEP	Выход управления звуковым излучателем BZ300
42	PD5/UART3_TX	Выход управления симистором T203 помпы
43	PD6/UART3_RX	Вход контроля уровня перелива (OVF) прессостата
44	PD7/TLI/TIM1_CH4	Вход контроля напряжения на конт. 2 соединителя J2(X2) (подключен к конт. 11 прессостата)

- внутренние RC-тактовые генераторы (16 МГц и 128 кГц), возможность подключения внешнего кварцевого резонатора частотой 1...24 МГц;
- 34 универсальных линии портов ввода/вывода;
- 9-канальный 10-битный АЦП;
- коммуникационные интерфейсы UART (скорость до 1 Мбит/с), I²C (передача данных на частотах 100/400 кГц), SPI (скорость до 10 Мбит/с). Модули UART могут быть использованы для подключения к шине LIN в режимах «Master/Slave», работать как кодер/декодер инфракрасного сигнала IrDA. Возможность подключения смарт-карты в соответствии со стандартом ISO 7618-3;
- SWIM-интерфейс для отладки и программирования МК;
- диапазон питающих напряжений 2,95...5,5 В;
- 6 таймеров (8 и 16 бит). Они имеют множество функций, включая управление двигателем, комплементарные выходы, режим одиночного импульса, автоперезагрузка, синхронизация между таймерами, поддержка интерфейсов энкодера и датчиков Холла и т.д.

Для предотвращения некорректной работы МК в случае неконтролируемой коррекции содержимого части Flash-памяти доступен специальный режим контроля памяти: после подачи питания на аппаратном уровне проверяется состояние наиболее важных регистров. Значения регистров складываются с исходными инверсными значениями. Сумма всегда должна быть равна

нулю. В противном случае происходит сброс МК с выставлением соответствующего флага.

Для подключения внешнего программатора на соединитель J1 выведены сигналы SWIM-интерфейса: RESET (линия внешнего начального сброса), SWIM (2-направленная линия обмена данными), -5V (GND, общий), 0V (+5 В). Существуют еще два способа программирования МК семейства STM8 — о них будет рассказано в главе 5.2.

Обозначение и назначение выводов МК STM8S207S8 в корпусе TQFP-44 приведено в таблице 5.1.3. Необходимо отметить, что на рис. 5.1.2 указано неполное обозначение выводов МК, в этой таблице выводы обозначены полностью.

Программирование ЭМ

Для программирования Flash-памяти и ЭСППЗУ в составе МК на ЭМ выведены контактные площадки SWIM-интерфейса (соединитель J1) для подключения внешнего программатора (см. рис. 5.1.6).

На самом деле непосредственно для программирования требуется всего одна 2-направленная линия обмена данными (на МК вывод 38 также обозначен как SWIM). Кроме того, необходима еще одна линия внешнего сигнала начального сброса RESET (на МК вывод 1 обозначен как NRST). Также на соединитель J1 выведены общий провод и линия питания (общий и +5 В).

Примечание. На ЭМ имеются еще два соединителя. Первый соединитель J4, на который выведены линии интерфейса I²C (SCL, SDA), общий провод и линия питания +5 В. На второй соединитель J6 выведены общий провод, питание +5В, а также сигнал LSI (Low Speed Internal — внутренний тактирующий сигнал низкой частоты). Сигнал LSI (см. выв. 39 МК) формируется внутренним RC-генератором в составе микроконтроллера, имеет частоту около 38 кГц (не во всех режимах) и служит для синхронизации сторожевого таймера. Первый соединитель (J4) наряду со SWIM также используется для программирования МК (через I²C, UART, SPI — см. описание способов программирования МК в главе 5.2). Соединитель J6 используется в служебных целях на этапе производства.

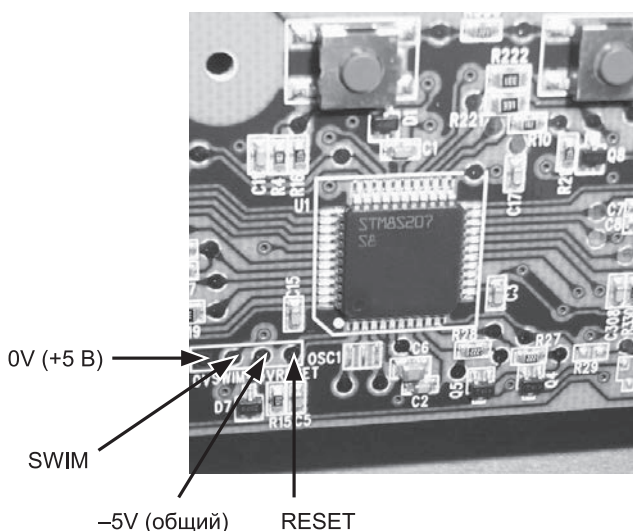




Рис. 5.1.7. Внешний вид программатора ST-LINK

Программатор ST-LINK

ST-LINK — первая версия внутрисхемного программатора/отладчика производства фирмы STMicroelectronics предназначена для работы с МК серий STM8L/S и STM32. Программатор подключается к отладочным платам посредством стандартного JTAG-интерфейса (STM32) или SWIM-интерфейса (STM8L/S). Он питается через USB-интерфейс с ПК. Поддерживаемое ПО: ST Visual Develop; ST Visual Program; Atollic toolset TrueSTUDIO; IAR toolset EWARM; Keil toolset ARM-MDK. Внешний вид программатора ST-LINK показан на рис. 5.1.7.

Программатор ST-LINK/V2

Программатор/отладчик ST-LINK/V2 производства фирмы STMicroelectronics. В основном ST-LINK/V2 выполняет те же функции, что и его предшественник ST-LINK с некоторыми аппаратными и программными улучшениями:

- для связи с ПК используется порт USB Full Speed 2.0;
- он работает с более новыми и функционально насыщенными версиями ПО:
- ST Visual Develop (версии 4.1.0 и выше) — отладка МК STM8;
- ST Visual Program, (версии 3.1.0 и выше) — программирование памяти МК STM8;
- Atollic toolset TrueSTUDIO (версия 1.0 и выше), IAR toolset EWARM (версия 5.30 и выше), Keil toolset ARM-MDK (версия 3.3 и выше) и TASKING — программирование и отладка МК STM32.

Внешний вид программатора ST-LINK/V2 показан на рис. 5.1.8.



Рис. 5.1.8. Внешний вид программатора ST-LINK/V2

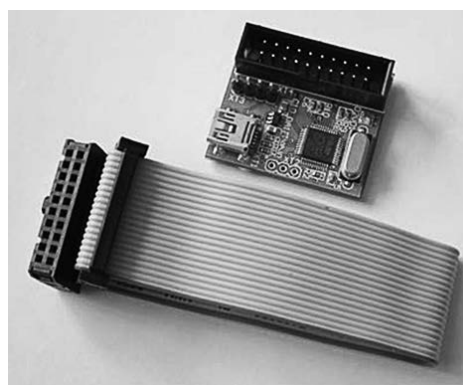


Рис. 5.1.9. Внешний вид программатора TE-ST-LINK

Программатор TE-ST-LINK

TE-ST-LINK — внутрисхемный эмулятор/программатор от отечественной компании «Терраэлектроника». Устройство является функциональным аналогом ST-LINK/V2 (см выше) и производится на основе документации компании STMicroelectronics. Список рекомендованного ПО тоже совпадает с ST-LINK/V2. Внешний вид программатора TE-ST-LINK показан на рис. 5.1.9.

В рассматриваемом ЭМ отсутствует отдельная микросхема ЭСППЗУ — в составе МК для ее содержимого выделена соответствующая область памяти.

Что касается прошивок МК STM8S207S8, то все они доступны специалистам для всех версий модулей СМ АТЛАНТ 7-й серии (как основное ПО, так и конфигурационные прошивки).

Коды маркировки SMD-компонентов в составе ЭМ

Показанные на принципиальных схемах полупроводниковые SMD-компоненты не имеют позиционного обозначения — только корпусную маркировку. В таблице 5.1.4 приведено соответствие кодов маркировки полупроводниковых SMD-компонентов в составе модуля их типам.

Таблица 5.1.4. Коды маркировки и основные характеристики SMD-компонентов в составе ЭМ

Код маркировки	Тип элемента	Основные параметры
3BW, K3B	Биполярный транзистор BC856B. Корпус SOT-23-3	p-n-p, $U_{кз}=65В$, $I_k=100 мА$
1B, K1R	Биполярный транзистор BC846B. Корпус SOT-23-3	n-p-n, $U_{кз}=65В$, $I_k=100 мА$
5B1, K5B	Биполярный транзистор BC807-25. Корпус SOT-23-3	p-n-p, $U_{кз}=45В$, $I_k=500 мА$
KZ9	Стабилитрон BZX84C10. Корпус SOT-23-3	$U_{ст}=10 В$, $I_{ст}=5мА$
KJG, A7	Диодная сборка BAV99. Корпуса SOT-363 (маркировка KJG) и SOT-23-3 (A7) (катод и анод двух диодов соединены между собой)	$U_{обр}=70 В$, $I_{пр}=200 мА$
A4	Диодная сборка HSMS2804 или BAV70 (аналог). Корпус SOT-23-3 (катоды двух диодов соединены между собой)	$U_{обр}=70 В$, $I_{пр}=200 мА$
Z3M	Симистор Z0103MN. Корпус SOT223	$U_{max}=600 В$, $I_{пр max}=1 А$, $I_{за отп}=3 мА$

Возможные неисправности ЭМ

Прежде чем принимать решение по ремонту ЭМ, следует убедиться, что возникший дефект не вызван неисправностью других элементов СМ — датчиков, электромоторов, клапанов и других узлов. Довольно часто неисправности СМ возникают по причине плохих контактов в соединителях (как самого модуля, так и его внешних элементов), а также в случае попадания на него влаги (пены). В большинстве своем специалисты полагаются на собственный опыт и базовые знания, основанные на понимании работы отдельных узлов и цепей в составе конкретного электронного модуля, а также сервисных приложений, заложенных производителем СМ (коды ошибок, тестовый режим).

Рассмотрим некоторые дефекты модуля и способы их устранения.

СМ не включается

При признаках подобной неисправности в первую очередь проверяют, поступает ли сетевое напряжение на вход ИП после сдвоенного выключателя в корпусе селектора программ, а затем уже проверяют работоспособность самого источника (см. рис. 5.1.3). Если ИП неисправен, определяют причину его выхода из строя (например, вследствие повышенного напряжения в сети, попадания влаги на плату модуля или короткого замыкания в нагрузках). Обычно бывает достаточно проверить элементы входных цепей (токоограничительный резистор R102, варистор VR100, сетевой выпрямитель C100 D100, демпферную цепь C101 D101), а также микросхему U100 LNK363PN. Если ИП исправен, необходимо проверить работоспособность МК (хотя бы на наличие импульсных сигналов управления индикацией ПУ на выв. 30 U1 и др.).

На ПУ отображается ошибка F9.

Дополнительная проверка выявила разрушение (обгорание) элементов цепи тахогенератора — R201, R9, Q8, D201

Подобный дефект является типовым и вызван попаданием влаги на колодку приводного мотора или на соединитель J5(X4) ЭМ — сетевое напряжение 220 В попадает на сигнальную цепь тахогенератора. Часто с перечисленными выше элементами могут дополнительно выйти из строя компоненты цепи датчика температуры NTC — R1, R37. Этот случай вызван только попаданием влаги на соединитель J5(X4) ЭМ — контакты питания приводного мотора, а также цепей NTC и тахогенератора расположены рядом. Если замена указанных элементов не привела к устранению дефекта, проверяют соответствующие сигнальные порты МК на обрыв, утечку или короткое замыкание по входу.

На ПУ отсутствует индикация или она искажена (отображаются произвольные символы на знаковосинтезирующем индикаторе). Логика работы СМ не нарушена

В подобном случае проверяют формирование МК сигналов управления индикацией (выв. 23, 27, 30 U1), а также работоспособность сдвиговых регистров U300-U302. На практике выявлено, что искажения одних и тех же сегментов на всех разрядах индикатора AF300 бывают вызваны неисправностями регистров U301, U302.

Глава 5.2. Электронные модули «Invensys AC001» стиральных машин АТЛАНТ 8-й серии

Общие сведения

Ранее уже публиковались материалы по ЭМ для СМ АТЛАНТ — см. [30, 37] и главу 5.1. В этой главе описываются ЭМ «Invensys AC001» (заказной код 908092001580), который применяется в сериях бюджетных СМ АТЛАНТ 8-й серии — 50(60)У88/108-хх, 60С88/108-хх и др. (серия определяется по последней цифре в названии СМ). Также имеется еще одна разновидность ЭМ, называемая «Invensys AT003-01», он применяется в СМ 70С128-хх.

Разновидности ЭМ могут не отличаться внешне, их главное отличие — в ПО, записанном во внутреннюю Flash-память МК.

На рис. 5.2.1 показан внешний вид ЭМ «Invensys AC001» и расположение на нем основных компонентов.

ЭМ «Invensys AC001» применяется в серии бюджетных моделей СМ, одной из компоновочных особенностей подобных модулей является совмещение компонентов ПУ и ЭМ на одной плате. На ЭМ, кроме МК, элементов и цепей управления основными силовыми узлами в составе СМ также расположен селектор программ

(совмещен с выключателем сетевого питания), функциональные кнопки и элементы индикации ПУ (светодиоды). Если сравнивать указанный ЭМ с модулем, описанным в главе 5.1, можно сказать, что он является упрощенной версией второго за счет уменьшения количества светодиодов на ПУ до 10 (было 24), исключения 4-разрядного LED-индикатора и сокращения функциональных кнопок до 5 (было 10). Также важным отличием ЭМ AC001 является наличие на плате интегрального датчика давления типа MPVZ5004GW7U, выполняющего функцию пресостата (см ниже).

Программирование ЭМ «Invensys AC001» (а точнее, энергонезависимой Flash-памяти в составе МК STM8S207S8) производят с помощью специализированных программаторов через 1-проводный отладочный интерфейс SWIM (Single Wire Interface Module) — контактные площадки этого интерфейса выведены на печатную плату ЭМ (см. главу 5.1) или другими способами, которые будут описаны ниже.

В состав ЭМ входят следующие основные элементы и узлы:

— МК типа STM8S207S8 производства STMicroelectronics;

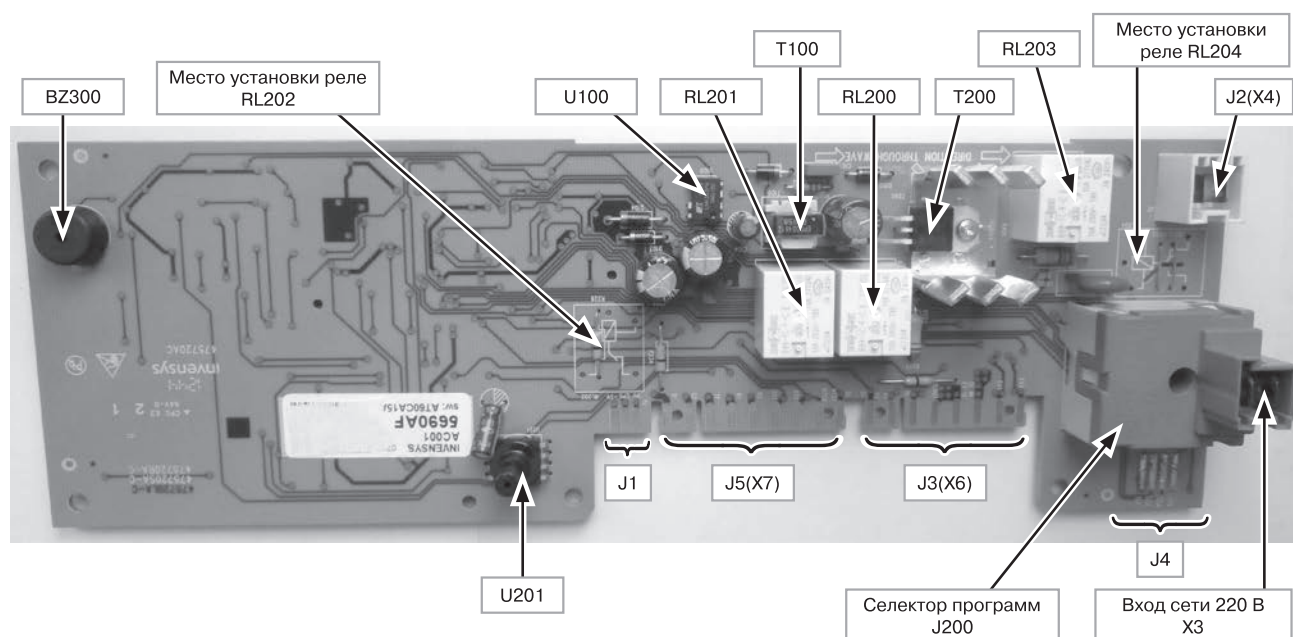


Рис. 5.2.1. Внешний вид ЭМ «Invensys AC001» и расположение на нем основных компонентов

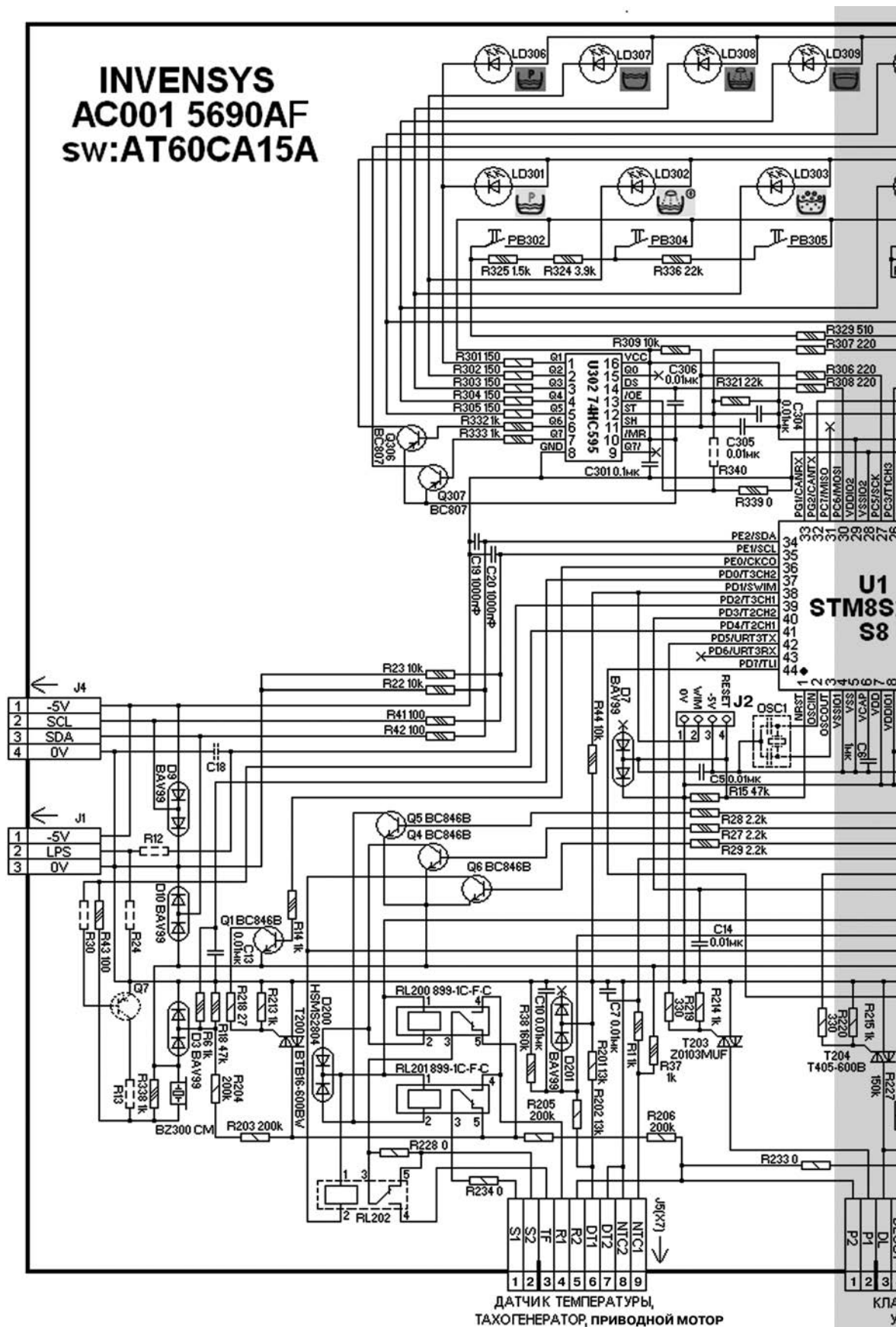


Рис. 5.2.2. Электрическая принципиальная

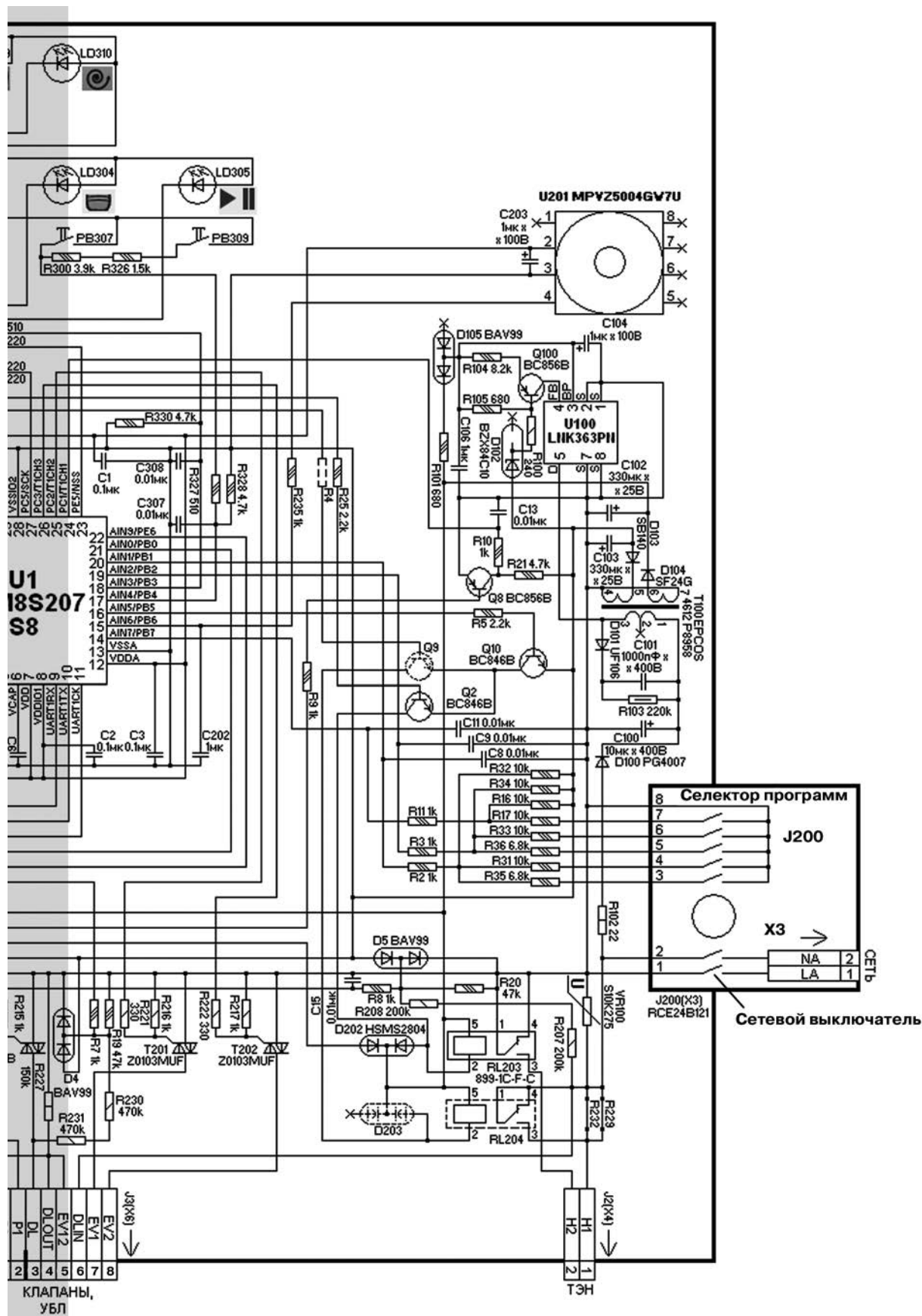


схема ЭМ «Invensys AC001»

- ПУ (функциональные кнопки, селектор программ, светодиодные индикаторы);
- импульсный ИП, формирует постоянные напряжения 5 и 12 В. Источник выполнен на основе ШИМ контроллера типа LNK363PH;
- интегральный датчик давления U201 типа MPVZ5004GW7U;
- ИМС синхронного сдвигового регистра 74НС595, используемого в цепях индикации ПУ;
- реле и симисторы, используемые для управления силовыми исполнительными компонентами в составе СМ: приводным мотором, УБЛ, ТЭН, сливной помпой, клапанами залива воды.

Описание основных элементов и узлов электронного модуля

Рассмотрим состав и работу основных элементов ЭМ.

На рис. 5.2.2 приведена принципиальная электрическая схема ЭМ «Invensys AC001», а на рис. 5.2.3 — схема подключения к ЭМ внешних компонентов и узлов в составе СМ.

Источник питания

ИП в составе ЭМ формирует питающие напряжения 5 и 12 В. Напряжение 5 В используется для питания МК U1, сдвигового регистра U302, других элементов и цепей, а напряжение 12 В — транзи-

сторных ключей, нагрузками которых являются обмотки реле RL200, RL201, RL203 и RL204.

Источник построен по схеме импульсного обратного преобразователя. Его основой является контроллер семейства LinkSwitch-XT LNK363 производства Power Integrations. Особенности подобного ИП, выполненного на указанной ИМС, приведены в главе 5.1.

В состав ИП входят следующие основные компоненты:

- входная цепь ограничения по напряжению и току (VR100 R102);
- сетевой выпрямитель (D100 C100);
- контроллер U100;
- импульсный трансформатор T100;
- выходные выпрямители (D103 C103 D104 C102);
- элементы цепи обратной связи (D102 D105 R100 R104 R105 Q100);
- демпферная цепь (D101 R103 C101).

Некоторые особенности организации питания ЭМ:

1. В этом модуле линия L (LINE) сетевого питания объединена с шинами +5 и -12 В. Исходя из этого, можно сказать, что вторичные цепи источника не имеют гальванической развязки от питающей сети.

2. На принципиальной схеме (на соединителях J1, J4 и на выводах микросхем U1 (МК) и U302 (сдвиговый регистр)) напряжение питания +5 В обозначено как «0V(0VS)» (соединители), «VDD» (МК) и «VCC» (регистр), а общий провод — «-5V» (соединители), «VSS» (МК) и «GND» (регистры).

Контроль за уровнем выходных напряжений выполняется по каналу 5 В с помощью цепи об-

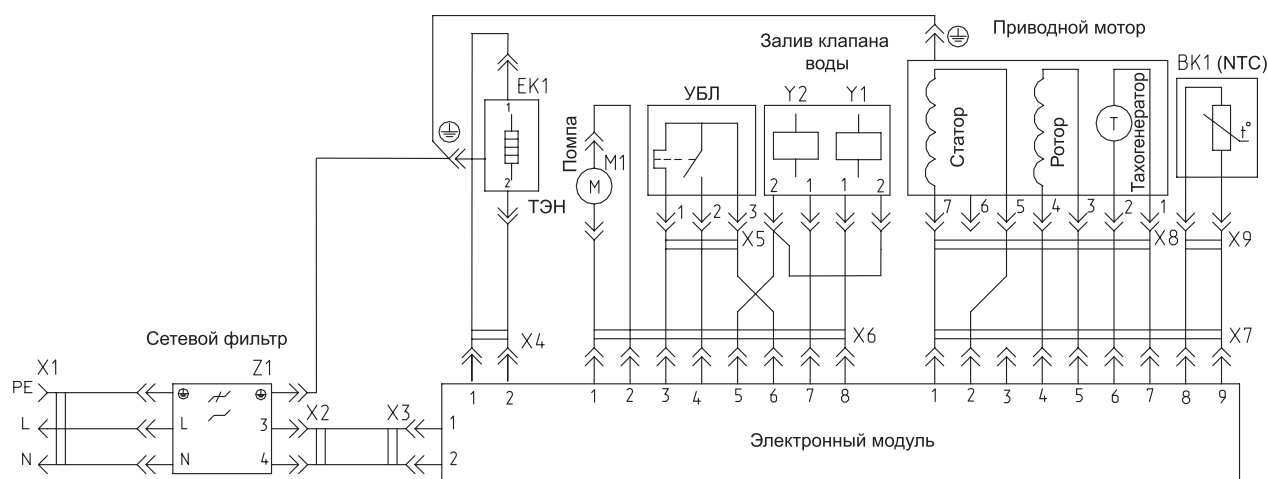


Рис. 5.2.3. Схема подключения к ЭМ внешних компонентов и узлов в составе СМ

ратной связи (см выше), подключенной к выв. 4 микросхемы.

Элементы управления исполнительными устройствами СМ

На плате ЭМ расположены следующие элементы управления исполнительными устройствами СМ:

- **симисторы T201, T202 клапанов залива воды (EV1, EV2)**, которые управляются с выв. 25, 26 МК U1 соответственно (рис. 5.2.2). Клапаны имеют разные обозначения на рис. 5.2.2 и 5.2.3. Так, клапан EV1 (рис. 5.2.2, конт. 9 соединителя J3(X6)) на рис. 5.2.3 обозначен как Y2, а клапан EV2 (рис. 5.2.2, конт. 10 соединителя J3(X6)) — как Y1;
- **симистор T203 сливной помпы** управляется с выв. 42 U1;
- **симистор T200 приводного мотора** управляется сигналом ШИМ с выв. 36 U1 через каскад на транзисторе Q1;
- **реле ТЭН RL203** управляется через каскад на транзисторе Q2 с выв. 32 U1. Контактная группа реле коммутирует сетевую линию L (LINE). Со стороны сетевой шины N (NEUTRAL) ТЭН может коммутироваться через контактные группы реле RL204. Реле управляется с выв. 33 U1 через каскад на транзисторе Q9 (реле и транзистор устанавливаются опционально; при отсутствии реле его контактная группа шунтируется перемычками R229, R232). Существует дополнительная блокировочная цепь управления реле RL203, RL204 на транзисторе Q10 (управляется с выв. 16 U1 и включенный между шиной, –5В и эмиттерами Q2, Q9). Таким образом, для включения ТЭН в цепи управления обоих реле ТЭН необходимо открытие трех каскадов на транзисторах Q2, Q9 и Q10;
- **симистор УБЛ T204** управляется с выв. 22 U1. После срабатывания симистора и, соответственно, силовой контактной группы УБЛ, к цепям питания приводного мотора, помпы и клапанов залива воды подключается сетевая линия N. По сетевой линии L эти устройства коммутируются уже своими управляющими элементами;
- **реле реверса RL200 и RL201** (рис. 5.2.2) коммутируют фазировку питания обмотки ро-

тора приводного мотора. Они управляются с выв. 10 и 9 U1 через ключи Q4, Q5 соответственно;

- **реле RL202 коммутации выводов обмотки статора приводного мотора** (в том числе, вывода от средней точки) в режимах низких/высоких оборотов. Реле устанавливается опционально. Обмотка RL202 управляется с выв. 11 U1 через ключ Q6.

Элементы контроля и измерительных цепей

На плату ЭМ поступают следующие контрольные и измерительные сигналы:

- **с датчика температуры** (подключен к контактам 8, 9 соединителя J5(X7)) сигнал поступает на выв. 21 МК (вход АЦП) — см. рис. 5.2.2;
- **контроля состояния симистора УБЛ T204**. Сигнал поступает по цепи: конт. 3 (DL) соединителя J3(X6) — R230, R231 — R7 — выв. 40 U1;
- **контроля цепи питания приводного мотора** (в том числе, проверка работоспособности симистора T200). Контрольный сигнал снимается с нижнего по схеме на рис. 5.2.2 вывода симистора T200 и далее поступает по цепи: R203, R204 — R6 — выв. 37 U1;
- **тахогенератора**, сигнал с которого поступает по цепи: конт. 6 (DT1) соединителя J5(X7) — R202 — Q8 — R10 — выв. 24 U1;
- **контроля сетевого напряжения** (шина N). Сигнал поступает по цепи: шина N — R207, R208 — R8 — выв. 44 U1;
- **с интегрального прессостата** U201 типа MPVZ5004GW7U, размещенного непосредственно на ЭМ. Потенциальный сигнал с датчика поступает по цепи: выв. 4 U201 — R235 — выв. 15 U1. Датчик MPVZ5004GW7U представляет собой измеритель относительного давления с одиночным портом и потенциальным выходным сигналом (0,5...4,5 В). Диапазон измеряемого давления 0...3,92 кПа (до 400 мм водного столба), питание прибора — 5 В. На штуцер датчика сверху одевается трубка, которая соединяется с баком СМ.

Так как подобные датчики на основе тензорезисторов только начали применяться в СМ, следует остановиться на них подробнее.

Об интегральных датчиках давления

Современные технологии позволили создать упругий элемент датчика давления в виде кремниевой диафрагмы, непосредственно на которую методом ионной имплантации внедряют тензорезистивную структуру. Сцепление тензорезистора и кремниевой мембраны на молекулярном уровне позволяет исключить погрешности, связанные с передачей деформации от упругого элемента к тензорезистору.

Изготавливаемый таким способом монолитный кремниевый измеритель давления, запатентованный фирмой Freescale, получил название X-ducer из-за крестообразного расположения четырех выводов. Одна пара выводов элемента давления служит для подачи питающего напряжения, а на второй паре формируется разность потенциалов, линейно зависящая от приложенного напряжения и механического давления.

Корпус датчика имеет верхнюю защитную крышку из нержавеющей стали с отверстием, через которое поступает измеряемое давление P1 (рис. 5.2.4). Под крышкой находится диафрагма (ее функции выполняет силиконовый гель), которая передает усилие, вызванное измеряемым давлением, на плоскость кристалла чувствительного элемента X-ducer. В нижней части корпуса имеется отверстие, через которое поступает уже атмосферное давление P2 (это касается датчиков относительного давления).

По виду измеряемого давления различают абсолютные (для измерения абсолютного давления), дифференциальные (для измерения разности давлений), относительные (для измерения избыточного давления над атмосферным)

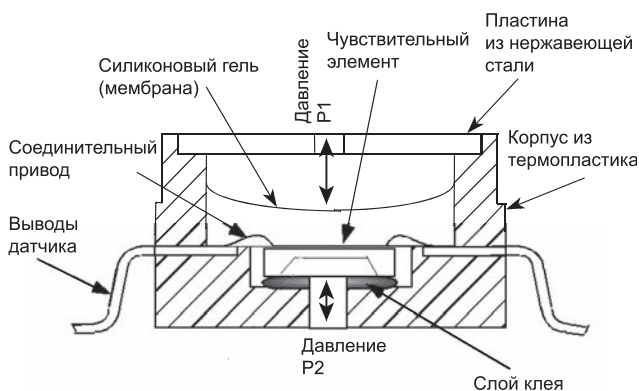


Рис. 5.2.4. Конструкция интегрального датчика давления

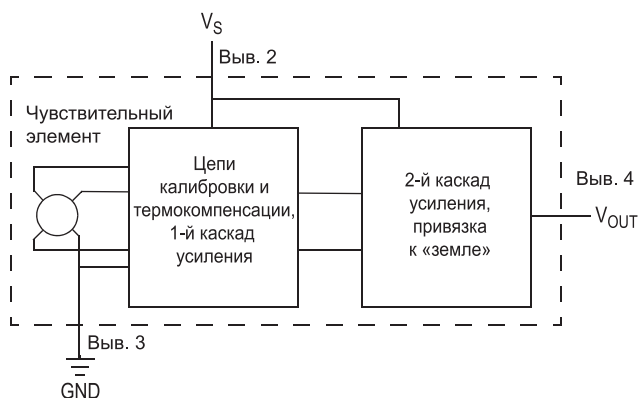


Рис. 5.2.5. Структурная схема датчика давления

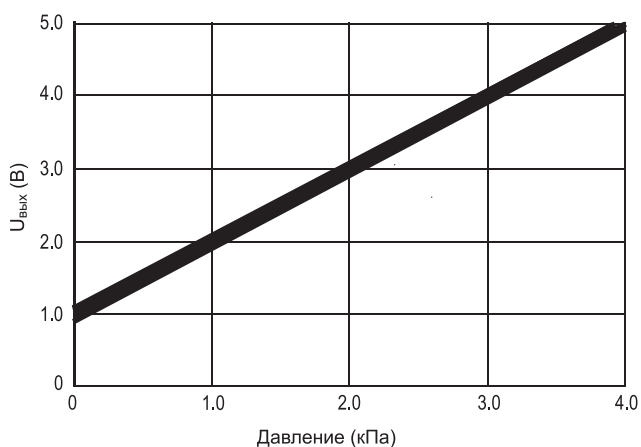


Рис. 5.2.6. Зависимость напряжения на выходе датчика от внешнего измеряемого давления

и вакуумные датчики (для измерения степени разрежения).

На рис. 5.2.5 приведена структурная схема датчика и наименование его выводов, а на рис. 5.2.6 показана график соответствия выходного напряжения датчика MPVZ5004GW7U в зависимости от внешнего измеряемого давления.

Элементы ПУ (индикация, функциональные кнопки, звуковой сигнализатор, селектор программ)

МК управляет элементами индикации ПУ, представляющими собой матрицу 5x2 из 10 светодиодов, с помощью сдвигового регистра U302 (74HC595).

Принцип управления индикацией построен на последовательно-параллельном преобразовании данных. МК формирует последовательный код, который преобразуется в параллельные данные сдвиговым регистром для их последующего отображения индикаторами. При отображении используется метод динамической индикации. Более подробно с этой темой можно ознакомиться в главе 5.1.

МК управляет сдвиговыми регистрами с помощью трех сигналов:

- тактовые импульсы снимаются с выв. 27 U1 и затем подаются на выв. 11 (SH CP) микросхемы U302;
- сигнал фиксации данных на выходах регистров формируется на выв. 23 U1 и подается на выв. 12 (ST SP) U302;
- данные индикации в последовательном виде формируются на выв. 30 U1 и далее подаются на вход DS (выв. 14) U302.

В состав ПУ также входят функциональные кнопки. Они включены в цепи двух резистивных делителей напряжения, каждая из кнопок коммутирует резистор определенного номинала. При нажатии любой из кнопок на одном из входов АЦП МК (в зависимости от того, в какой из цепей установлена кнопка — это выв. 17 или 18 U1) появится соответствующее замкнутой кнопке напряжение.

Селектор программ представляет собой многопозиционный переключатель, включенный в цепь резистивной матрицы 5 x 3, напряжение с которой поступает на выв. 14, 19, 20 U1. Каждому положению ручки селектора соответствует определенная комбинация напряжений на этих входах.

На ПУ также имеется звуковой излучатель BZ300 (рис. 5.2.2), он управляется с выв. 41 U1.

Микроконтроллер

ИМС STM8S207S8 относится к семейству 8-разрядных микроконтроллеров STM8S с ядром Гарвардской архитектуры, имеющими производительность до 16 MIPS (при тактовой частоте 16 МГц). ИМС выполнена в 44-выводном корпусе LQFP.

Основные элементы МК STM8S207S8 и возможности:

- 8-битное процессорное ядро;
- ОЗУ объемом 4 кбайт;
- ЭСППЗУ объемом 1,5 кбайт;

- Flash-память объемом 64 кбайт (32-битная шина доступа к памяти);
- во внутренних RC-тактовых генераторах (16 МГц и 128 кГц), возможность подключения внешнего кварцевого резонатора частотой 1...24 МГц;
- 34 универсальных линии портов ввода/вывода;
- 9-канальный 10-битный АЦП;
- коммуникационные интерфейсы UART (скорость до 1 Мбит/с), I²C (обмен данными на частотах 100/400 кГц), SPI (скорость до 10 Мбит/с);
- SWIM-интерфейс для отладки и программирования МК;
- диапазон питающих напряжений 2,95...5,5 В;
- 6 таймеров (8- и 16 бит).

Более подробно параметры МК приведены, например, в главе 5.1.

Обозначение и назначение выводов МК STM8S207S8 в корпусе TQFP-44 приведено в таблице 5.2.1. Необходимо отметить, что на рис. 5.2.2 указано неполное обозначение выводов МК, в этой таблице выводы обозначены полностью.

Программирование ЭМ

Производитель МК STM8S207S8 для всех приборов семейства STM8S предлагает три способа программирования их внутренней памяти:

1. **Через 1-проводный отладочный SWIM-интерфейс** (Single Wire Interface Module). Программирование памяти МК происходит внутрисхемно (ISP — In-System Programming) с помощью одного из специализированных программаторов (см. главу 5.1). Применительно к рассматриваемому ЭМ для подключения программатора рядом с МК имеются четыре контактных площадки соединителя J2 (см. рис. 5.2.2 и главу 5.1), назначение которых следующее: RESET (внешний сигнал начального сброса), SWIM (2-направленная линия обмена данными), -5V (общий), 0V (+5 В).

2. **Через встроенную в память МК программу-загрузчик (BOOT Loader)**. С помощью этой программы можно запрограммировать память через один из последовательных интерфейсов (UART, I²C, SPI), поддерживаемых МК. Указанная программа-загрузчик размещена в

Таблица 5.2.1. Назначение выводов МК STM8S207S8 в составе ЭМ

Номер вывода	Обозначение	Назначение в электронном модуле
1	NRST	Вход внешнего сигнала начального сброса, подключен к конт. RESET соединителя J1 (разъем SWIM-интерфейса)
2	OSCIN/PA	Не используются. Опционально к этим выводам может быть подключен внешний кварцевый резонатор
3	OSCOUT/PA2	
4	VSSIO_1	Общий (-5V)
5	VSS	
6	VCAP	Соединен через конденсатор C6 с общей шиной (-5V)
7	VDD	Напряжение питания +5 В (0V)
8	VDDIO_1	
9	UART1_RX	Выход управления реле RL201 реверса приводного мотора
10	UART1_TX	Выход управления реле RL200 реверса приводного мотора
11	UART1_CK	Выход управления реле RL202 коммутации выводов обмотки статора приводного мотора. Используется опционально
12	VDDA	Напряжение питания +5 В (0V)
13	VSSA	Общий (соединен с линией -5V)
14	AN7/PB7	Вход 1 с резистивной матрицы селектора программ ПУ
15	AN6/PB6	Вход сигнала с интегрального датчика давления (прессостата) U201
16	I2C_SDA/AN5/PB5	Выход управления транзистором Q10 цепи блокировки реле ТЭН RL203, RL204
17	I2C_SCL/AN4/PB4	Вход напряжения с делителя, коммутируемого кнопками PB307, PB309 ПУ
18	TIM1_ETR/AN3/PB3	Вход напряжения с делителя, коммутируемого кнопками PB302, PB304, PB305 ПУ
19	TIM1_CH3N/AN2/PB2	Вход 2 с резистивной матрицы селектора программ ПУ
20	TIM1_CH2N/AN1/PB1	Вход 3 с резистивной матрицы селектора программ ПУ
21	TIM1_CH1N/AN0/PB0	Вход сигнала с датчика NTC температуры воды в баке
22	AN9/PE6	Выход управления реле УБЛ RL204
23	PE5/SPI_NSS	Выход управления фиксацией данных на выходах сдвигового регистра U302 (выв. 12, ST SP) ПУ

Номер вывода	Обозначение	Назначение в электронном модуле
24	PC1/TIM1_CH1	Вход сигнала с тахогенератора
25	PC2/TIM1_CH2	Выход управления симистором T201 клапана залива воды Y2/EV1 предварительной стирки
26	PC3/TIM1_CH3	Выход управления симистором T202 клапана залива воды Y1/EV2 основной стирки
27	PC5/SPI_SCK	Выход формирования тактовых импульсов на сдвиговый регистр U302 (выв. 11, SH CP) ПУ
28	VSSIO_2	Общий (соединен с линией -5V)
29	VDDIO_2	Напряжение питания +5 В (0V)
30	PC6/SPI_MOSI	Выход формирования данных индикации на сдвиговый регистр U302 (выв. 14, DS) ПУ
31	PC7/SPI_MISO	Не используется
32	PG0/CAN_TX	Выход управления реле ТЭН RL203
33	PG1/CAN_RX	Выход управления реле ТЭН RL204
34	PE2/I2C_SDA	Вывод соединен с конт. 3 (SDA) соединителя J4 (интерфейс I ² C)
35	PE1/I2C_SCL	Вывод соединен с конт. 2 (SCL) соединителя J4 (интерфейс I ² C)
36	PE0/CLK_CCO	Выход управления симистором T200 приводного мотора
37	PD0/TIM3_CH2/TIM1_BKIN	Вход контроля цепи питания приводного мотора (работоспособности симистора T200)
38	PD1/SWIM	2-направленная линия приема/передачи данных интерфейса SWIM, выведена на соединитель J2
39	PD2/TIM3_CH1/TIM2_CH3	Соединен с конт. 2 соединителя J1
40	PD3/TIM2_CH2/ADC_ETR	Вход контроля состояния симистора УБЛ T204
41	PD4/TIM2_CH1/BEEP	Выход управления звуковым излучателем BZ300
42	PD5/UART3_TX	Выход управления симистором T203 помпы
43	PD6/UART3_RX	Не используется
44	PD7/TLI/TIM1_CH4	Вход контроля сетевого напряжения (шина N)

защищенной от стирания области памяти. Применительно к рассматриваемому ЭМ программирование МК с помощью BOOT Loader возможно через соединитель J4, на который выведены линии интерфейса I²C (SCL, SDA), а также -5V (общий) и 0V (+5 В).

3. С помощью отдельной резидентной программы (приложения), заранее записанной в

память МК. Для обеспечения подобного способа необходимо начальное программирование МК (любым из первых двух способов, приведенных выше), чтобы записать в память саму управляющую программу, которая и создает среду так называемого «самопрограммирования» МК. Это приложение (программа) сама определяет порт, к которому подключается программатор. Это мо-

Таблица 5.2.2. Коды маркировки и основные характеристики SMD-компонентов в составе ЭМ

Код маркировки	Тип элемента	Основные параметры
3BW, K3B	Биполярный транзистор BC856B. Корпус SOT-23-3	p-n-p, $U_{кэ} = 65$ В, $I_k = 100$ мА
1B, K1R	Биполярный транзистор BC846B. Корпус SOT-23-3	n-p-n, $U_{кэ} = 65$ В, $I_k = 100$ мА
5B1, K5B	Биполярный транзистор BC807-25. Корпус SOT-23-3	p-n-p, $U_{кэ} = 45$ В, $I_k = 500$ мА
KZ9	Стабилитрон BZX84C10. Корпус SOT-23-3	$U_{ст} = 10$ В, $I_{ст} = 5$ мА
KJG, A7	Диодная сборка BAV99. Корпуса SOT-363 (маркировка KJG) и SOT-23-3 (A7) (катод и анод двух диодов соединены между собой)	$U_{обр} = 70$ В, $I_{пр} = 200$ мА
A4	Диодная сборка HSMS2804 или BAV70 (аналог). Корпус SOT-23-3 (катоды двух диодов соединены между собой)	$U_{обр} = 70$ В, $I_{пр} = 200$ мА
Z3M	Симистор Z0103MN. Корпус SOT223	$U_{max} = 600$ В, $I_{пр max} = 1$ А, $I_{уз отп} = 3$ мА
T405-600B	Симистор T405-600B. Корпус DPAK	$U_{max} = 600$ В, $I_{пр max} = 4$ А, $I_{уз отп} = 5$ мА

гут быть как линии штатных интерфейсов (UART, I²C, SPI, SWIM), так и произвольно назначенные порты, способные функционально поддерживать режим программирования.

При использовании программы накладываются определенные ограничения при доступе к отдельным адресам памяти и изменении их содержимого (часть адресного пространства уже занято управляющей программой). Подобный способ еще называют внутрисхемным IAP-программированием (In-Application Programming).

В СМ имеется 3-контактный соединитель J1, назначение которого пока не удалось определить. На его контакты выведены общий провод, питание +5 В и сигнал LSI (Low Speed Internal — сигнал одного из таймеров в составе МК).

Обзор распространенных типов программаторов, предназначенных для работы с МК серии STM8S, приведен в главе 5.1. В ЭМ «Invensys AC001» отсутствует отдельная микросхема — ЭСППЗУ — в составе МК для ее содержимого выделена соответствующая область памяти. Что же касается прошивок МК STM8S207S8 — они доступны специалистам для всех версий СМ АТЛАНТ 8-й серии (как основное ПО, так и конфигурационные прошивки).

Коды маркировки SMD-компонентов в составе ЭМ

В табл. 5.2.2 приведено соответствие кодов маркировки полупроводниковых SMD-компонентов в составе модуля их типам.

Возможные неисправности ЭМ

Прежде чем переходить к неисправностям ЭМ, необходимо заметить, что СМ 8-й серии появились на рынке совсем недавно, поэтому полноценная статистика неисправностей этих устройств пока отсутствует. Вследствие этого при устранении дефектов нужно полагаться на свой опыт, данное описание, а также сервисные приложения, заложенные производителем СМ (коды ошибок, тестовый режим).

При ремонте ЭМ следует убедиться, что возникший дефект не вызван неисправностью других элементов СМ — датчиков, моторов, клапанов и других узлов. Довольно часто неисправности СМ возникают по причине плохих контактов в соединителях (как самого модуля, так и его внешних элементов), переходных пистонах между сторонами печатной платы, а также в случае попадания на ЭМ влаги. В качестве примера

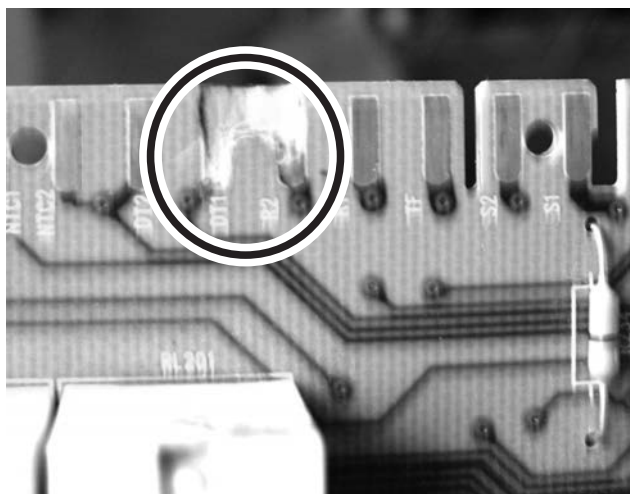


Рис. 5.2.7. Разрушение контактных площадок соединителя J5 (X7) ЭМ при пробое между цепями питания приводного мотора и тахогенератора

можно привести последствия попадания влаги на соединитель J5 (X7) — см. рис. 5.2.7. На нем видно разрушение контактных площадок соединителя при высоковольтном пробое между цепями питания приводного мотора (конт. 5, R2) и тахогенератора (конт. 6, DT1). А это только внешние проявления — неизвестно, сохранилась ли в подобном случае работоспособность транзистора Q8, сборки D201, МК U1 и других элементов.

Также отметим, что МК, применяемый в ЭМ, изначально проектировался для эксплуатации в сложных климатических условиях (промышленные приложения) и поэтому имеет повышенную помехозащищенность. Поэтому неисправности ЭМ, связанные с нарушением содержимого внутренней Flash-памяти МК, случаются гораздо реже, по сравнению аналогичными приборами других производителей, также применяемыми в СМ (семейства H8/300 (RENESAS), HCS08 (FREESCALE), ATMEGA 32/644 (ATMEL) и др.).

Рассмотрим некоторые дефекты модуля и способы их устранения.

СМ не включается

При признаках подобной неисправности сначала проверяют поступление сетевого напряже-

ния на вход ИП после сдвоенного выключателя в корпусе селектора программ, а затем уже — работоспособность самого источника (см. рис. 5.2.2). Если ИП неисправен, определяют причину выхода его из строя (например, вследствие повышенного напряжения в сети, попадания влаги на плату модуля или короткого замыкания в нагрузках). Обычно бывает достаточно проверить элементы входных цепей (токоограничительный резистор R102, варистор VR100, сетевой выпрямитель C100 D100, демпферную цепь C101 D101), а также U100 LNK363PN. Если ИП исправен, необходимо проверить работоспособность МК (хотя бы на наличие импульсных сигналов управления индикацией ПУ на выв. 30 U1 и др.).

На ПУ индикация отсутствует или искажена (мерцание и др.), она не соответствует конкретному режиму работы СМ. Логика работы СМ не нарушена

В подобном случае проверяют формирование МК сигналов управления индикацией (выв. 23, 27, 30 U1), а также работоспособность сдвигового регистра U302 и ключей Q306, Q307.

Часть 6

Электронные модули стиральных машин DAEWOO

Внимание! Копирование и размещение данных материалов на Web-сайтах и других СМИ без письменного разрешения редакции преследуется в административном и уголовном порядке в соответствии с Законом РФ.

Глава 6.1. Электронный модуль стиральных машин «DAEWOO DWD-M8011 /8021»

Общие сведения

Рассматриваемый в этой главе ЭМ (маркировка 361430AA20, заказной код PRPSSWC021) применяется в СМ с фронтальной загрузкой белья «DAEWOO DWD-M8011». Похожие по компоновке ЭМ данного семейства имеют заказные коды PRPSSWC000/001/002/003/010/011/012/013/020/22/23, PRPAFRQ100/150 и применяются в нескольких линейках стиральных машин «DAEWOO DWD-M101x/M102x/ M103x M801x/M802x/M803x/M121x/ M122x/M123x». Все ЭМ для указанных моделей имеют незначительные отличия — кроме разных прошивок ПО в них могут устанавливаться компоненты силовых и сигнальных цепей, например, цифрового дисплея, клапанов залива воды, пузырькового насоса и др.

В состав ЭМ входит основной управляющий компонент — МК типа MN101E31GXW. Эта микросхема создавалась как основной компонент

MCU (Multipoint Control Unit) устройства управления аудио- и видеоподсистемами. ИМС чаще всего применяется в автомобильных аудиоприложениях, в частности, в аудиосистемах автомобилей ЛАДА КАЛИНА и ГРАНТА. Что подвигло разработчиков рассматриваемого ЭМ использовать в нем МК с подобной «специализацией» — непонятно.

Помимо встроенной в МК масочной памяти (в ней хранится ПО) — ЭМ имеет в своем составе отдельную микросхему ЭСППЗУ 24C02, которая используется для хранения переменных данных. Каждая разновидность ЭМ предназначена для установки в конкретные типы СМ.

ЭМ совмещает в себе, кроме традиционных узлов (МК, управляющие силовые и измерительные компоненты и цепи), также элементы ПУ: селектор программ, функциональные кнопки и индикаторы. Подобная компоновка предназначена для применения ЭМ в бюджетных моделях СМ.

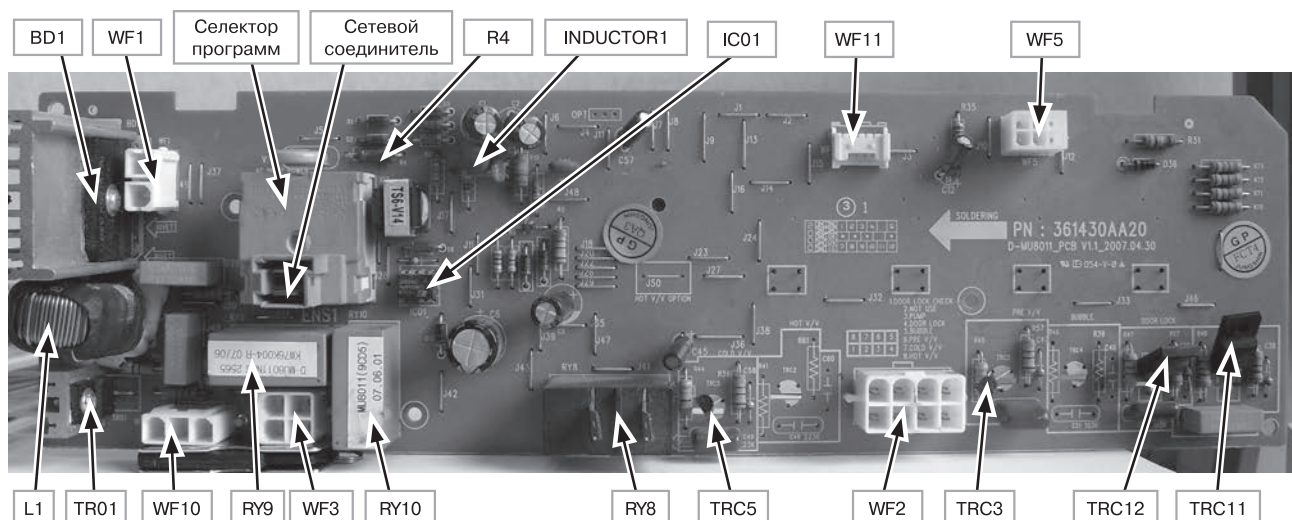


Рис. 6.1.1. Внешний вид ЭМ (код 361430AA20) и расположение основных компонентов

Еще одной отличительной особенностью ЭМ является то, что он работает с коллекторным приводным мотором постоянного тока, кроме того, к нему подключается интегральный прессостат (датчик уровня воды в баке, в котором давление на его входе через мембрану и катушку управляет частотой работы встроенного генератора сигналов). Основным отличием коллекторных моторов постоянного и переменного тока является то, что в первом случае обмотки мотора намотаны более тонким проводом и имеют большее количество витков. Остальные внешние узлы, подключаемые к ЭМ (клапаны залива воды, УБЛ, помпа, ТЭН и др.), имеют традиционные конструкции и поэтому особенностей не имеют.

Внешний вид ЭМ (код 361430AA20) показан на рис. 6.1.1, а на рис. 6.1.2 приведена схема соединений ЭМ применительно к СМ «DAEWOO DWD-M8011/M8021».

Состав электронного модуля

В состав ЭМ входят следующие основные элементы и узлы:

- 8-битный МК типа MN101E31GXW производства компании Panasonic Semiconductor. МК

управляет всеми внешними исполнительными узлами СМ через буферные элементы (7-канальные сборки KID65004, реле или симисторы), а именно: приводным мотором, клапанами залива воды, помпой, УБЛ, пузырьковым насосом (опция) и ТЭН.

Кроме того, МК обеспечивает:

- поддержку работы встроенных элементов ПУ (кнопки, индикаторы, селектор программ);
- прием и обработку сигнала с датчика температуры NTC воды;
- прием и обработку сигнала с тахогенератора;
- прием и обработку сигналов с интегрального датчика уровня воды (прессостата);
- прием диагностических сигналов, которые контролируют работоспособность некоторых узлов в составе ЭМ.
- ИМС ЭСППЗУ типа 24C02. Она связана с МК по 2-проводной последовательной шине I²C. В ней хранятся переменные данные.
- Импульсный ИП. Он выполнен на основе микросхемы LNK354 и формирует два постоянных напряжения: 12 и 5 В. Напряжение 12 В используется для питания буферных ключей в составе микросхем KID65004 и их нагрузок (управление реле и симисторами), а 5 В — для питания остальных схем и узлов в составе ЭМ (МК, ЭСППЗУ и др.).

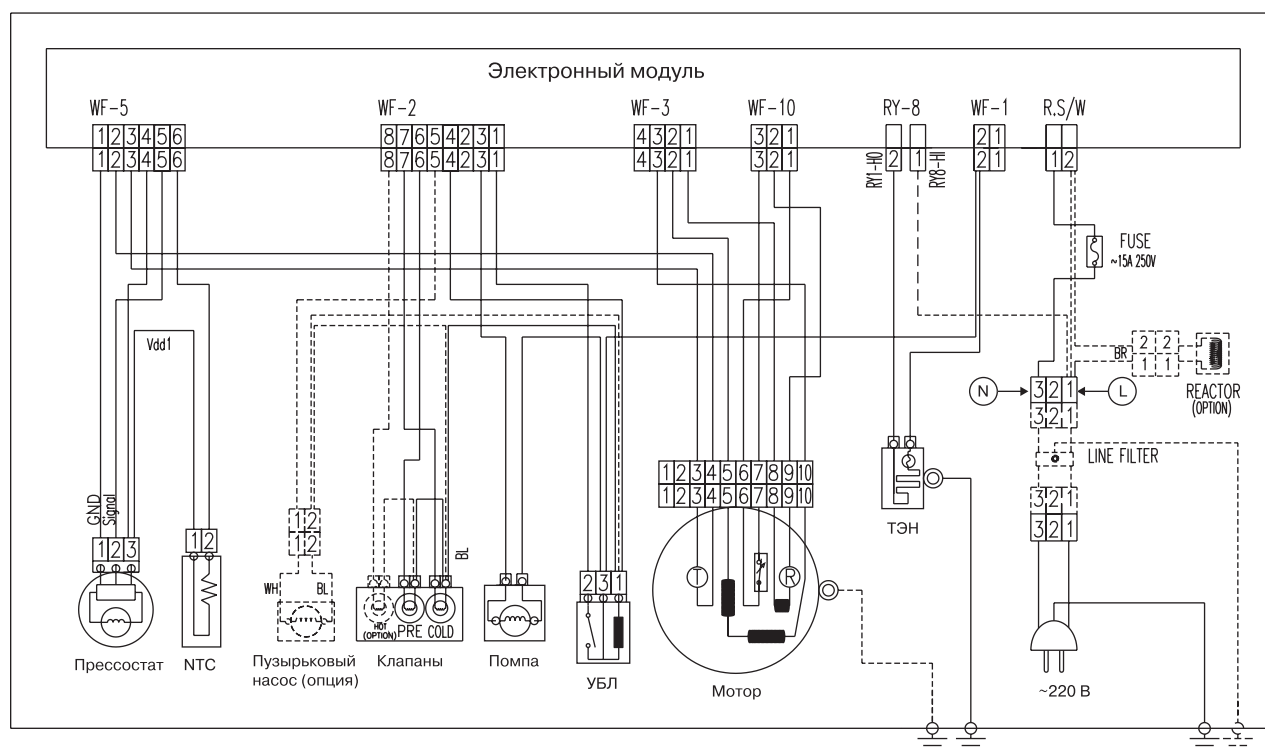


Рис. 6.1.2. Схема соединений СМ «DAEWOO DWD-M8011/M8021»

- Реле коммутации силовых цепей ЭМ — ТЭН и обмоток приводного мотора.
- Симисторы управления силовыми нагрузками в составе СМ. Например, мощный симистор STF16A60 используется для управления приводным мотором, симисторы средней мощности STF6A80 и STF4A60 управляют помпой и УБЛ, а маломощные симисторы НТВ1А80 — электромагнитными клапанами залива воды и пузырьковым насосом (опция). Указанные симисторы среди специалистов мало распространены — их можно с успехом заменить на более распространенные приборы, например на ВТВ16-600 (вместо STF16A60), Т405-600, ВТ136-600 (вместо STF4A60) или Z0103МА (вместо НТВ1А80).

Компоновка ЭМ имеет некоторую избыточность. Например, в рассматриваемом образце модуля не установлены компоненты в цепях пузырькового насоса, клапана залива горячей воды и др. В этой главе рассматривается полная версия ЭМ с той лишь разницей, что компоненты, которые отсутствуют в версии 361430AA20, обозначены пунктирными линиями (см. рис. 6.1.3 и описание ниже).

- 7-канальные сборки типа КID65004. Транзисторные каскады в составе сборок используются в качестве буферных элементов между выходами МК и силовыми управляющими компонентами в составе ЭМ — симисторами и реле. Полным аналогом данной сборки является ULN2004 (корпус SO16).

Описание основных узлов ЭМ

Рассмотрим состав и работу основных узлов ЭМ по принципиальной схеме, приведенной на рис. 6.1.3.

Источник питания

ИП формирует постоянные напряжения 12 и 5 В, которые используются для питания элементов и узлов ЭМ. Он построен по схеме импульсного обратного преобразователя. Основой источника является контроллер семейства LinkSwitch-HF LNK354 производства Power Integrations. Особенностью данной микросхемы является то, что в ИП на ее основе в трансформаторе не нужна дополнительная обмотка для

питания ИМС и обеспечения обратной связи.

Микросхемы данного семейства включают в себя силовой МОП транзистор ($U_D=700$ В, $I=400$ мА, $R_{DS\,ON}=34$ Ом.), тактовый генератор, автоматическую систему перезапуска (в том числе, схему начального пуска от высокого входного напряжения), эффективные системы ограничения тока через выходной транзистор и защиты кристалла от перегрева и др. ИМС обеспечивает работу преобразователя на частоте до 200 кГц, максимальная мощность, отдаваемая в нагрузку, около 4 Вт. Контроллер LNK354 обеспечивает работу ШИМ с девиацией несущей порядка 16 кГц, что позволило уменьшить размеры импульсного трансформатора и исключить звуковые помехи.

Структурная схема и расположение выводов микросхемы приведены на рис. 6.1.4, а назначение ее выводов — в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1. Назначение выводов микросхемы LNK354

Номер вывода	Обозначение	Назначение
1, 2, 7, 8	S (SOURCE)	Выводы соединены с общим проводом схемы управления в составе микросхемы и с истоком силового МОП транзистора
3	BP (BYPASS)	Вывод подключения внешнего блокировочного конденсатора для обеспечения работы внутреннего стабилизатора напряжения (5,8 В)
4	FB (FEETBACK)	Вход сигнала обратной связи
5	D (DRAIN)	Сток внутреннего силового МОП транзистора. Через этот вывод также питается логическая часть микросхемы

В состав ИП входят следующие основные компоненты:

- входная цепь ограничения по напряжению и току (VAR1, R4);
- сетевой выпрямитель (D5, C1, C2, INDUCTOR1), выпрямители цепей питания приводного мотора (BD1) и формирования сигнала сетевой синхронизации МК (D1-D4);
- контроллер IC01 типа LNK354;
- импульсный трансформатор IC3 типа TS6-V14;
- выходные выпрямители (D7, C5, D9, C6);
- элементы цепи обратной связи (ZD01, IC4, R8, R9);
- демпферная цепь (D16, R3, C3).

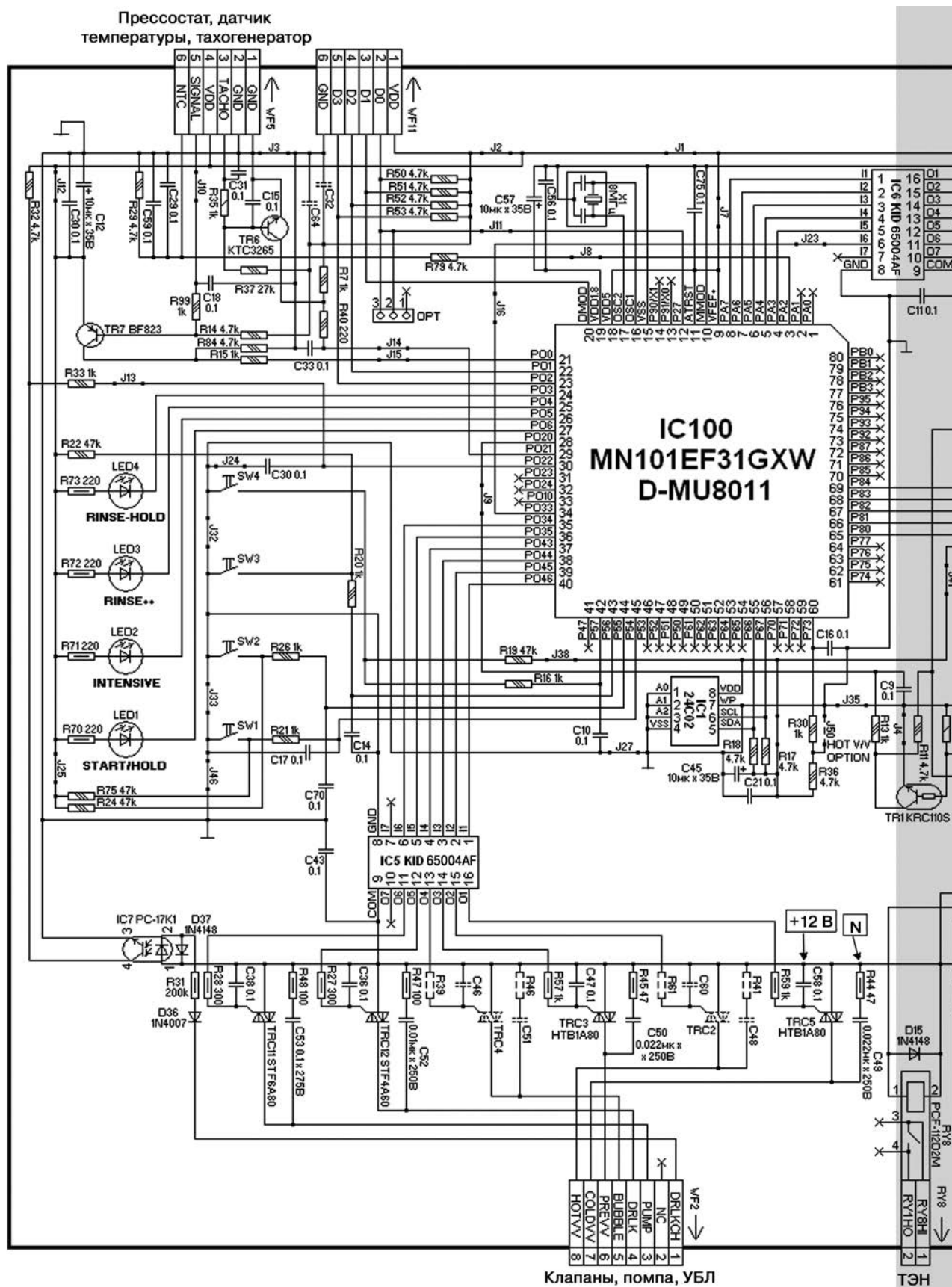
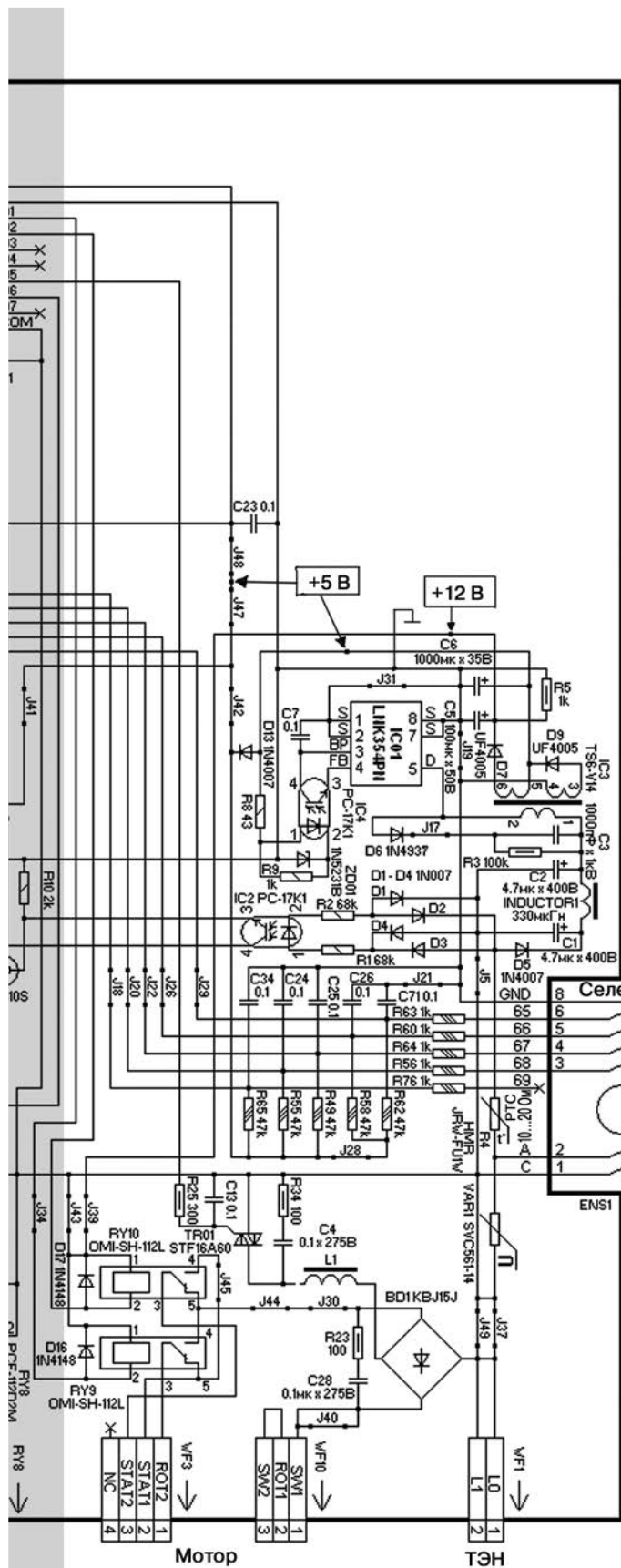


Рис. 6.1.3. Принципиальная



электрическая схема ЭМ

Отметим некоторые особенности ИП:

1. Схемный корпус (общий) в данном источнике соединен с шиной питания -5 (-12) В, а шина $+12$ В соединена с сетевой линией N (NEUTRAL).

2. На принципиальной схеме (на соединителях WF5, WF11 и на выводах микросхем IC100 (МК) и IC1 (ЭСППЗУ)) напряжение питания $+5$ В обозначено как «VDD», а общий провод — «GND» (соединители WF5, WF11, сборки IC5, IC6) и VSS (IC100 и IC1).

Элементы управления исполнительными устройствами СМ

На плате ЭМ расположены следующие элементы управления исполнительными устройствами СМ:

● **Симисторы управления клапанами залива воды HOT (опция), PRE и COLD** (рис. 6.1.2, 6.1.3).

Цепь управления симистора TRC2 (клапан горячей воды HOT): выв. 39 МК IC100 (рис. 6.1.3) — выв. 2, 15 транзисторной сборки IC5 — R61 — управляющий электрод TRC2. Силовой выход симистора подключен к конт. 8 (HOTW) соединителя WF2.

Цепь управления симистора TRC5 (клапан холодной воды COLD отделения основной стирки): выв. 40 МК IC100 — выв. 1, 16 сборки IC5 — R59 — управляющий электрод TRC5. Силовой выход симистора подключен к конт. 7 (COLDV) соединителя WF2.

Цепь управления симистора TRC3 (клапан холодной воды PRE отделения предварительной стирки): выв. 38 МК IC100 — выв. 3, 14 сборки IC5 — R57 — управляющий электрод TRC3. Силовой выход симистора подключен к конт. 6 (PREV) соединителя WF2.

● **Симистор TRC12 УБЛ** управляется по цепи: выв. 36 МК IC100 — выв. 5, 12 сборки IC5 — R59 — управляющий элек-

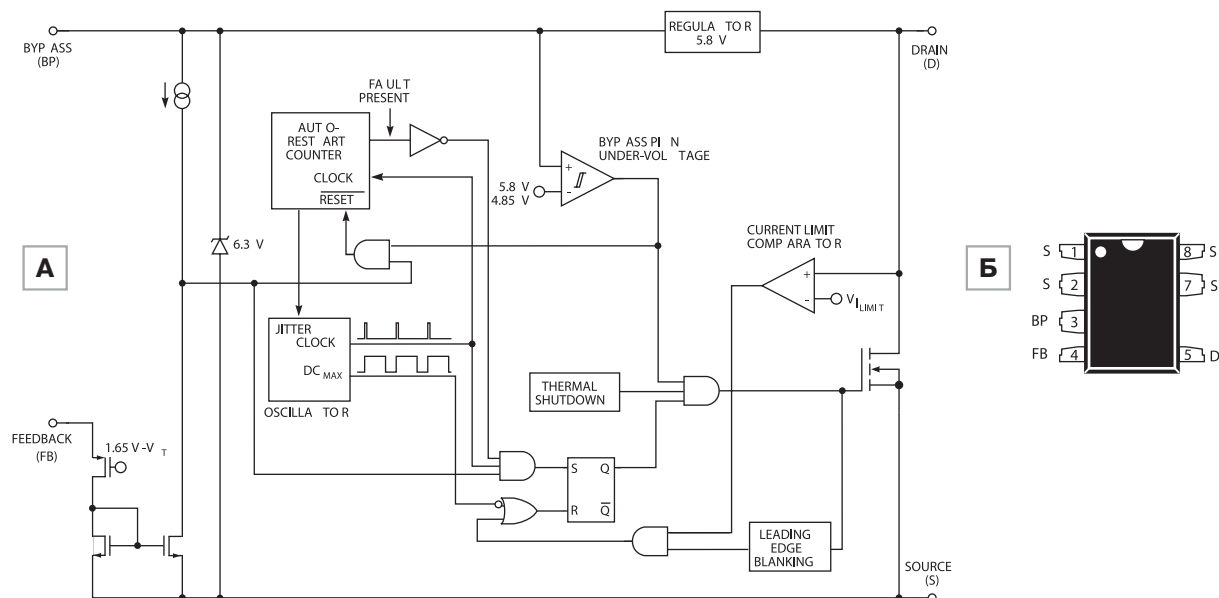


Рис. 6.1.4. Структурная схема микросхемы LNK354 (а) и расположение ее выводов (б)

трод TRC12. Силовой выход симистора подключен к конт. 4 (DRLK) соединителя WF2.

- **Симистор TR01 приводного мотора** (рис. 6.1.2, 6.1.3), управляется ШИМ сигналом по цепи: выв. 4 МК IC100 — выв. 5, 12 сборки IC6 — R25 — управляющий электрод TR01. Силовой выход симистора через накопительный дроссель L1 и выпрямительный мост BD1 подключен к конт. 1 (SW1) соединителя WF10.
- **Симистор TRC11 помпы** управляется по цепи: выв. 35 МК IC100 — выв. 6, 11 сборки IC5 — R28 — управляющий электрод TRC11. Силовой выход симистора подключен к конт. 3 (PUMP) соединителя WF2.
- **Симистор TRC4 пузырькового насоса** (устанавливается опционально) управляется по цепи: выв. 37 МК IC100 — выв. 4, 13 сборки IC5 — R39 — управляющий электрод TRC4. Силовой выход симистора подключен к конт. 5 (BUBBLE) соединителя WF2.
- **Реле ТЭН RY8** управляется по цепи: выв. 34 МК IC100 (рис. 6.1.2, 6.1.3) — выв. 6, 11 сборки IC6 — обмотка RY8. Силовые контактные группы находятся сверху корпуса реле и соединены с одним из выводов ТЭН и сетевой шиной.
- **Реле RY9 и RY10 реверса приводного мотора** коммутируют фазировку питания обмотки статора приводного мотора. Они управляются по следующим цепям (в скобках — для реле RY10): выв. 8 (7) МК IC100 — выв. 1, 16 (выв. 2, 15) транзисторной сборки IC6 — обмотка RY9 (RY10). Часть контактных групп этих реле выведены на конт. 1-3 (ROT2, STAT1, STAT2) соединителя WF3. Как уже отмечалось выше, ЭМ предназначен для подключения приводного мотора постоянного тока (на это указывает наличие выпрямителя BD1 и накопительного дросселя L1). Главное преимущество коллекторных моторов постоянного тока по сравнению с подобными узлами переменного тока в том, что первые более точно поддерживают заданную скорость вращения при различных нагрузках и имеют меньшую «шумность».

Элементы контроля, измерительные и сигнальные цепи

В составе ЭМ имеются следующие измерительные и сигнальные цепи:

- с датчика температуры NTC (подключен к конт. 6 соединителя WF5) сигнал поступает через резистор R79 на выв. 30 МК IC100 (вход АЦП) (см. рис. 6.1.3);
- с выхода **прессостата** измерительный сигнал (его частота зависит от уровня воды в баке) через конт. 5 (SIGNAL) соединителя WF5 и через буферный каскад на транзисторе TR7 поступает на выв. 21 МК IC100 для последующей обработки. Принцип работы подобного

интегрального датчика уровня воды описан, например, в [21] и в главе 4.1. Электронная схема (управляемый генератор) в составе датчика питается напряжением 5 В с конт. 4 соединителя WF5;

- **контроля срабатывания контактной группы УБЛ.** Сигнал с контактной группы поступает по цепи: конт. 1 (DRLKCH — DOOR LOCK CHECK) соединителя WF2 — D36 — R31 — оп-трон IC7 — R33 — выв. 30 IC100 (рис. 6.1.3);
- с **тахогенератора** (датчика скорости вращения приводного мотора) сигнал поступает по цепи: конт. 3 соединителя WF5 — R35 — TR6 — R40 — выв. 29 МК IC100;
- **сетевой синхронизации** МК (100 Гц). Сигнал снимается с сетевых шин L и N и затем посту-пает по цепи: выпрямители D1-D4 — R1, R2 — оп-трон IC2 — TR1 — R13 — выв. 28 IC100.

В данном ЭМ отсутствуют элементы и цепи контроля исполнительными узлами в составе СМ (кроме УБЛ).

В составе ЭМ также имеются цепи и компо-ненты ПУ:

- функциональные кнопки SW1-SW4. Они вклю-чены в цепи резистивных делителей напряже-ния и подключены к выв. 45, 44, 43, 42 IC100 соответственно;
- индикаторные светодиоды LED1-LED4. Каж-дый из них напрямую управляется с выводов МК IC100 (выв. 27, 26, 25, 24 соответственно);
- селектор программ. С контактных групп се-лектора 4-разрядный программный код по-ступает на выв. 65-68 МК IC100. Селектор программ совмещен с выключателем пита-ния, сетевое питание подается на ИП ЭМ во всех положениях ручки селектора, кроме од-ного — «ВЫКЛ».

Для подключения внешних устройств (напри-мер, программатора) на ЭМ имеется специаль-ный соединитель WF11. На него выведены четы-

ре информационных линии, подключенные к выв. 23, 22, 20, 12 МК IC100. Одна из линий — вход сигнала начального сброса МК (NRST, выв. 12), еще две (выв. 21, 22) — линии обмена данными последовательного интерфейса (RXD и TXD соответственно). Последняя линия — вход функционального сигнала DMOD (выв. 20). На соединитель WF11 также выведены линия пита-ния +5 В и общий провод.

Микроконтроллер

В рассматриваемом семействе ЭМ использу-ется МК типа MN101E31GXW фирмы Panasonic Semiconductor. Эта микросхема выполнена в корпусе LQFP080-P-1414A. В состав МК входят следующие основные элементы:

- 8-битное процессорное ядро;
- ОЗУ объемом 4 кбит;
- масочная постоянная память объемом 128 кбит;
- 70 линий универсальных портов ввода-выво-да;
- 10-битный 12-канальный АЦП;
- последовательные интерфейсы I²C и UART, а также интерфейсы ЖК индикатора (55 сег-ментов x 4 строки) и локальной клавиатуры.

Для обеспечения работы внутреннего такто-вого генератора к выв. 16, 17 МК может быть под-ключен внешний кварцевый резонатор частотой до 20 МГц (в ЭМ используется резонатор частотой 8 МГц). В ИМС имеются два входа для аппа-ратного сброса, один из них, ARST (выв. 11), под-ключен к линии +5 В, а второй, NRST (выв. 12) — к внешнему соединителю WF11 (см. рис. 6.1.3).

МК IC100 через последовательную шину I²C обеспечивает управление ЭСППЗУ IC1.

Обозначение и назначение (применительно к ЭМ) выводов МК MN101E31GXW приведено в та-блице 6.1.2.

Таблица 6.1.2. Обозначение и назначение выводов МК MN101E31GXW

Номер вывода	Обозначение	Назначение (применительно к ЭМ)
1, 2	—	Не используются
3	PA2/AN2/ TM2IOA	Вход сигнала с датчика температуры NTC
4	PA3/AN3/ TM3IOA	Выход управления симистором TR01 приводного мотора (через выв. 5, 12 сборки IC6)
5	PA4/AN4/ TM4IOA	Резервный выход, соединен с выв. 4 сборки IC6

Номер вывода	Обозначение	Назначение (применительно к ЭМ)
6	PA5/AN5/ TM7IOA	Резервный выход, соединен с выв. 3 сборки IC6
7	PA6/AN6/ TM8IOA	Выход управления реле RY10 реверса приводного мотора (через выв. 2, 15 сборки IC6)
8	PA7/AN7	Выход управления реле RY9 реверса приводного мотора (через выв. 1, 16 сборки IC6)
9	VREF+	Соединен с линией +5 В
10	MMOD	Соединен с общим проводом

Таблица 6.1.2. Обозначение и назначение выводов МК MN101E31GXW (окончание)

Номер вывода	Обозначение	Назначение (применительно к ЭМ)
11	ATRST	Соединен с линией +5 В
12	P27/NRST	Соединен с конт. 2 соединителя WF11 (внешний вход начального сброса МК)
13, 14	—	Не используются
15	VSS	Соединен с общим проводом
16	OSC1	К выводам подключен кварцевый резонатор X1 (8 МГц)
17	OSC2	
18	VDD5	Соединен с линией +5 В
19	VDD18	Соединен с общим проводом через конденсаторы C56, C57
20	DMOD	Соединен с конт. 3 соединителя WF11
21	P00/LED0/ TM7IOB/ SBI1A/RXD1A	Вход сигнала с прессоштата
22	P01/LED1/ TM8IOB/ SBO1A/TXD1A	Соединен с конт. 4 соединителя WF11
23	P02/LED2/ SBT1A	Соединен с конт. 5 соединителя WF11
24	P03/LED3/ TM0IOB/ TM21OB/ RMOUTB	Выход управления индикатором LED4
25	P04/LED4	Выход управления индикатором LED3
26	P05/LED5	Выход управления индикатором LED2
27	P06/LED6	Выход управления индикатором LED1
28	P20/IRQ0/ ACZ0/SEG40	Вход сигнала сетевой синхронизации (100 Гц)
29	P21/IRQ1/ ACZ1/SEG39	Вход сигнала с тахогенератора
30	P22/IRQ2/ SEG38	Вход контрольного сигнала срабатывания контактной группы УБЛ
31-33	—	Не используются
34	P33/SBO4B/ SDA4B/SEG34	Выход управления реле RY8 ТЭН (через выв. 6, 11 сборки IC6)
35	P34/SBT4B/ SCL4B/SEG33	Выход управления симистором TRC11 помпы (через выв. 6, 11 сборки IC5)
36	P35/SB14B/ SEG32	Выход управления симистором TRC12 УБЛ (через выв. 5, 12 сборки IC5)
37	P43/SBO0B/ TXD0B/SEG31	Выход управления симистором TRC4 пузырькового насоса (устанавливается опционально) (через выв. 4, 13 сборки IC5)
38	P44/SBI0B/ RXD0B/SEG30	Выход управления симистором TRC3 клапана холодной воды PRE (через выв. 3, 14 сборки IC5)

Номер вывода	Обозначение	Назначение (применительно к ЭМ)
39	P45/SBT0B/ SEG29	Выход управления симистором TRC2 клапана горячей воды HOT (устанавливается опционально) (через выв. 2, 15 сборки IC5)
40	P46/SDA5B/ SEG28	Выход управления симистором TRC5 клапана холодной воды COLD (через выв. 1, 16 сборки IC5)
41	P47/SCL5B/ SEG27	Не используется
42	P57/KEY7/D7/ SEG26	Вход сигнала с функциональной кнопки SW4
43	P56/KEY6/D6/ SEG25	Вход сигнала с функциональной кнопки SW3
44	P55/KEY5/D5/ SEG24	Вход сигнала с функциональной кнопки SW2
45	P54/ NBUZZERA/ KEY4/D4/ SEG23	Вход сигнала с функциональной кнопки SW1
46-54	—	Не используются
55	P66/SBO4A/ SDA4A/A4/ SEG13	Линия SDA последовательной шины I ² C для связи с микросхемой ЭСППЗУ
56	P67/SBT4A/ SCL4A/A5/ SEG12	Линия SCL последовательной шины I ² C для связи с микросхемой ЭСППЗУ
57-59		Не используются
60	P73/SDA5A/ NRE/SEG8	Функциональный вход для логического подключения/отключения выхода (выв. 39 МК IC100) управления симистором TRC2 клапана горячей воды HOT. Активация/деактивация указанной цепи выполняется с помощью перемычки J50
61-64	—	Не используются
65	P80/SDO0/ A11/SEG3	Вход первого разряда с переключателя селектора программ
66	P81/SDO1/ A12/SEG2	Вход второго разряда с переключателя селектора программ
67	P82/SDO2/ A13/SEG1	Вход третьего разряда с переключателя селектора программ
68	P83/SDO3/ A14/SEG0	Вход четвертого разряда с 4-разрядного переключателя селектора программ
69	P84/SDO4/ A15/COM0	К селектору программ не подключен, хотя цепи аналогичны, как у выв. 65-68
70-80	—	Не используются

В ходе анализа таблицы 6.1.2 можно сделать следующие выводы:

1. Многие выводы МК не используются в ЭМ. Объясняется это тем, что данный микроконтроллер имеет несколько сфер применения и не все его функции, применительно к конкретной конфигурации ЭМ, востребованы.

2. Часть выводов МК зарезервирована, хотя они соединены, например, со сборками ключей (IC5, IC6). Это сделано с целью унификации — в зависимости от функциональных возможностей ЭМ на нем могут быть установлены дополнительные элементы, под которые уже на плате зарезервированы установочные места. В этом случае принципиальные доработки ЭМ уже не нужны.

У специалистов часто возникают вопросы по поводу замены и возможного программирования данных МК. Так как энергонезависимая память в составе МК является масочной, ее содержимое изменить нельзя. Данные, записанные в ЭСППЗУ, являются временными, они не влияют критически на работоспособность ЭМ (в крайнем случае, их можно стереть любым из известных способов).

ЭСППЗУ

Как уже отмечалось, в микросхеме ЭСППЗУ IC1 (24C02) объемом 256 байт хранятся некритичные для работы ЭМ временные данные. МК связан с этой микросхемой последовательным интерфейсом I²C. По шине SDA (выв. 55 IC100 — выв. 5 IC1) передаются данные, а по шине SCL (выв. 56 IC100 — выв. 6 IC1) — синхросигнал.

Коды маркировки электронных компонентов в составе ЭМ

Приведем соответствие кодов маркировки некоторых компонентов в составе ЭМ их типам (см. таблицу 6.1.3).

Возможные неисправности и их устранение

Прежде чем говорить о неисправностях рассматриваемого ЭМ, необходимо отметить, что данный модуль подвержен тем же «болезням», что и аналогичные узлы от других производителей. Нет смысла говорить об отказах, связанных с управлением внешних компонентов и узлов ЭМ или с нарушением работы элементов контроля — логика их работы понятна подготовленному специалисту, как и поиск неисправностей в этих цепях. Особенности ЭМ и СМ на его основе приведены в данном материале, поэтому специалисты, полагаясь на свой опыт и знания, в большинстве своем смогут выявить и устранить большинство дефектов рассматриваемого ЭМ. При поиске и устранении неисправностей ЭМ также следует использовать возможности встроенной системы диагностики. К сожалению, СМ указанных выше серий чаще всего попадают в сервисные организации с симптомом «Сильные вибрации при отжиме». Обычно подобные неисправности не связаны с дефектами ЭМ, главные их причины — это ошибки проектировщиков (плохо рассчитаны элементы подвески барабана) и низкое качество комплектующих (моторы, амортизаторы). Стоит отметить тот факт, что в рассматриваемом ЭМ практически отсутствуют цепи контроля исполнительных компонентов в составе СМ (за исключением срабатывания контактной группы УБЛ). Работоспособность узлов СМ контролируется МК косвенно, например, вращение приводного мотора контролируется тахогенератором, а работоспособность помпы и клапанов залива воды контролируется прессостатом. Подобная концепция не совсем правильна, так как она не в полной мере способна предотвратить различные аварийные ситуации (перелив воды в баке при условии, что прессостат из-за нарушения калибровки не фиксирует этот уровень или защитные цепи включения ТЭН и др.). Кроме того, в схеме ЭМ

Таблица 6.1.3. Коды маркировки и основные характеристики электронных компонентов в составе ЭМ

Код маркировки	Тип элемента	Основные параметры
1Yp(t)	Высоковольтный биполярный транзистор BF823 (корпус SOT-23)	p-n-p, $U_{кз}=300\text{ В}$, $I_k=50\text{ мА}$
NK	Биполярный транзистор KRC110S (корпус SOT-23), в цепи базы последовательно установлен резистор 4,7 кОм	n-p-n, $U_{кз}=50\text{ В}$, $I_k=100\text{ мА}$
EO/EY	Биполярный транзистор KTC3265 (корпус SOT-23)	n-p-n, $U_{кз}=30\text{ В}$, $I_k=800\text{ мА}$

отсутствуют цепи проверки работоспособности критичных для СМ силовых компонентов (реле ТЭН, симистор помпы, реле и симистор приво-дного мотора). В любом случае подобная мини-мизация не лучшим образом сказывается на надежности работы ЭМ и СМ в целом.

Рассмотрим некоторые неисправности ЭМ и способы их устранения.

СМ не включается

При признаках подобной неисправности в первую очередь проверяют исправность контактной группы коммутации сетевого питания на селекторе программ и позистор R4 (10...20 Ом), затем — элементы первичных и вторичных цепей ИП, а также ИМС IC01. Неисправность ИП также может проявляться, как кратковременное выключение СМ (в это время гаснут и затем загораются индикаторы на ПУ, СМ переходит в состояние ПАУЗА) — при условии, что это не является сбоем внешнего сетевого питания.

СМ не включается или включается, но на индикаторах ПУ загорается произвольная информация (или индикаторы могут

мигать). Ни один режим работы СМ с ПУ не обрабатывается

Подобный дефект возможен в следующих случаях:

- Неисправны ИП и связанные с ним цепи. В этом случае проверяют ИП на предмет соответствия номинальным значениям выходных напряжений и уровням пульсаций.
- Неисправны элементы в цепи сетевой синхронизации МК (D1-D3 — IC2 — TR1 — выв. 28 IC100).
- Неисправен МК.

При работе СМ нарушается логика выполнения программ (варианты разные, например, не заливает воду, но блокирует люк, вращает барабан и периодически включается помпа)

Проверка внешних компонентов ЭМ не выявила неисправностей. Подобный дефект специалисты обычно называют отсутствием сброса программ.

В подобном случае чаще всего бывает достаточно проверить работоспособность/почистить контактные группы селектора программ (не выключатель питания).

Глава 6.2. Электронный модуль стиральных машин «DAEWOO DWD-F1011»

Общие сведения

Рассматриваемые в этой главе ЭМ и ПУ (заказной код комплекта плат PRPSSW5D50) применяются в стиральных машинах (СМ) серии «Fxxxx» с фронтальной загрузкой белья «DAEWOO DWD-F1011/F1012/F1013/F1211/F1212/F1213». Перечислим некоторые заказные коды для обеих плат в сборе:

- PRPSSW4D10, PRPSSW5D50, PRPSSW5D70 (модели СМ DWD-F1011/F1012/F1013);
- PRPSSWB110 (только DWD-F1012);
- PRPSSWB114 (только DWD-F1211);
- PRPSSW4D20 (модели DWD-F1211/F1212/F1213) и др.

Указанные разновидности плат могут иметь разные заказные коды, но применяться в одинаковых моделях в связи с тем, что одни из них являются унифицированными, а другие подверглись модернизации (применен импульсный ис-

точник питания и др.) с изменением заказного кода, но сохранением габаритных показателей и функциональных возможностей.

Похожие по компоновке ЭМ данного семейства применяются более чем в 20 типах СМ DWD-F101x/F102x/F121x/F122x, NFL-1065/1265 и др. Все платы ПУ являются унифицированными, каждая из разновидностей применяется в локальной серии СМ, например, только в DWD-F101x, DWD-F102x или в обеих сразу.

Перечислим основные отличия разных версий ЭМ:

- с импульсным ИП (новые версии ЭМ) или с источником с обычным силовым трансформатором (старые версии ЭМ);
- наличие/отсутствие цепей управления клапаном горячей воды (HOT);
- наличие/отсутствие цепей управления пультырьковым насосом (BUBBLE PUMP);

Таблица 6.2.1. Основные отличия ЭМ СМ серий «F101х/102х» и «M80хх»

	ЭМ СМ серии «F101х/102х»	ЭМ СМ серии «M80хх»
Микроконтроллер	МК MN101EF31GXW со встроенной Flash-памятью (128 кбит) — в наименовании МК имеется буква «F»	МК MN101E31GXW со встроенной масочной памятью (128 кбит) — в наименовании МК отсутствует буква «F»
ПУ	Элементы ПУ расположены на отдельной плате. ЭМ и ПУ соединены между собой двумя шлейфами	Элементы ПУ совмещены с ЭМ
Селектор программ, выключатель питания	Селектор выполнен на основе энкодера импульсного типа, который определяет направление и угловое перемещение ручки селектора. Общее включение/выключение СМ обеспечивается логически без коммутационных силовых цепей (силовые исполнительные элементы коммутируются по отдельным локальным цепям)	Селектор представляет собой многопозиционный 4-разрядный переключатель, совмещенный с силовым выключателем питания
ИП	Источник с сетевым трансформатором и интегральными стабилизаторами напряжения. Существуют новые версии ЭМ с импульсными источниками питания	Импульсный источник. Стабилизация выходных напряжений 5 и 12 В обеспечивается групповым способом с помощью обратной связи
Звуковая сигнализация	Есть	Нет
Организация начального сброса МК	Детектор напряжения KIA7042 (аварийный сброс при снижении питающего напряжения до уровня 4,2 В)	Внутренний аппаратный сброс МК без использования внешних компонентов

- разные цепи управления приводным мотором в зависимости от максимальной скорости отжима барабана (1000/1200 об/мин);
- разное ПО, записанное во Flash-память управляющего МК в составе ЭМ и др.

В главе 6.1 и в [45] описывался ЭМ СМ «DAEWOO DWD-M8011/8021». Рассматриваемый в этой статье ЭМ является расширенной версией предыдущего модуля. В таблице 6.2.1 приведены основные отличия ЭМ СМ серий «F101х/102х» (новый модуль) и «M80хх» (старый модуль).

В состав ЭМ входит основной управляющий компонент — МК типа MN101EF31GXW (см. [42,

45]). Эта микросхема создавалась как основной компонент MCU (Multipoint Control Unit) устройства управления аудио- и видеоподсистемами, в данном случае она нашла применение в ЭМ СМ.

Помимо встроенной в МК Flash-памяти (в ней хранится загрузчик, основное ПО и данные конфигурации) ЭМ имеет в своем составе отдельную микросхему ЭСППЗУ 24C02, которая используется для хранения переменных данных. Каждая разновидность ЭМ предназначена для установки в конкретные типы СМ.

Особенностью ЭМ является то, что он работает с коллекторным приводным мотором постоянного тока (на это указывает наличие на ЭМ

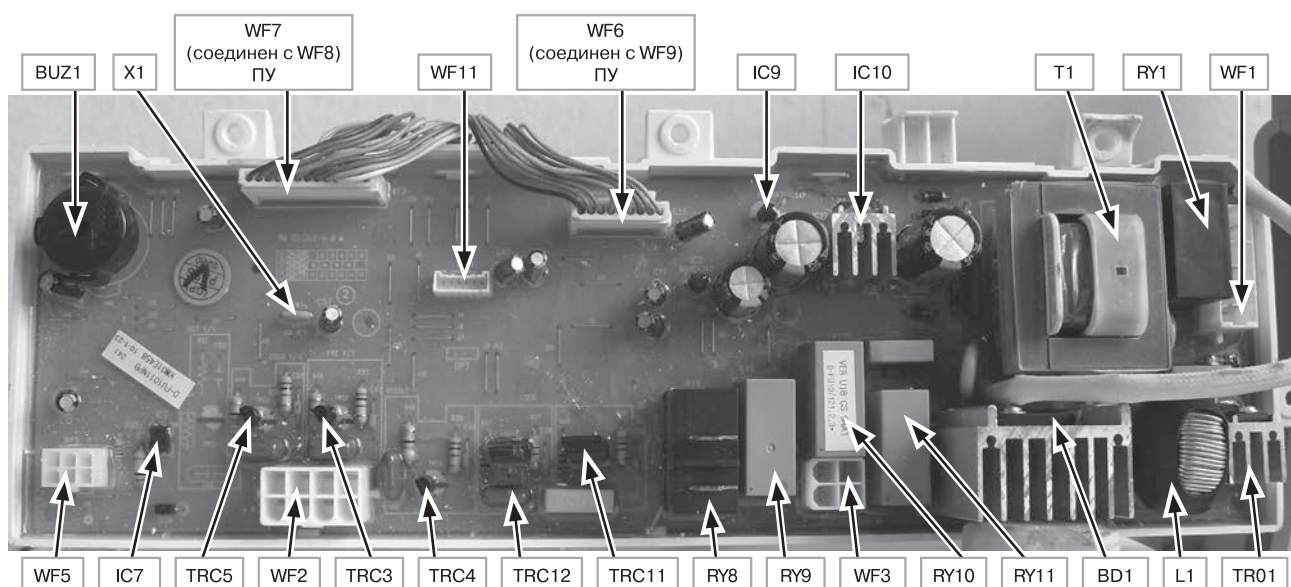


Рис. 6.2.1. Внешний вид ЭМ (код PRPSSW5D50) и расположение основных компонентов

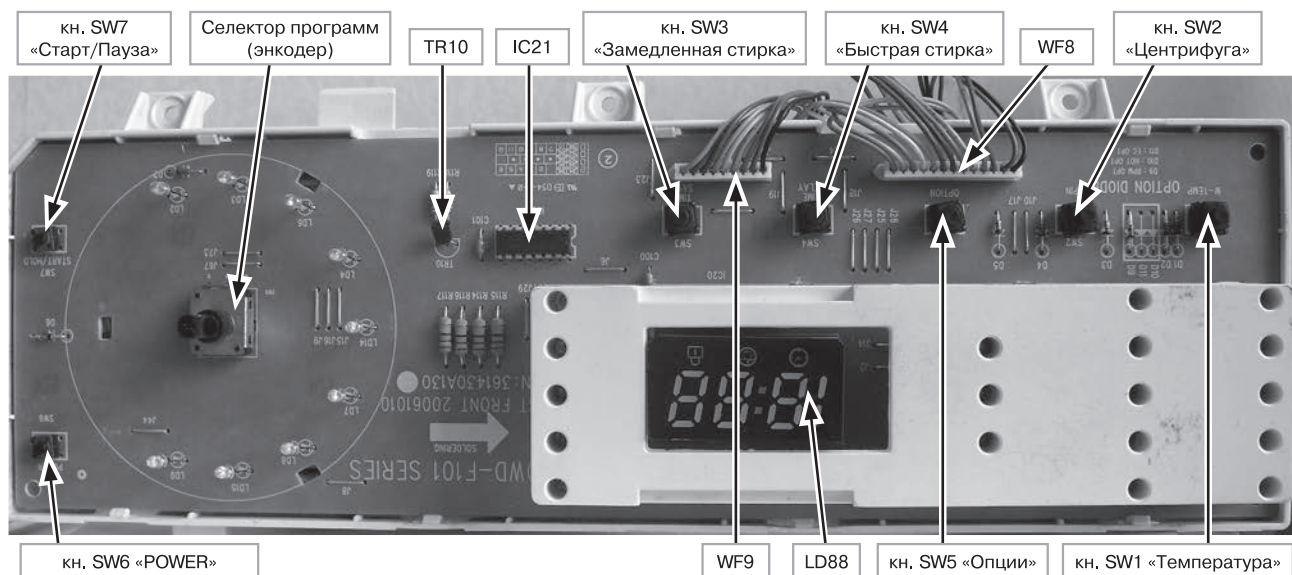


Рис. 6.2.2. Внешний вид платы ПУ и расположение основных компонентов

выпрямителя и силового дросселя — см. [47]), кроме того, к нему подключается прессостат индуктивного типа со встроенным LC-генератором, который изменяет частоту в зависимости от уровня воды в баке СМ — см. [21, 40, 43, 46].

Плата ЭМ залита прозрачным компаундом (на плате ПУ компаунда нет), который затрудняет доступ к электронным компонентам при ремонте модуля. Методика удаления компаунда описана в [40, 46]. Технологично похожие платы ЭМ применяются в СМ LG и SAMSUNG.

Внешний вид ЭМ (код PRPSSW5D50) и расположение основных компонентов показаны на рис. 6.2.1, плата ПУ — на рис. 6.2.2, а разновидность ЭМ с импульсным ИП (код PRPSSW5D80,

применяется в моделях DWD-F1011S/F1211 и др.) — на рис. 6.2.3. На рис. 6.2.4 приведена схема соединений ЭМ.

Состав электронного модуля

В состав ЭМ входят следующие основные элементы и узлы:

- 8-битный МК типа MN101EF31GXW производства компании Panasonic Semiconductor. МК управляет всеми внешними исполнительными узлами СМ через буферные элементы (интегральные транзисторные сборки, реле или

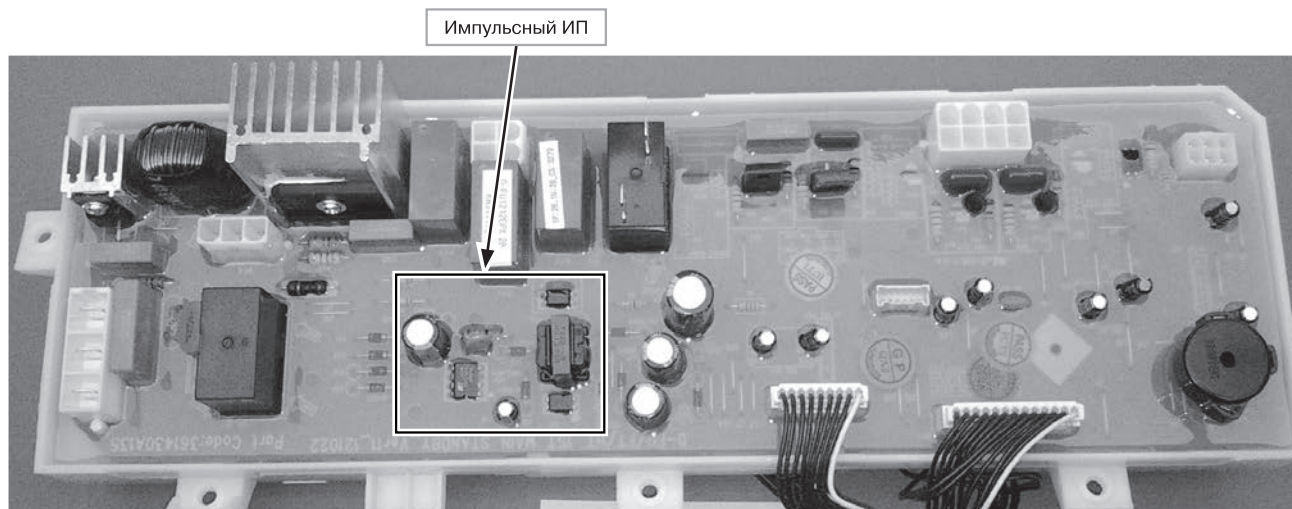


Рис. 6.2.3. Внешний вид ЭМ (код PRPSSW5D80) с импульсным ИП

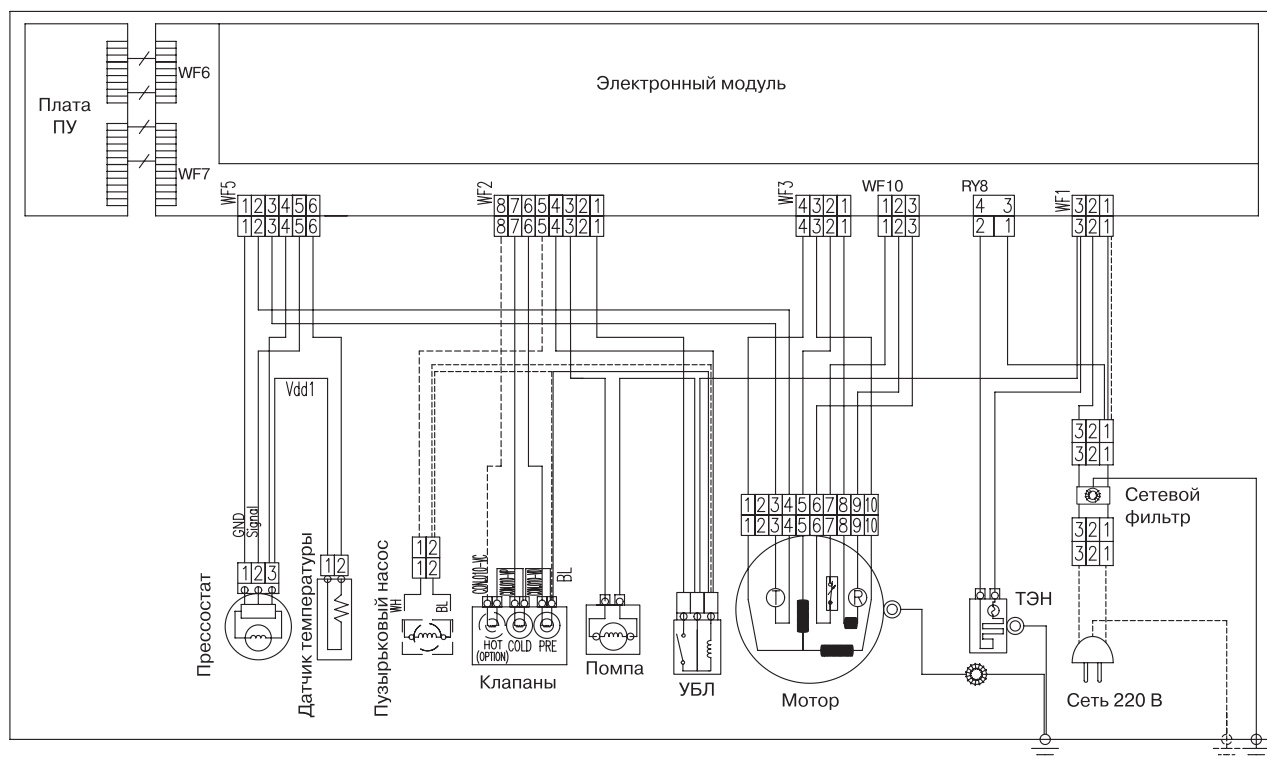


Рис. 6.2.4. Схема соединений ЭМ

симисторы), а именно: приводным мотором, клапанами залива воды, помпой, УБЛ, пузырьковым насосом (опция) и ТЭН.

Кроме того, МК обеспечивает:

- поддержку работы элементов ПУ (кнопки, индикаторы, селектор программ);
- прием и обработку сигнала с NTC-датчика температуры воды;
- прием и обработку сигнала с тахогенератора;
- прием и обработку сигналов с интегрального датчика уровня воды (прессостата);
- прием диагностических сигналов, которые контролируют работоспособность некоторых узлов в составе ЭМ.
- Микросхема энергонезависимой памяти (ЭС-ППЗУ) типа 24C02 для хранения переменных данных. Она связана с МК по 2-проводной последовательной шине I²C.
- Источник питания. В его состав входят сетевой трансформатор, выходной выпрямитель и стабилизаторы напряжения. Выходные питающие напряжения 5 и 12 В формируются с помощью двух стабилизаторов напряжения KIA7812 и KIA7805. Напряжение 12 В используется для питания буферных ключей в составе интегральных транзисторных сборок KID65004, KID65783 и их нагрузок (управле-

ние реле, симисторами и индикаторами), а напряжение 5 В — для питания остальных схем и узлов в составе ЭМ (МК, ЭСППЗУ и др.).

- Реле коммутации силовых цепей ЭМ — ТЭН и обмоток приводного мотора.
- Симисторы управления силовыми нагрузками в составе ЭМ. Например, мощный симистор STF16A60 используется для управления приводным мотором, симисторы средней мощности STF6A80 и STF4A60 управляют помпой и УБЛ, а маломощные симисторы НТВ1А80 — электромагнитными клапанами залива воды и пузырьковым насосом (опция). Возможные замены указанных симисторов приведены в [45].

Компоновка ЭМ имеет некоторую избыточность. Например, в рассматриваемом образце модуля не установлены компоненты в цепях пузырькового насоса, клапана залива горячей воды и др. В этой статье рассматривается полная версия ЭМ с той лишь разницей, что компоненты, которые отсутствуют в рассматриваемой версии модуля, обозначены пунктирными линиями (см. рис. 6.2.5 и описание ниже).

- 7- и 8-канальные сборки типа KID65004, KID65783 соответственно. Транзисторные ка-

Рис. 6.2.5. Принципиальная электрическая

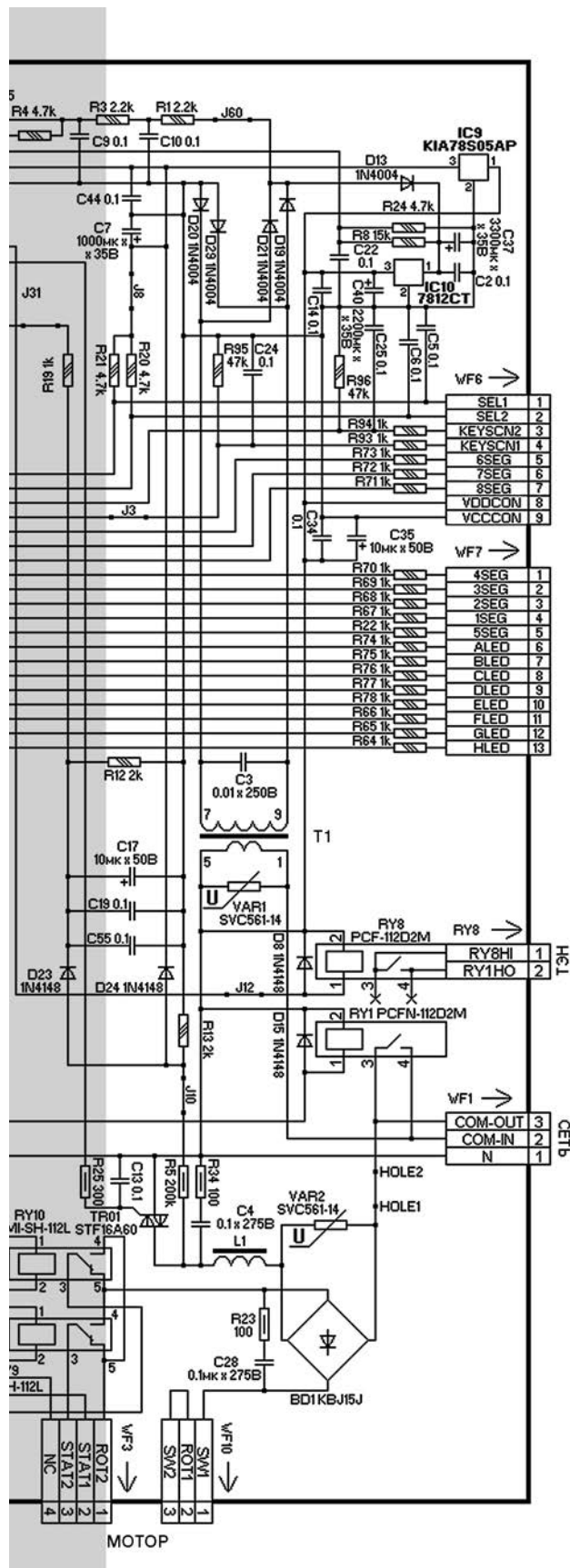


схема ЭМ

скады в составе сборок используются в качестве буферных элементов между выходами МК и силовыми управляющими компонентами в составе ЭМ — симисторами, реле и индикаторами на ПУ.

Описание основных узлов ЭМ

Рассмотрим состав и работу основных узлов ЭМ и ПУ по принципиальным схемам, приведенным на рис. 6.2.5 и 6.2.6 соответственно.

Источник питания

ИП формирует постоянные напряжения 12 и 5 В, которые используются для питания элементов и узлов ЭМ.

В состав ИП входят следующие основные компоненты:

- сетевой трансформатор Т1 (см. рис. 6.2.5);
- входная цепь ограничения по напряжению (VAR1);
- выходной выпрямитель (D13 D19 D20 D21 D29 C7 C37), выпрямитель цепей питания приво-дного мотора (BD1). С выхода выпрямителя D19 D20 D21 D29 снимается сигнал формиро-вания сетевой синхронизации МК;
- интегральные стабилизаторы напряжения IC9 (KIA78S05AP) и IC10 (7812CT).

Отметим некоторые особенности организа-ции системы питания ЭМ:

- шина питания +12 В соединена с сетевой ли-нией N (NEUTRAL);
- каналы питания 5 и 12 В имеют общий схем-ный корпус.

Элементы управления исполнительными устройствами СМ

На плате ЭМ расположены следующие эле-менты управления исполнительными устрой-ствами СМ:

- **Симисторы управления клапанами залива воды HOT (опция), PRE и COLD** (рис. 6.2.4, 6.2.5).

Цепь управления симистора TRC2 (клапан го-рячей воды HOT): выв. 40 МК IC100 (рис. 6.2.5) — выв. 1, 16 транзисторной сборки IC5 — R61 — управляющий электрод TRC2. Силовой выход

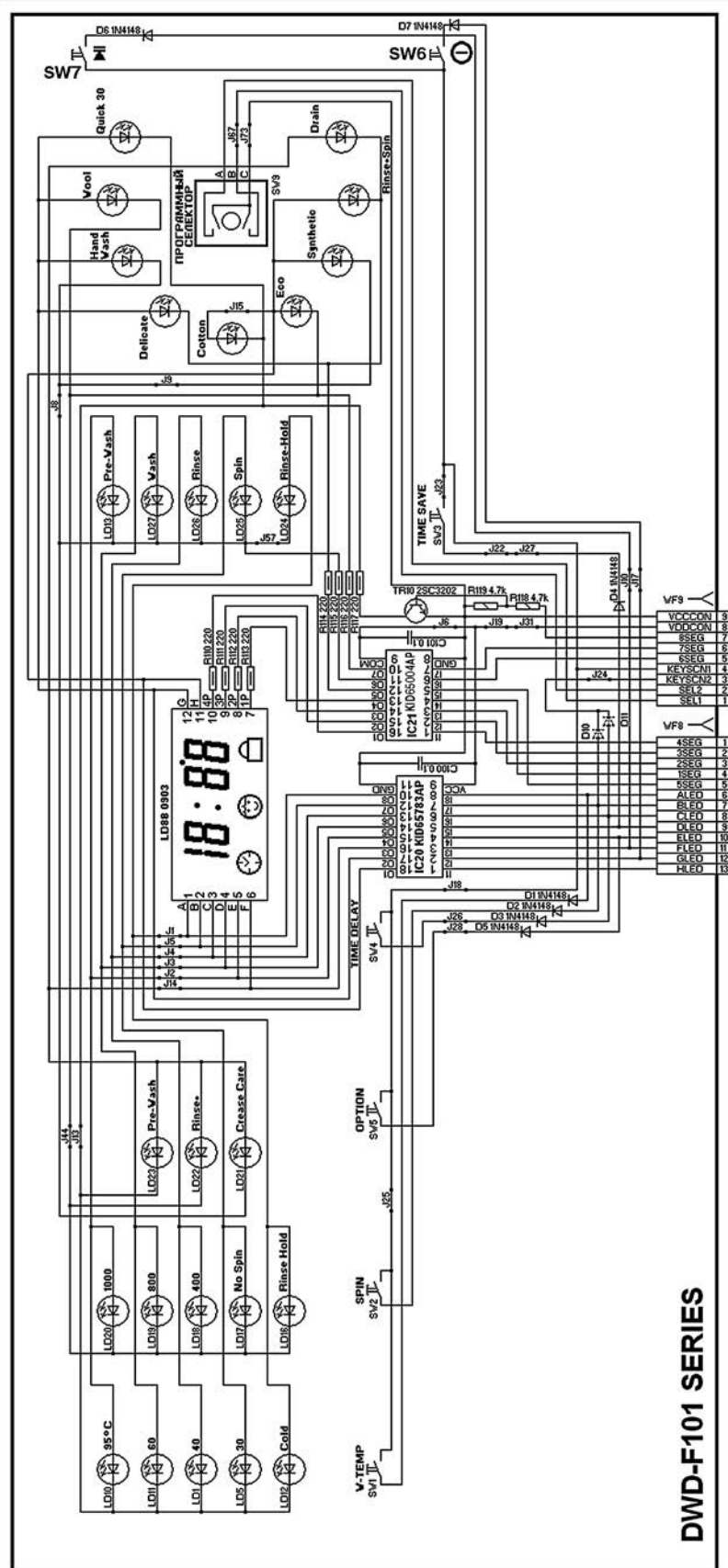


Рис. 6.2.6. Принципиальная электрическая схема ПУ

симистора подключен к конт. 8 (HOTVV) соединителя WF2.

Цепь управления симистора TRC5 (клапан холодной воды COLD отделения основной стирки): выв. 39 МК IC100 — выв. 2, 15 сборки IC5 — R59 — управляющий электрод TRC5. Силовой выход симистора подключен к конт. 7 (COLDVV) соединителя WF2.

Цепь управления симистора TRC3 (клапан холодной воды PRE отделения предварительной стирки): выв. 38 МК IC100 — выв. 3, 14 сборки IC5 — R57 — управляющий электрод TRC3. Силовой выход симистора подключен к конт. 6 (PREVV) соединителя WF2.

- **Симистор TRC12 УБЛ** управляется по цепи: выв. 36 МК IC100 — выв. 5, 12 сборки IC5 — R27 — управляющий электрод TRC12. Силовой выход симистора подключен к конт. 4 (DRLK) соединителя WF2.
- **Симистор TR01 приводного мотора** управляется ШИМ сигналом по цепи: выв. 4 МК IC100 — выв. 5, 12 сборки IC6 — R25 — управляющий электрод TR01. Силовой выход симистора через накопительный дроссель L1 и выпрямительный мост BD1 подключен к конт. 1 (SW1) соединителя WF10.
- **Симистор TRC11 помпы** управляется по цепи: выв. 35 МК IC100 — выв. 6, 11 сборки IC5 — R28 — управляющий электрод TRC11. Силовой выход симистора подключен к конт. 3 (PUMP) соединителя WF2.
- **Симистор TRC4 пузырькового насоса** (устанавливается опционально) управляется по цепи: выв. 37 МК IC100 — выв. 4, 13 сборки IC5 — R39 — управляющий электрод TRC4. Силовой выход симистора подключен к конт. 5 (BUBBLE) соединителя WF2.

Рис. 6.2.7. Расположение выводов KID65783AP (а) и принципиальная схема одного из восьми каналов ИМС (б)

управляются с выв. 57-74 IC100. Для усиления по мощности сигналов индикации служат 8- и 7-канальные транзисторные сборки (KID65783AP и KID65004AP соответственно). На рис. 6.2.7 приведены расположение выводов микросхемы KID65783AP и принципиальная схема одного канала. Микросхема KID65004AP является аналогом распространенной ИМС ULN2004, поэтому ее схема не приводится.

Элементы индикации представлены цифровым индикатором LD88 (разрядностью $3\frac{1}{2}$) и набором из 27 светодиодов, размещенных на плате ПУ в соответствии со своим функциональным назначением. Функциональные кнопки также представляют собой отдельную матрицу, где сигналы опроса кнопок формируются из семи управляющих сигналов матрицы индикации, а выходные сигналы через конт. 3, 4 соединителей WF9 (ПУ) и WF6 (ЭМ) поступают на выв. 70, 71 IC100. Элементы ПУ питаются напряжением 12 В. ЭМ и ПУ соединены между собой 9- и 13-контактными шлейфами.

Селектор программ представляет собой импульсный пошаговый энкодер, который определяет направление и угловое перемещение его ручки. В составе энкодера имеются две контактные группы, срабатывание одной из них сообщает о направлении вращения ручки. Энкодер формирует короткие импульсы, появление каждого из которых соответствует повороту ручки устройства на определенный фиксированный угол (значение угла определяется техническими характеристиками энкодера). Сигналы с энкодера поступают на МК IC100 (выв. 75, 76) для последующей обработки.

Сетевое питание на ЭМ не коммутируется отдельным силовым выключателем — при включении вилки СМ в сеть на управляющие и измерительные компоненты и цепи ЭМ (МК, память, цепи NTC, тахогенератора и др. — см. выше) всегда подаются питающие напряжения с ИП. СМ включается логически с помощью кнопки «Power» на ПУ. Питание на силовые исполнительные компоненты в составе СМ (приводной мотор, клапаны залива воды, помпа, пузырьковый насос, УБЛ) подается через отдельные коммутационные элементы (реле и симисторы) в соответствии с заданной программой стирки под общим управлением МК.

Для подключения внешних устройств (например, программатора) на ЭМ имеется специальный соединитель WF11. На него выведены четы-

ре информационных линии, подключенные к выв. 23, 22, 20, 12 МК IC100. Одна из линий — вход сигнала начального сброса МК (NRST, выв. 12), еще две (выв. 21, 22) — линии обмена данными последовательной шины (RXD и TXD соответственно). Последняя линия — вход DMOD (выв. 20), определяющий режим прямого доступа к памяти МК. На соединитель WF11 также выведены линия питания +5 В и общий провод.

Микроконтроллер

В рассматриваемом семействе ЭМ используется МК типа MN101EF31GXW фирмы Panasonic Semiconductor. Эта микросхема выполнена в корпусе LQFP080-P-1414A. В состав МК входят следующие основные элементы:

- 8-битное процессорное ядро;
- ОЗУ объемом 4 кбит;
- Flash-память объемом 128 кбит;
- 70 линий универсальных портов ввода-вывода;
- 10-битный 12-канальный АЦП;
- последовательные интерфейсы I²C и UART, а также интерфейсы ЖК индикатора (55 сегментов x 4 строки) и локальной клавиатуры.

Для обеспечения работы внутреннего тактового генератора к выв. 16, 17 МК может быть подключен внешний кварцевый резонатор частотой до 20 МГц (в ЭМ используется резонатор частотой 8 МГц). В ИМС имеются два входа для аппаратного сброса, один из них, ARST (выв. 11), подключен к линии +5 В, а второй, NRST (выв. 12) — к внешнему соединителю WF11 или к выходу детектора напряжения KIA7042 (аварийный сброс при снижении питающего напряжения до уровня 4,2 В) через переключатель OPT (см. рис. 6.2.5).

МК IC100 через последовательную шину I²C обеспечивает управление ЭСППЗУ IC1.

Обозначение и назначение (применительно к ЭМ) выводов МК MN101EF31GXW приведено в таблице 6.2.2.

У специалистов часто возникают вопросы по поводу замены и возможности программирования данных МК. Flash-память в составе МК программируется однократно на этапе производства ЭМ, в настоящее время пока ни одному специалисту не удалось считать ее содержимое с целью организации тиражирования МК. Записанные в ЭСППЗУ данные являются временны-

Таблица 6.2.2. Обозначение и назначение выводов МК MN101EF31GXW

Номер вывода	Обозначение	Назначение (применительно к ЭМ)
1	PA0/AN0/TM0IOA/RMOUTA	Соединен с общим проводом через резисторы R2, R24 (рис. 6.2.5)
2	PA1/AN1/TM1IOA	Вход контрольного сигнала состояния симистора TR01 и всей цепи питания приводного мотора
3	PA2/AN2/TM2IOA	Вход сигнала с датчика температуры NTC
4	PA3/AN3/TM3IOA	Выход управления симистором TR01 приводного мотора (через выв. 5, 12 сборки IC6)
5	PA4/AN4/TM4IOA	Выход управления реле ТЭН RY8 (через выв. 4, 13 сборки IC6)
6	PA5/AN5/TM7IOA	Выход управления реле RY11 коммутации обмотки статора приводного мотора в режимах низких/высоких оборотов (через выв. 3, 14 сборки IC6)
7	PA6/AN6/TM8IOA	Выход управления реле RY10 реверса приводного мотора (через выв. 2, 15 сборки IC6)
8	PA7/AN7	Выход управления реле RY9 реверса приводного мотора (через выв. 1, 16 сборки IC6)
9	VREF+	Соединен с линией +5 В
10	MMOD	Соединен с общим проводом
11	ATRST	Соединен с линией +5 В
12	P27/NRST	Соединен с конт. 2 соединителя WF11 (внешний вход начального сброса МК) через переключатель OPT
13, 14	—	Не используются
15	VSS	Соединен с общим проводом
16	OSC1	К выводам подключен кварцевый резонатор X1 (8 МГц)
17	OSC2	
18	VDD5	Соединен с линией +5 В
19	VDD18	Соединен с общим проводом через конденсаторы C56, C57
20	DMOD	Соединен с конт. 3 соединителя WF11
21	P00/LED0/TM7IOB/SBI1A/RXD1A	Вход сигнала с прессоштата (с конт. 5 соединителя WF5)
22	P01/LED1/TM8IOB/SBO1A/TXD1A	Соединен с конт. 4 соединителя WF11
23	P02/LED2/SBT1A	Соединен с конт. 5 соединителя WF11
24-27	—	Не используются
28	P20/IRQ0/ACZ0/SEG40	Вход сигнала сетевой синхронизации (100 Гц)
29	P21/IRQ1/ACZ1/SEG39	Вход сигнала с тахогенератора (с конт. 3 соединителя WF5)
30	P22/IRQ2/SEG38	Вход контрольного сигнала срабатывания контактной группы УБЛ
31-33	—	Не используются
34	P33/SBO4B/SDA4B/SEG34	Выход управления реле RY1 коммутации силовых нагрузок (через выв. 7, 10 сборки IC5)
35	P34/SBT4B/SCL4B/SEG33	Выход управления симистором TRC11 помпы (через выв. 6, 11 сборки IC5)
36	P35/SB14B/SEG32	Выход управления симистором TRC12 УБЛ (через выв. 5, 12 сборки IC5)
37	P43/SBO0B/TXD0B/SEG31	Выход управления симистором TRC4 пузырькового насоса (устанавливается опционально) (через выв. 4, 13 сборки IC5)
38	P44/SBI0B/RXD0B/SEG30	Выход управления симистором TRC3 клапана холодной воды PRE (через выв. 3, 14 сборки IC5)
39	P45/SBT0B/SEG29	Выход управления симистором TRC5 клапана холодной воды COLD (через выв. 2, 15 сборки IC5)
40	P46/SDA5B/SEG28	Выход управления симистором TRC2 клапана горячей воды HOT (устанавливается опционально) (через выв. 1, 16 сборки IC5)
41-49	—	Не используются
50	P61/SEG18	Выход сигнала управления звукового извещателя BZ1
51, 52	—	Не используются
53	P64/TM4IOB/A2/SEG15	Выход сигнала управления звукового извещателя BZ1
54	P65/SBI4A/A3/SEG14	Не используется
55	P66/SBO4A/SDA4A/A4/SEG13	Линия SDA последовательной шины I ² C для связи с микросхемой ЭСППЗУ IC1
56	P67/SBT4A/SCL4A/A5/SEG12	Линия SCL последовательной шины I ² C для связи с микросхемой ЭСППЗУ IC1
57	P70/SBO2A/TXD2A/A6/SEG11	Выход управления ПУ (HLED) через конт. 13 соединителей WF7 (ЭМ, см. рис. 6.2.5) и WF8 (ПУ, см. рис. 6.2.6)
58	P71/SBI2A/RXD2A/A7/SEG10	Выход управления ПУ (GLED) через конт. 12 соединителей WF7 и WF8
59	P72/SBT2A/NWE/SEG9	Выход управления ПУ (FLED) через конт. 11 соединителей WF7 и WF8

Таблица 6.2.2. Обозначение и назначение выводов МК MN101EF31GXW (окончание)

Номер вывода	Обозначение	Назначение (применительно к ЭМ)
60	P73/SDA5A/NRE/SEG8	Выход управления ПУ (ELED) через конт. 10 соединителей WF7 и WF8
61	P74/SCL5A/NCS/SEG7	Выход управления ПУ (DLED) через конт. 9 соединителей WF7 и WF8
62	P75/SBO1B/TXD1B/A8/SEG6	Выход управления ПУ (CLED) через конт. 8 соединителей WF7 и WF8
63	P76/SBI1B/RXD1B/A9/SEG5	Выход управления ПУ (BLED) через конт. 7 соединителей WF7 и WF8
64	P77/GBT1B/A10/SEG4	Выход управления ПУ (ALED) через конт. 6 соединителей WF7 и WF8
65	P80/SDO0/A11/SEG3	Выход управления ПУ (5SEG) через конт. 5 соединителей WF7 и WF8
66	P81/SDO1/A12/SEG2	Выход управления ПУ (1SEG) через конт. 4 соединителей WF7 и WF8
67	P82/SDO2/A13/SEG1	Выход управления ПУ (2SEG) через конт. 3 соединителей WF7 и WF8
68	P83/SDO3/A14/SEG0	Выход управления ПУ (3SEG) через конт. 2 соединителей WF7 и WF8
69	P84/SDO4/A15/COM0	Выход управления ПУ (4SEG) через конт. 1 соединителей WF7 и WF8
70	P85/SDO5/A16/COM1	Выход управления ПУ (8SEG) через конт. 7 соединителей WF6 (ЭМ, см. рис. 6.2.5) и WF9 (ПУ, см. рис. 6.2.6)
71	P86/SDO6/A17/COM2	Выход управления ПУ (7SEG) через конт. 6 соединителей WF6 и WF9
72	P87/SDO7/A18/COM3	Выход управления ПУ (6SEG) через конт. 5 соединителей WF6 и WF9
73	P92/A19/VLC3	Вход сигналов с функциональных кнопок ПУ (через конт. 4 соединителей WF6 и WF9)
74	P93/NDK/VLC2	Вход сигналов с функциональных кнопок ПУ (через конт. 3 соединителей WF6 и WF9)
75	P94/SYSCCLK/VLC1	Вход сигналов с контактной группы энкодера селектора программ ПУ (через конт. 2 соединителей WF6 и WF9)
76	P95	Вход сигналов с контактной группы энкодера селектора программ ПУ (через конт. 1 соединителей WF6 и WF9)
77-80	—	Не используются

ми, они не влияют критически на работоспособность ЭМ (в крайнем случае, их можно изменить/стереть любым из известных способов).

ЭСППЗУ

Как уже отмечалось, в микросхеме ЭСППЗУ IC1 (24C02) объемом 256 байт хранятся не критичные для работы ЭМ временные данные. МК связан с этой микросхемой последовательным интерфейсом I²C. По шине SDA (выв. 55 IC100 — выв. 5 IC1) передаются данные, а по шине SCL (выв. 56 IC100 — выв. 6 IC1) — синхросигнал.

Коды маркировки электронных компонентов в составе ЭМ

Приведем соответствие кодов маркировки некоторых компонентов в составе ЭМ их типам (см. таблицу 6.2.3).

Возможные неисправности и их устранение

Прежде чем говорить о неисправностях рассматриваемого ЭМ, необходимо отметить, что модуль имеет пока один «незаменимый» компонент — им является МК (пока не удалось считать данные внутренней Flash-памяти и тем самым наладить его тиражирование). Все другие элементы из состава ЭМ достаточно распространены — они доступны для приобретения в торговых сетях или имеют распространенные аналоги. Статистика отказов по указанным типам ЭМ достаточно мала (в силу малого распространения у нас подобных СМ). На самом деле этот модуль, как и подобные узлы других производителей, не являются какими-то особыми исключениями — они все подвержены аналогичным «болезням». Например, вследствие отказов силовых узлов в составе СМ (приводной мотор, УБЛ, помпа и др.) на ЭМ могут выйти из строя элементы соответствующих цепей управления и

Таблица 6.2.3. Коды маркировки и основные характеристики электронных компонентов в составе ЭМ

Код маркировки	Тип элемента	Основные параметры
1Yp(t)	Высоковольтный биполярный транзистор BF823 (корпус SOT-23)	p-n-p, U _{кэ} =300 В, I _к =50 мА
EO/EY	Биполярный транзистор KTC3265 (корпус SOT-23)	n-p-n, U _{кэ} =30 В, I _к =800 мА

коммутации. Еще один характерный пример — из-за попадания влаги на колодку приводного мотора может выйти из строя цепь тахогенератора на ЭМ (сигнальная цепь тахогенератора замыкается с цепью питания приводного мотора).

Устранение подобных неисправностей не является особой проблемой для подготовленных специалистов, тем более развитая диагностическая система ЭМ (тестовый режим, формирование кодов ошибок) значительно упрощает локализацию дефектных элементов.

К сожалению, перечисленные выше модели СМ часто выходят из строя с симптомом «Сильные вибрации при отжиме». Обычно подобные неисправности не связаны с дефектами ЭМ, главные их причины — это ошибки проектировщиков (плохо рассчитаны элементы подвески барабана) и низкое качество комплектующих (моторы, амортизаторы).

Рассмотрим некоторые неисправности ЭМ, выявленные в практике ремонта.

СМ не включается

При признаках подобной неисправности в первую очередь проверяют работоспособность

ИП и его нагрузки на предмет короткого замыкания. Также проверяют элементы цепи сетевой синхронизации и работоспособность МК (хотя бы на наличие сигнала частотой 8 МГц на выходах кварцевого резонатора Х1) (см. описание выше). В заключение проверяют высокий логический уровень на выходе детектора напряжения IC2 (KIA7042), а также исправность кнопки «Power» и ее цепи.

На ПУ отображается код ошибки «LE».
Ошибка может появиться как в начале, так и в процессе работы СМ (цикла стирки)

В подобном случае проверяют срабатывание контактной группы УБЛ и исправность оптрона IC7 (лучше заменой).

При включении СМ подобный дефект может указывать на иную причину — УБЛ не срабатывает из-за неисправности реле коммутации силовых нагрузок RY1 и его управляющих цепей. Реле коммутирует по сетевой линии L (LINE) одновременно питание на приводной мотор, клапаны залива воды, помпу, УБЛ и пузырьковый насос.

П1. Микросхемы управления мощными трехфазными двигателями электрических машин

В предлагаемом материале дается обзор микросхем-инверторов управления мощными трехфазными двигателями бытовых электрических аппаратов: стиральных машин, кондиционеров, многочисленных приборов, относящихся к классу малой бытовой техники и т.п. Приведены описания ряда микросхем фирм SANYO, TOSHIBA, POWEREX, их структурные схемы, параметры и схемы включения.

Микросхемы-инверторы управления мощными трехфазными двигателями содержат логические схемы, предварительные драйверы, пред-

назначенные для управления мощными полупроводниковыми приборами в выходных каскадах преобразователей электрической энергии, непосредственно выходные каскады на мощных биполярных транзисторах с изолированным затвором IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) и включенных параллельно им быстровосстанавливающихся диодах FRD (Fast Recovery Diode), узлы защиты от предельного тока в выходных каскадах (Over Current Protection), от короткого замыкания (Short Circuit Protection) и от защелкивания при понижении напряжения питания предварительных драйве-

Таблица П1.1. Основные параметры и условия работы микросхем STK621-015/017

Параметр, единица измерения	Обозначение	Типовое значение	Примечание
Выходной драйвер			
Ток отсечки транзистора IGBT (коллектор-эмиттер), мА	I _{CE}	2,0	При напряжении коллектор-эмиттер V _{CE} =600 В
Напряжение насыщения транзистора IGBT (коллектор-эмиттер), В	V _{CE}	2,2 (2,3)	Для верхнего плеча драйвера при выходном токе I ₀ =5 А
		2,4 (2,6)	Для нижнего плеча драйвера при выходном токе I ₀ =5 А
Напряжение на диоде FRD в прямом направлении, В	V _F	1,6 (1,5)	Для верхнего плеча драйвера при выходном токе I ₀ =5 А
		1,8	Для нижнего плеча драйвера при выходном токе I ₀ =5 А
Время переключения, мкс	t _{ON}	Не менее 0,5	При выходном токе I ₀ =5 А
	t _{OFF}	Не более 2,0	
Управляющий узел, предварительные драйверы			
Входное напряжение включения ON, В	V _{IH}	Не более 0,8	—
Входное напряжение выключения OFF	V _{IL}	Не менее 3,0	—
Узел защиты			
Ток, при котором происходит срабатывание устройства защиты, А	I _{SD}	10,0...18,0 (5,0...10,0)	—
Пороговый уровень низкого напряжения питания предварительных драйверов, при котором включается схема защиты, В	V _{SD}	Не менее 10,0	—
Общие условия работы			
Напряжение питания мощной выходной части, В	V _{CC}	280...400	—
Общее напряжение питания логических схем и предварительных драйверов, В	V _{DD}	15 ± 1,5	—
Напряжения питания предварительных драйверов, В	V _{B1} (в канале U), V _{B2} (в канале V), V _{B3} (в канале W)	12,5...17,5	—
Частота ШИМ, кГц	F _{PWM}	1...20	—
Входные напряжения включения, В	H _{IN1} , H _{IN2} , H _{IN3}	0...0,3	—
Входные напряжения выключения, В	L _{IN1} , L _{IN2} , L _{IN3}	3,5...5,0	—

ров и схем управления (Under Voltage Lock Out — UVLO). Предварительные драйверы используются в качестве промежуточного звена между управляющей схемой (контроллером или цифровым сигнальным процессором) и мощными исполнительными элементами, коммутирующими нагрузку.

Микросхемы STK621-015/017 фирмы SANYO

Это гибридные микросхемы инверторов, предназначенные для управления цепями трехфазного тока. Микросхемы STK621-015 и STK621-017 отличаются друг от друга только значениями ряда параметров (в таблице П1.1 для микросхемы STK621-017 они приведены в скобках).

Структурная схема микросхем STK621-015/017 приведена на рис. П1.1, основные параметры и условия работы — в таблице П1.1, а назначение выводов — в таблице П1.2.

В составе микросхем имеются также устройства предотвращения короткого замыкания из-за одновременного включения верхних и нижних транзисторов в мощной выходной части.

При какой-либо неисправности срабатывает внутренняя схема защиты, включается ключевая схема Latch с фиксированным состоянием (за-

щелка), которая через находящийся в микросхеме полевой транзистор и выв. 20 подает сигнал ошибки FAULT на управляющую логику, которая отключает транзисторы выходной части одновременно во всех трех каналах. После окончания действия защиты (примерно через 9 мс — это время задается внутренними логическими схемами) устройство автоматически возвращается в исходное состояние, т.е. транзисторы снова включаются. Если неисправность не устранилась, то цикл вновь повторяется.

К срабатыванию ключевой схемы Latch приводит превышение тока в выходных каскадах свыше допустимого значения. Датчиком этого превышения является находящийся в микросхеме шунтирующий резистор Shunt Resistor. Превышение падения напряжения на нем приводит к срабатыванию схемы токовой перегрузки Over Current, которая воздействует на уже известную ключевую схему Latch, и через выв. 21 микросхемы (ISO) — на управляющую логику.

Находящаяся в микросхеме схема защиты VDD Under Voltage срабатывает при понижении напряжения питания предварительных драйверов и схем управления. При этом также происходит воздействие на ключевую схему Latch, что приводит к срабатыванию защиты.

Из-за большого входного напряжения для транзисторов верхнего плеча каждого предварительного драйвера применяется так называемая бутстрепная (от англ. Bootstrap) схема пита-

Таблица П1.2. Назначение выводов микросхем STK621-015/017

Номер вывода	Обозначение	Назначение
1	NC	Не подсоединен
2	V _{B3}	Напряжение питания канала фазы W
3	W	Выход фазы W на двигатель
4	NC	Не подсоединен
5	V _{B2}	Напряжение питания канала фазы V
6	V	Выход фазы V на двигатель
7	NC	Не подсоединен
8	V _{B1}	Напряжение питания канала фазы U
9	U	Выход фазы U на двигатель
10	NC	Не подсоединен
11	+V _{CC}	Плюс напряжения питания мощной выходной части
12	NC	Не подсоединен
13	-V _{CC}	Минус напряжения питания мощной выходной части (общий провод)
14	H _{IN1}	Вход высокого уровня канала фазы U

Номер вывода	Обозначение	Назначение
15	H _{IN2}	Вход высокого уровня канала фазы V
16	H _{IN3}	Вход высокого уровня канала фазы W
17	L _{IN1}	Вход низкого уровня канала фазы U
18	L _{IN2}	Вход низкого уровня канала фазы V
19	L _{IN3}	Вход низкого уровня канала фазы W
20	FAULT	Выход сигнала ошибки (при неисправности)
21	I _{SO}	Токовый сигнал превышения допустимого тока
22	V _{DD}	Плюс напряжения питания логических схем и предварительных драйверов
23	V _{SS}	Минус напряжения питания логических схем и предварительных драйверов (общий провод)

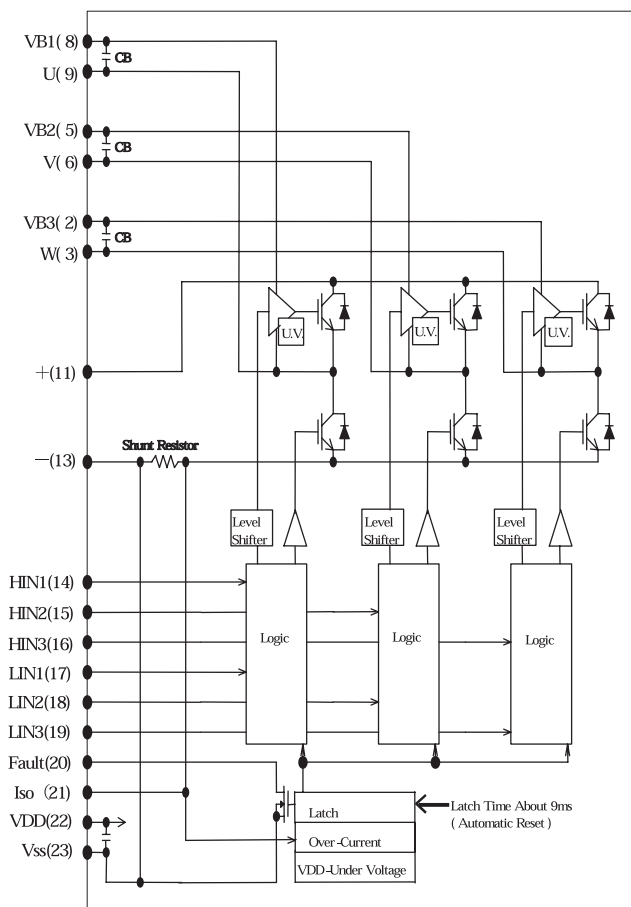


Рис. П1.1. Структурная схема микросхем STK621-015/017

ния (схема с «плавающим» источником питания). В такой схеме длительность управляющего импульса ограничена величиной емкости бутстрепного конденсатора. При этом необходимо обе-

спечить условия для его постоянной зарядки с помощью высоковольтного быстродействующего каскада сдвига уровня Level Shifter (см. рис. П1.1).

Этот каскад передает логический сигнал схеме управления транзистором верхнего плеча предварительного драйвера. Каскад сдвига уровня содержит генератор, формирующий короткие импульсы, совпадающие с фронтами входного логического сигнала, дискриминатор импульсов и RS-триггер (защелку) для формирования сигнала управления выходным транзистором верхнего плеча предварительного драйвера.

Принцип работы бутстрепной схемы управления для полумостового каскада проиллюстрирован на рис. П1.2, где утолщенной линией выделены основные компоненты, активные в рассматриваемый интервал работы схемы.

При открытом через открытый транзистор VT3 мощном выходном транзисторе нижнего плеча (рис. П1.2а) бутстрепный конденсатор C_{BOOT} заряжается до напряжения V_{CC} (без учета падения напряжения на бутстрепном диоде и ограничительном резисторе R_{OP}).

При закрытом транзисторе нижнего плеча (рис. П1.2б) выходной каскад драйвера верхнего плеча питается от заряженного бутстрепного конденсатора C_{BOOT} через открытый транзистор VT1. Напряжение, подаваемое через резистор R_{gon}, открывает мощный выходной транзистор верхнего плеча.

Типовая схема включения микросхем STK621-015/017 показана на рис. П1.3.

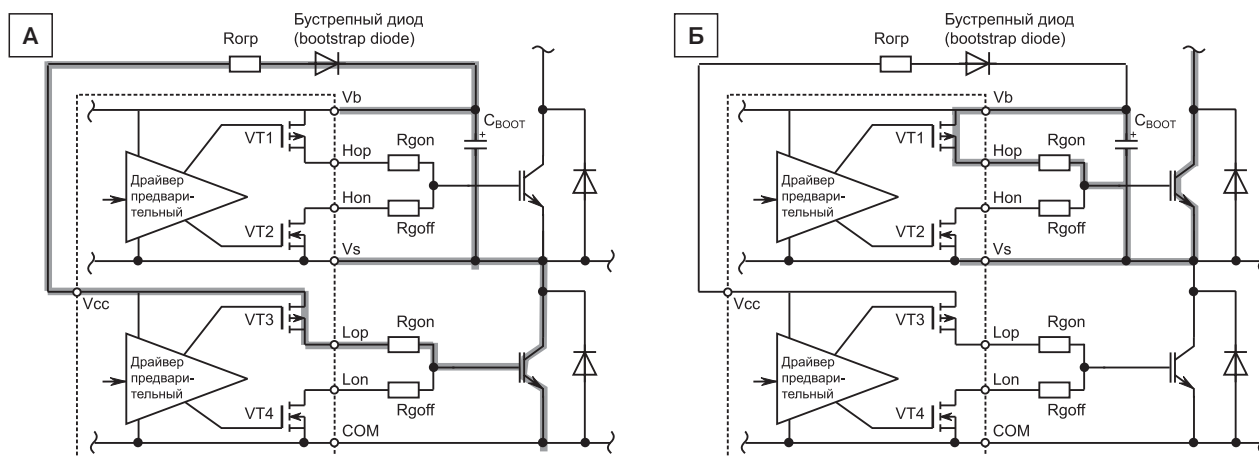


Рис. П1.2. К пояснению принципа работы бутстрепной схемы: а — заряд бутстрепного конденсатора C_{BOOT}; б — питание выходного каскада драйвера верхнего плеча от бутстрепного конденсатора C_{BOOT}

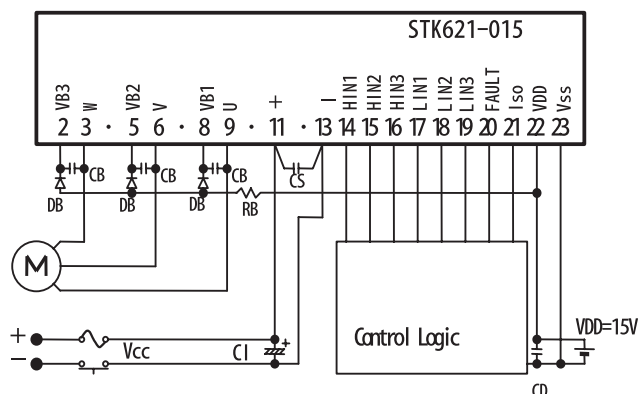


Рис. П1.3. Типовая схема включения микросхем STK621-015/017

На рисунке видно, что низковольтное напряжение питания всех трех каналов подается от одного источника VDD через общий ограничительный резистор RB сопротивлением от нескольких единиц до нескольких десятков Ом и бутстрепные высокочастотные диоды DB на напряжение не менее 600 В. Через диоды заряжаются бутстрепные конденсаторы CB емкостью

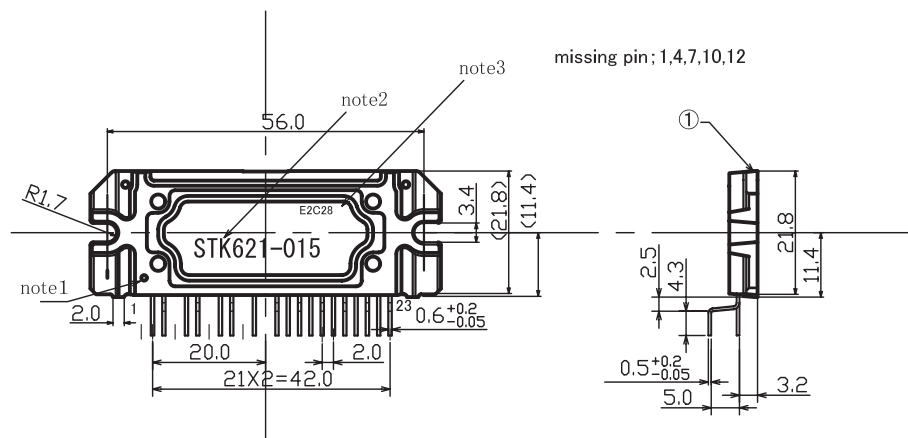


Рис. П1.4. Расположение выводов микросхем STK621-015/017 в корпусе SIP-23

от 1 до 47 мкФ и, таким образом, обеспечивается питание верхних и нижних плеч предварительных драйверов.

Конденсатор CS емкостью от 0,1 до 10 мкФ, включенный параллельно электролитическому конденсатору CI емкостью несколько десятков мкФ и источнику питания V_{CC}, служит для подавления паразитных колебаний. Проводники между входом напряжения V_{CC} и выв. 11, 13 ми-

кросхемы должны быть как можно более короткими.

Необходимо обращать внимание на надежность подсоединения (качество паяк) фазовых выводов двигателя к выв. 3, 6, 9 микросхемы, так как в противном случае ее выход из строя неизбежен.

Микросхемы STK621-015/017 выпускаются в корпусе SIP-23, расположение выводов в этом корпусе показано на рис. П1.4.

Микросхема MIG10J503 фирмы TOSHIBA

Микросхема представляет собой интеллектуальный инвертор управления трехфазным двигателем. Структурная схема микросхемы приведена на рис. П1.5.

Она включает в себя: три мощных канальных переключателя, выполненных на транзисторе IGBT и диоде FRD и подключенных к трем фазам двигателя, три предварительных драйвера управления переключателями, каждый из которых имеет высокопотенциальную (High Side Driver) и низкопотенциальную (Low Side Driver) части, и узлы защиты от чрезмерного тока в выходных каскадах (Over Current), от понижения напряжения питания предварительных драйверов (Under Voltage) и от перегрева (Over Temp).

Типовая схема включения микросхемы MIG10J503 показана на рис. П1.5, основные параметры и условия работы — в таблице П1.3, а назначение

выводов — в таблице П1.4.

На рис. П1.6 показано расположение выводов микросхемы MIG10J503 на 30-выводном корпусе (вид со стороны маркировки).

Необходимо обратить внимание, что поскольку микросхема выполнена по МОП технологии, то при работе с ней необходимо принимать меры защиты от статического электричества.

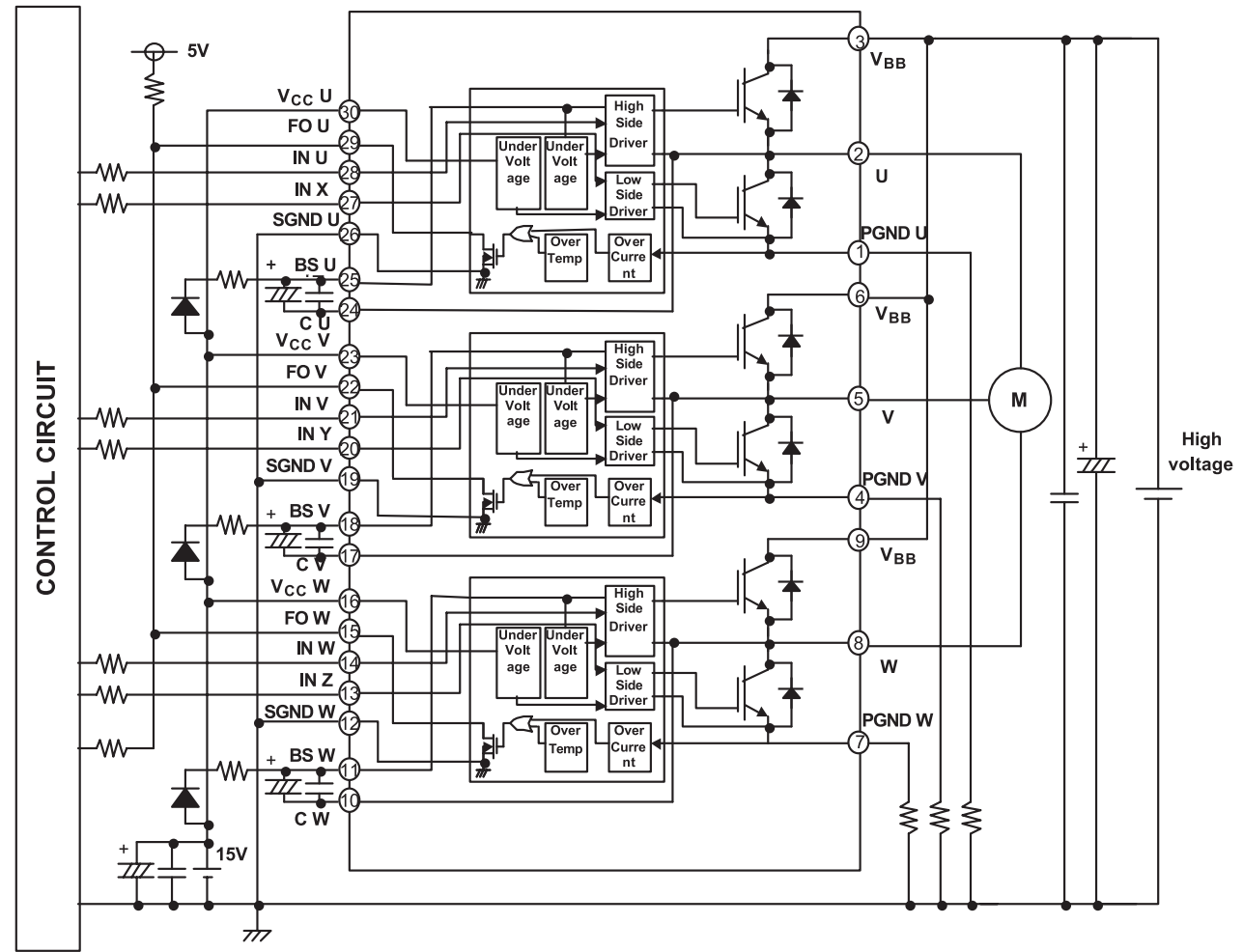


Рис. П1.5. Структурная схема и схема включения микросхемы MIG10J503

Таблица П1.3. Основные параметры и условия работы микросхемы MIG10J503

Параметр, единица измерения	Обозначение	Типовое значение	Примечание
Напряжение высоковольтного питания, В	V_{BB}	300	—
Напряжение низковольтного питания, В	V_{CC}	13,5...17,0	—
Ток потребления от источника V_{BB} , мА	I_{BB}	Не более 1	При напряжении $V_{BB}=400$ В
Ток потребления от источника V_{CC} , мА	I_{CC}	0,8...1,5	При напряжении $V_{CC}=15$ В
Входное напряжение высокого уровня, В	V_{INH}	2,8...3,5	—
Входное напряжение низкого уровня, В	V_{INL}	1,5...2,3	—
Входной ток при напряжении высокого уровня, мкА	I_{INH}	50...200	—
Входной ток при напряжении низкого уровня, мкА	I_{INL}	75...300	—
Ток коллектора транзистора IGBT, А	I_C	10	—
Прямой ток диода FRD, А	I_F	10	—
Напряжение насыщения транзистора IGBT, В	V_{SAT}	1,5...2,0	При токе коллектора $I_C=10$ А
Прямое напряжение на диоде FRD, В	V_F	1,3...1,9	При прямом токе диода $I_F=10$ А
Напряжение защиты от короткого замыкания, В	V_{FO}	0,45...0,55	—
Время задержки при защите от короткого замыкания, мкс	t_{RD}	0,5...2,0	—
Температура включения термозащиты, °С	TSD	165	—
Пороговый уровень включения схемы защиты от низкого напряжения питания предварительных драйверов, В	$V_{CC\ UVR}$	10,5	—

Таблица П1.4. Назначение выводов микросхемы MIG10J503

Номер вывода	Обозначение	Назначение
1	PGND U	Общий мощный части фазы U
2	U	Выход фазы U на двигатель
3	V _{BB} U	Напряжение высоковольтного питания фазы U
4	PGND V	Общий мощный части фазы V
5	V	Выход фазы V на двигатель
6	V _{BB} V	Напряжение высоковольтного питания фазы V
7	PGND W	Общий мощный части фазы W
8	W	Выход фазы W на двигатель
9	V _{BB} W	Напряжение высоковольтного питания фазы W
10	C W	Минусовая обкладка бутстрепного конденсатора фазы W
11	BS W	Плюсовая обкладка бутстрепного конденсатора фазы W
12	SGND W	Общий сигнальной части фазы W
13	IN Z	Вход низкопотенциальной части драйвера управления фазы W (негативная логика)
14	IN W	Вход высокопотенциальной части драйвера управления фазы W (негативная логика)
15	FO W	Диагностический выход фазы W — открытый выход истока внутреннего полевого транзистора
16	V _{CC} W	Напряжение низковольтного питания фазы W
17	C V	Минусовая обкладка бутстрепного конденсатора фазы V
18	BS V	Плюсовая обкладка бутстрепного конденсатора фазы V
19	SGND V	Общий сигнальной части фазы V
20	IN Y	Вход низкопотенциальной части драйвера управления фазы V (негативная логика)
21	IN V	Вход высокопотенциальной части драйвера управления фазы V (негативная логика)
22	FO V	Диагностический выход фазы V — открытый выход истока внутреннего полевого транзистора
23	V _{CC} V	Напряжение низковольтного питания фазы V
24	C U	Минусовая обкладка бутстрепного конденсатора фазы U
25	BS U	Плюсовая обкладка бутстрепного конденсатора фазы U
26	SGND U	Общий сигнальной части фазы U
27	IN X	Вход низкопотенциальной части драйвера управления фазы U (негативная логика)
28	IN U	Вход высокопотенциальной части драйвера управления фазы U (негативная логика)
29	FO U	Диагностический выход фазы U — открытый выход истока внутреннего полевого транзистора
30	V _{CC} U	Напряжение низковольтного питания фазы U

Микросхемы PS21353-G и PS21563-SP фирмы POWEREX

Это интеллектуальные инверторы управления двигателями, в которые интегрированы мощные каналные переключатели, выполненные на транзисторах IGBT и диодах FRD, и подключенные к трем фазам двигателя предварительные драйверы их управления со схемами защиты.

В микросхемах реализуется технология 5-го поколения (5 Generation) высоковольтных интегрированных устройств HVIC (High Voltage Integrated Circuit), которая сокращает сроки проектирования изделий и позволяет конструктору уменьшать их габариты.

Микросхемы подключаются к низковольтному источнику напряжения и обеспечивают управление затвором IGBT-транзисторов с одновременной защитой высоковольтного оборудования. Помимо этого, монолитные микросхе-

мы драйверов G5 HVIC обладают интегрированными функциями и опциями, позволяющими

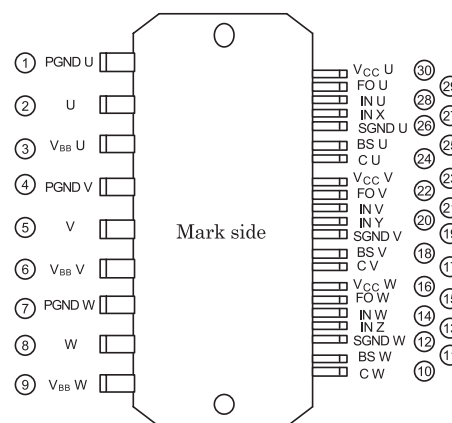


Рис. П1.6. Расположение выводов микросхемы MIG10J503 на 30-выводном корпусе

упростить схемотехническое решение и снизить конечную стоимость продукта.

Микросхемы 5-го поколения G5 HVIC проходят испытания на повышенные требования к надежности и аварийной работе и нормированы на срок эксплуатации, превышающий стандартный срок службы оборудования. Компоненты выдерживают несколько испытаний на работу на отказ, включая высокотемпературный 2000-часовой тест, при котором температура переходов превышает максимально допустимую по спецификации. Все эти микросхемы соответствуют стандарту IPC/JEDEC J-STD-020C по температурному профилю пайки.

Новая технология корпусирования микросхем позволила максимально снизить их чувствительность к влажности.

В таблице П1.5 приведены основные параметры и условия работы микросхемы PS21353-G.

Таблица П1.5. Основные параметры и условия работы микросхемы PS21353_G

Параметр, единица измерения	Обозначение	Типовое значение
Выходные каскады		
Напряжение коллектор-эмиттер транзистора IGBT, В	V_{CES}	Не более 600
Ток коллектора транзистора IGBT, А	I_C	Не более 10
Пиковый ток коллектора транзистора IGBT, А	I_{CP}	Не более 20
Напряжение питания, В	V_H	300
Мощность рассеяния на коллекторе транзистора IGBT, Вт	P_C	Не более 25
Ток отсечки коллектора транзистора IGBT, мА	I_{CES}	1,0
Прямое напряжение на диоде FRD, В (при токе $I_C=10$ А)	V_{ES}	2,1
Напряжение насыщения транзистора IGBT, В	$V_{CE(SAT)}$	1,8
Управляющая часть		
Напряжение питания, В	V_{CC}	15
Частота входного ШИМ сигнала, кГц	F_{PWM}	15
Опорный уровень цепи короткого замыкания, В	V_{SC}	0,5
Пороговое напряжение включения верхнего плеча, В	$V_{TH(ON)}$	1,4
Пороговое напряжение выключения верхнего плеча, В	$V_{TH(OFF)}$	3,0
Пороговое напряжение включения нижнего плеча, В	$V_{TL(ON)}$	1,4
Пороговое напряжение выключения нижнего плеча, В	$V_{TL(OFF)}$	3,0
Выходной ток логической схемы анализа неисправности, мА	I_{FO}	15

На рис. П1.7 приведена структурная схема микросхемы PS21353-G и типовая схема ее включения.

На схеме показаны: D1 — быстровосстанавливающие бутстрепные диоды на напряжение 600 В и ток 1 А; C1 — бутстрепные электролитические конденсаторы с малым импедансом емкостью от 1 до 100 мкФ с допустимым напряжением 50 В; C2 — развязывающие высокочастотные конденсаторы, которые должны устанавливаться по возможности ближе к выводам микросхемы; C3 — электролитический конденсатор фильтра с малым импедансом емкостью от 10 до 100 мкФ с допустимым напряжением 50 В; C4 — конденсатор установки времени выключения при срабатывании логической схемы анализа неисправности емкостью 0,022 мкФ на напряжение 50 В (при такой емкости время выключения составляет 1,8 мс); C5 — конденсаторы фильтра шумов во входных сигналах управления емкостью от 100 до 1000 пФ (для уменьшения пульсаций по этим цепям необходимо минимизировать длину проводов или проводников от контроллера до 2 см); C6 — электролитический конденсатор сетевого фильтра емкостью от 200 до 2000 мкФ на напряжение 450 В; C7 — конденсатор подавления высокочастотных выбросов емкостью от 0,1 до 0,22 мкФ на напряжение 450 В, который должен устанавливаться по возможности ближе к выводам микросхемы; C_{SF} — времязадающий конденсатор схемы защиты от короткого замыкания емкостью 1000 пФ на напряжение 50 В (рекомендуемое время срабатывания защиты при чрезмерном токе составляет 1,5...2,0 мкс); R_{SF} — времязадающий резистор в той же цепи сопротивлением 1,8 кОм; R_{SHUNT} — прецизионный безындукционный термостабильный резистор датчика тока сопротивлением от 0,005 до 0,1 Ом; R1 — ограничительные резисторы сопротивлением от 1 до 100 Ом; R2 — подтягивающие резисторы входных цепей сопротивлением 4,7 кОм (для уменьшения пульсаций по этим цепям необходимо минимизировать длину проводов или проводников от контроллера до 2 см); R3 — выходной нагрузочный резистор логической схемы анализа неисправности сопротивлением 5,1 кОм.

На рис. П1.8 показано расположение выводов микросхемы PS21353-G в 26-выводном корпусе Mini-DIP-S. Там же условно показано расположение на кристалле транзистора IGBT и диода FRD.

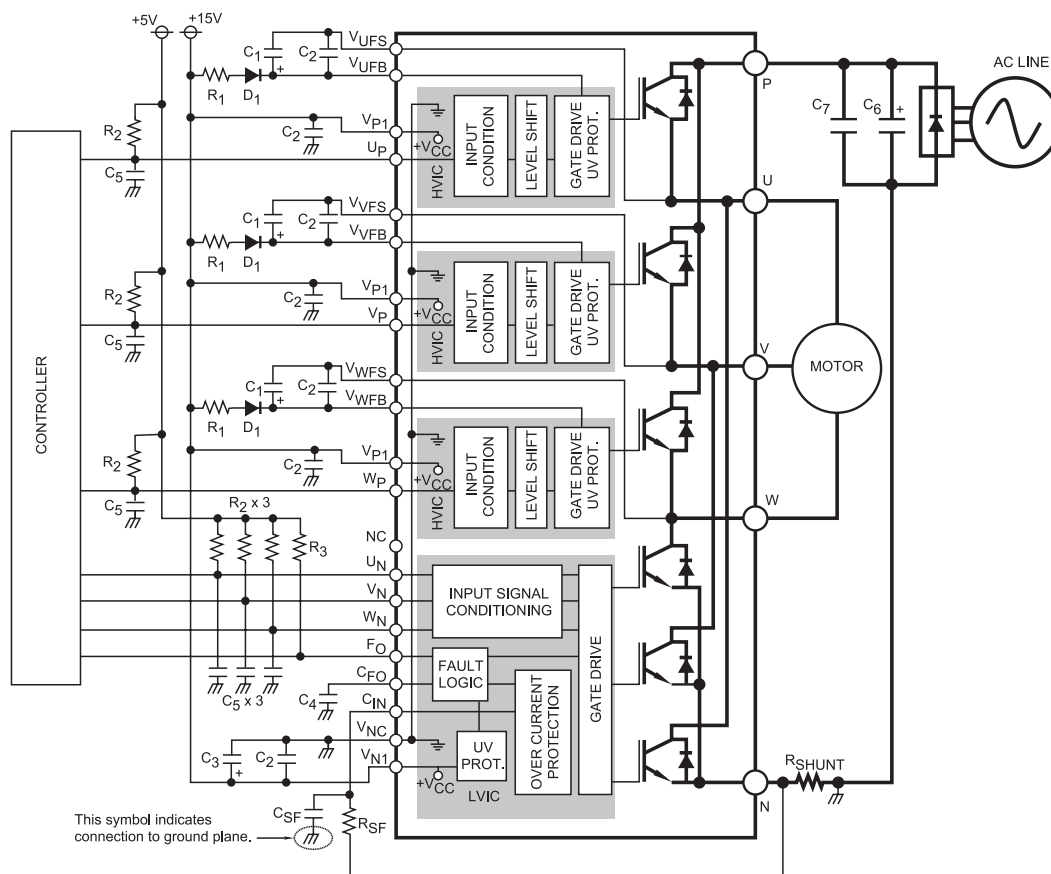


Рис. П1.7. Структурная схема микросхемы PS21353-G и типовая схема ее включения

Микросхема PS21563-SP выполняет те же функции, что и PS21353-G. Большинство параметров совпадают, но имеются некоторые отличия:

- выходной ток логической схемы анализа неисправности I_{FO} в ней составляет 1 мА;
- прямое напряжение на диоде FRD V_{ES} составляет 1,5 В;
- напряжение насыщения транзистора IGBT $V_{CE(SAT)}$ составляет 1,6 В;
- частота входного ШИМ сигнала f_{PWM} составляет не более 20 кГц.

Структурная схема микросхемы PS21563-SP и типовая схема ее включения приведены на рис. П1.9.

Она имеет следующие отличия от схемы микросхемы PS21353-G:

- выводы N каждой фазы, в отличие от PS21353-G, соединены с общим проводом через отдельные резисторы R_{SHUNT} и с них снимаются сигналы обратной

связи каждой фазы, которые подаются на контроллер;

- отсутствуют времязадающие конденсатор C_{SF} и резистор R_{SF} , а вывод V_{NC} микросхемы соединен с общим проводом;
- отсутствуют подтягивающие резисторы во входных цепях микросхемы, а во всех них

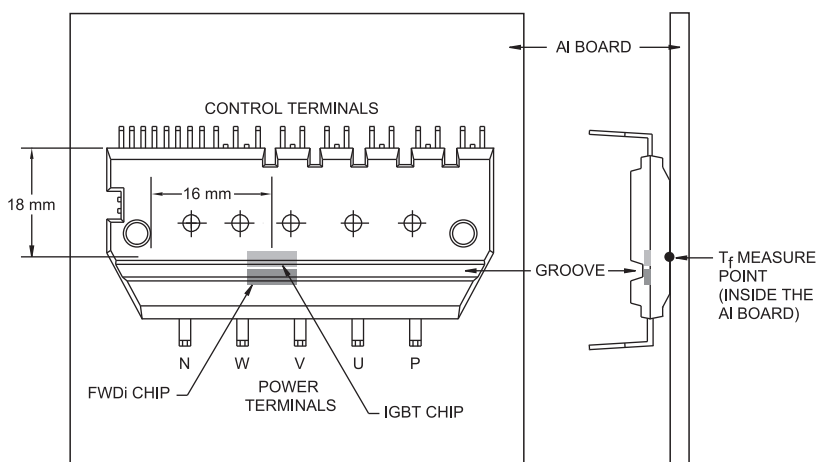


Рис. П1.8. Расположение выводов микросхемы PS21353-G в 26-выводном корпусе Mini-DIP-S

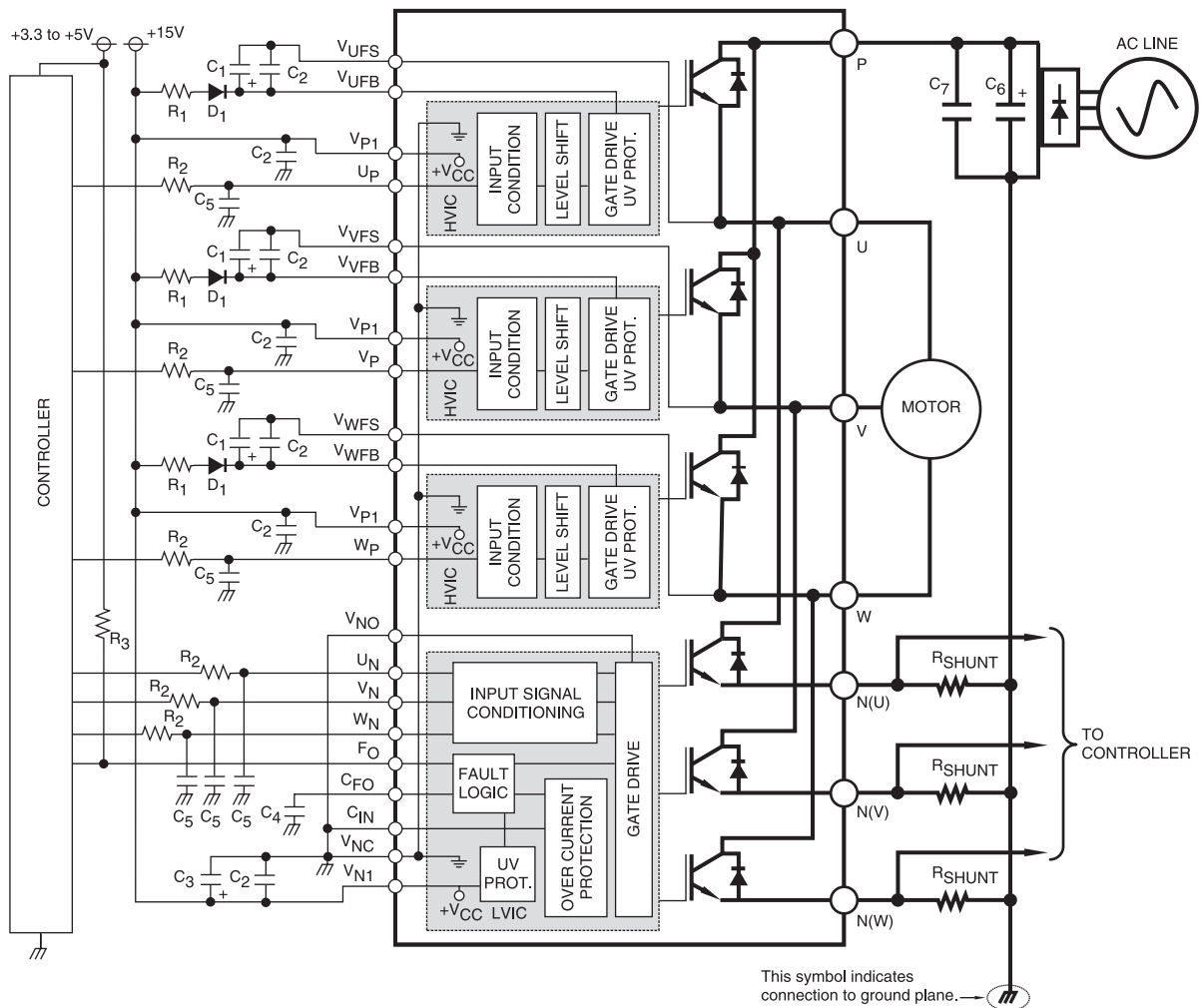


Рис. П1.9. Структурная схема микросхемы PS21563-SP и типовая схема ее включения

включены последовательно защитные резисторы R2 сопротивлением 330 Ом.

Расположение выводов микросхемы PS21563-SP в 28-выводном корпусе Mini-DIP-S показано на рис. П1.10. Там же условно показано расположение на кристалле транзистора IGBT и диода FRD.

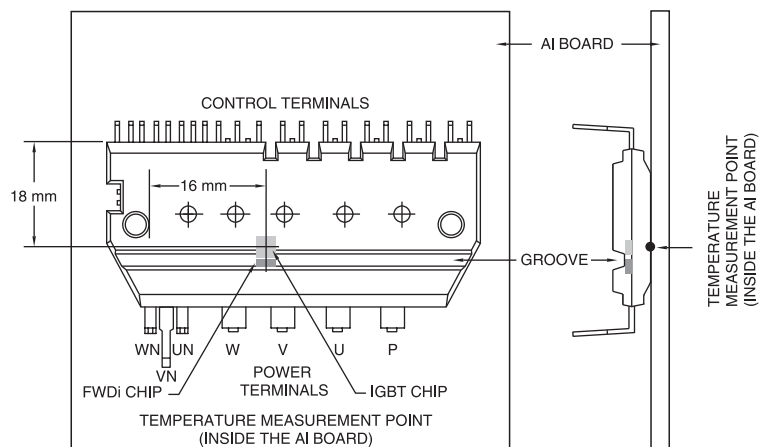


Рис. П1.10. Расположение выводов микросхемы PS21563-SP в 28-выводном корпусе Mini-DIP-S

П2. Микроконтроллеры Freescale в электронных модулях бытовой техники. Технология программирования через отладочный интерфейс MON08

В этом приложении рассказывается об отладочном интерфейсе MON08, который применяется для программирования 8-битных МК Freescale (Motorola) серии HC908. Также в нем приведено описание одной из моделей программатора и специализированного ПО к нему.

Так как МК серии HC908 (всего насчитывается около 100 типов МК, см. [50]) широко применяются не только в бытовой технике, но и, например, в автоэлектронике, предложенный материал может быть полезен широкому кругу специалистов ремонтных служб.

Общие сведения

Изучать методику и алгоритмы программирования МК специалистов по ремонту бытовой техники заставило нежелание производителей делиться информацией на эту тему в полном объеме. Все, что сейчас имеют АСЦ — это доступ к некоторым файлам (конфигурации СМ и пр.), «сервисное» ПО для ПК и поставка специализированных программаторов. На самом деле этого недостаточно. При замене МК на новый нужны еще конфигурационные файлы (маски) самого МК (не путать с файлами конфигурации СМ!), основное ПО или так называемые файлы Full Flash, то есть полные копии Flash памяти МК (удобны при тиражировании МК). Так как производители не предусматривают ремонт ЭМ на компонентном уровне, данную информацию они считают излишней. В этом и есть основной недостаток АСЦ и преимущество независимых СЦ — первые вынуждены предоставлять услуги, список которых регулируется производителем, а вторые могут предоставить расширенный список услуг, в который, в том числе, входит ремонт ЭМ на компонентном уровне, тиражирование МК и др.

Необходимость в тиражировании МК для бытовой техники постоянно растет и препоны производителей в данном вопросе уже не являются

особой преградой. Одними из первых специалисты наладили тиражирование МК Freescale серии HC908. Они используются, например, в ЭМ СМ ARDO (MINIJST, MINISEL), ELECTROLUX/ZANUSSI (EWM1000 (+)), BOSCH (серии MAXX).

MON08 и порядок входа в отладочный режим

МК Freescale серии HC908 имеют отладочный интерфейс MON08, который работает под управлением встроенной в масочную память МК программы MONITOR (Отладочный Монитор). MON08 называют по-разному: отладочным интерфейсом или отладочным режимом. Будем считать, что принципиальной разницы здесь нет.

Отладочный режим работы позволяет организовать диалоговый режим работы между ПК и МК с помощью простых команд:

- считать байт из памяти (ОЗУ или ПЗУ);
- записать байт в память (ОЗУ или ПЗУ);
- считать/записать два байта памяти (ОЗУ или ПЗУ) с автоматическим увеличением адреса;
- считать указатель стека, начать выполнение программы и др.

Обмен между МК и ПК обеспечивается по однопроводной двунаправленной линии.

Что же касается прикладной программы, которая могла быть ранее записана в резидентную память МК, то при переходе в отладочный режим ее выполнение автоматически прекращается — все управление переходит программе МОНИТОР. По большому счету специалистам-ремонтникам отладочный режим необходим только для работы с памятью МК, в том числе, с ее защищенной областью — это нужно для тиражирования МК (для ремонта ЭМ).

Отладочные возможности этого режима в данном случае не востребованы.

Необходимо отметить, что существуют несколько способов перевода МК HC908 в отладочный режим, некоторые из них имеют опреде-

ленные ограничения, поэтому остановимся на самом универсальном из них.

Чтобы перевести МК в отладочный режим, нужно выполнить определенные действия:

1. Переводят МК в состояние POR (Power ON Reset), то есть подают на него питание. МК поддерживает режим автоматического начального сброса после подачи питания, хотя это можно сделать принудительно, замкнув вход RESET ми-

кросхемы с общим проводом. После этого с задержкой (определяется внешней RC-цепью) на входе RESET должен установиться уровень лог. «1». Некоторые модели программаторов имеют специальную цепь формирования сигнала RESET на МК, управляемую программно.

2. На вывод IRQ (он же VPP) должно быть подано напряжение VTST, уровень которого зависит от конкретного типа микроконтроллера (см.

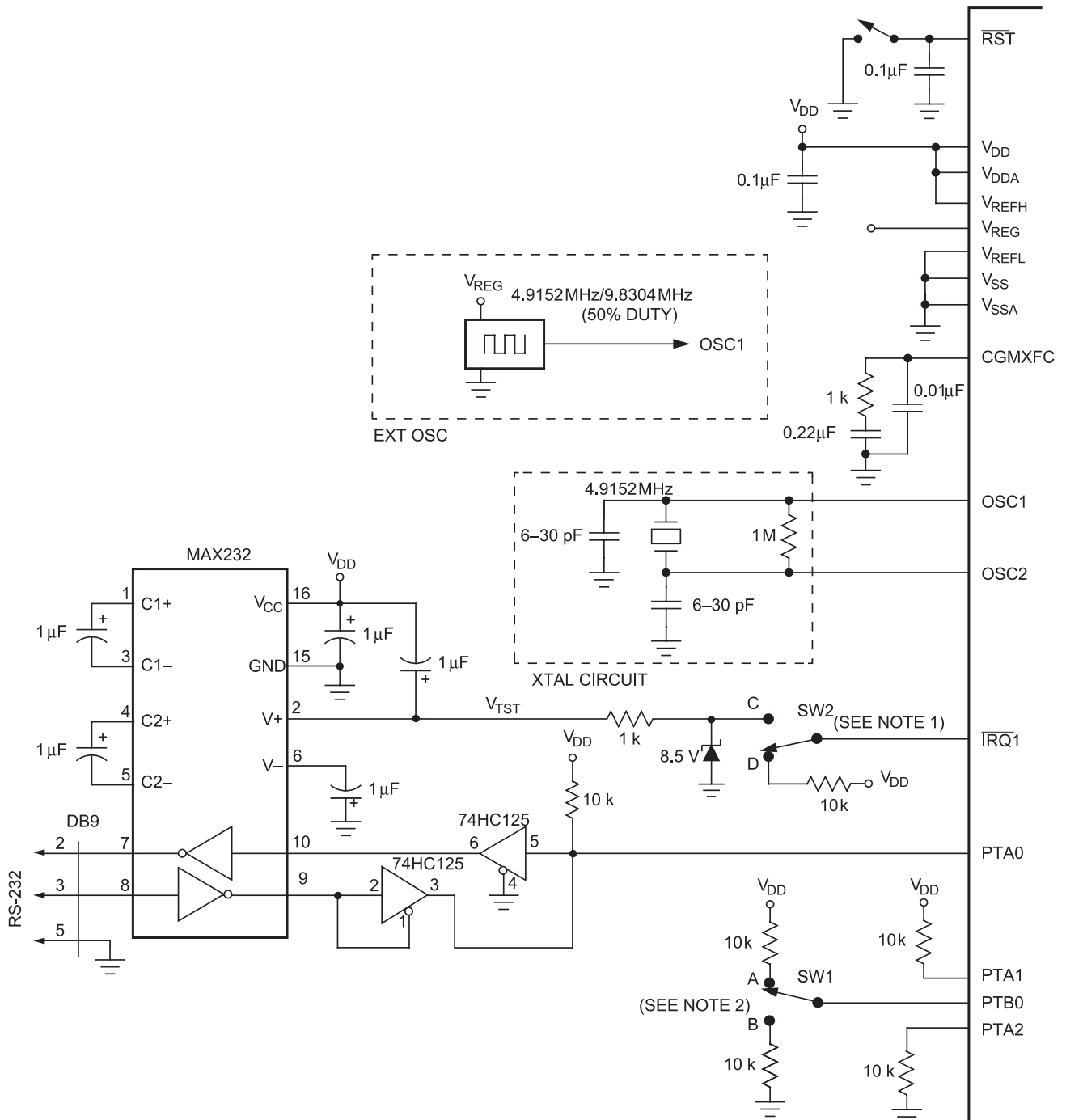


Рис. П2.1. Рекомендуемая схема для перевода и работы в отладочном режиме МК MC68HC908AP32

документацию на конкретный тип МК). Обычно уровень VTST составляет от VDD+2,5 В до VDD+4 В (в схеме программатора, показанного на рис. П2.2, это напряжение равно 8,1 В, а на рис. П2.1 — это напряжение 8,5 В). Подача на вход IRQ повышенного напряжения автоматически выключает сторожевой таймер в составе МК.

3. На входы универсальных портов МК подаются комбинации логических «0» или «1». В разных типах МК наименования этих портов и комбинации уровней могут быть разными. Например, для МК MC68HC908MR24 эта комбинация следующая (используется внешний кварцевый генератор частотой 4,9152 МГц, подключенный к выв. 52 микросхемы):

- РТС3 (выв. 14) — лог. «1»;
- РТС4 (выв. 15) — лог. «0»;
- РТС2 (выв. 13) — лог. «1» или лог. «0» (скорость обмена данными с ПК, 4800/9600 бит/с соответственно);
- РТА0 (выв. 55) — лог. «1».

Для МК MC68HC908AZ60 комбинация несколько иная:

- РТС0 (выв. 60) — лог. «1»;
- РТС1 (выв. 61) — лог. «0»;
- РТС3 (выв. 63) — лог. «1» или лог. «0» (определяет скорость обмена данными с ПК);
- РТА0 (выв. 26) — лог. «1».

Рассмотрим на примере МК MC68HC908AP32 (применяется в ЭМ СМ BOSCH), как определяются подобные комбинации выводов и логические уровни на них. Все это можно найти в официальной документации (DATASHEET) на конкретный тип МК — см. раздел Monitor Mode (MON) в официальном описании [9]. На рис. П2.1 показан фрагмент схемы включения МК и подключения к нему внешних компонентов для перевода его в отладочный режим. На нём также показана цепь обмена данными между МК и ПК.

Из этого рисунка видно, что комбинация выводов и уровни сигналов на них следующие:

- РТА1 (выв. 30) — лог. «1» (соединен через резистор 10 кОм с шиной питания VDD);
- РТА2 (выв. 29) — лог. «0» (соединен через резистор 19 кОм с общим проводом VSS);
- РТВ0 (выв. 14) — лог. «1» или лог. «0» (в зависимости от состояния переключателя SW1 задается скорость обмена данными с ПК);
- РТА0 (выв. 32) — лог. «1» (линия обмена данными с ПК, в исходном состоянии на ней лог. «1», соединена через подтягивающий резистор 10 кОм с шиной питания VDD).

Также на рисунке видно, что в отладочном режиме для этого типа МК можно использовать две тактовые частоты (с помощью кварцевого резонатора или от отдельного кварцевого генератора) — 4,9152/9,8304 МГц. Уровни на всех перечисленных портах, кроме РТА0, опрашиваются МК лишь в момент входа в отладочный режим.

Вывод РТА0 используется в отладочном режиме для обмена данными между МК и управляющим ПК в последовательном асинхронном полудуплексном режиме. На рис. П2.1 также показаны микросхемы MAX232 и 74HC125: первая используется для согласования уровней КМОП и интерфейса RS-232, а вторая представляет собой 4-канальный буферный драйвер (в схеме используются только два канала). Вентили 74HC125 объединяют дуплексные сигналы интерфейса RS-232 по схеме «монтажное ИЛИ» и соединены с портом МК РТА0 (см. рис. П2.1).

Для формирования повышенного напряжения на входе IRQ МК используется выход «схемы подкачки» V+ микросхемы MAX232. Как показала практика, данное решение не является оптимальным, лучше для этих целей использовать отдельный источник питания необходимой мощности.

После выполнения описанных выше действий МК должен войти в отладочный режим — при этом возможен обмен данными между ПК и МК. Если попытки обмена данными не увенчались успехом, то это не означает, что МК неисправен — можно, например, попробовать еще раз, предварительно изменив скорость обмена (см. выше) или, как в СМ BOSCH, обмен возможен, если селектор программ на панели управления находится в определенном положении.

Далее с помощью специального ПО (см. раздел «Программирование МК») с ПК необходимо ввести 8 байт, содержимое которых должно совпасть с векторами, прошитыми в МК по адресам FFF6-FFFD и хранящимся в защищенной области памяти микроконтроллера. Эти байты еще называют Security Bytes или SS (send 8 bytes security). От результата сравнения зависит, какие операции можно будет производить с содержимым Flash-памяти МК. При положительном результате сравнения постоянная память МК доступна для считывания, записи, стирания, а при отрицательном — только для стирания. Собственно, с помощью байтов SS реализована защита от несанкционированного чтения памяти в МК HC908.

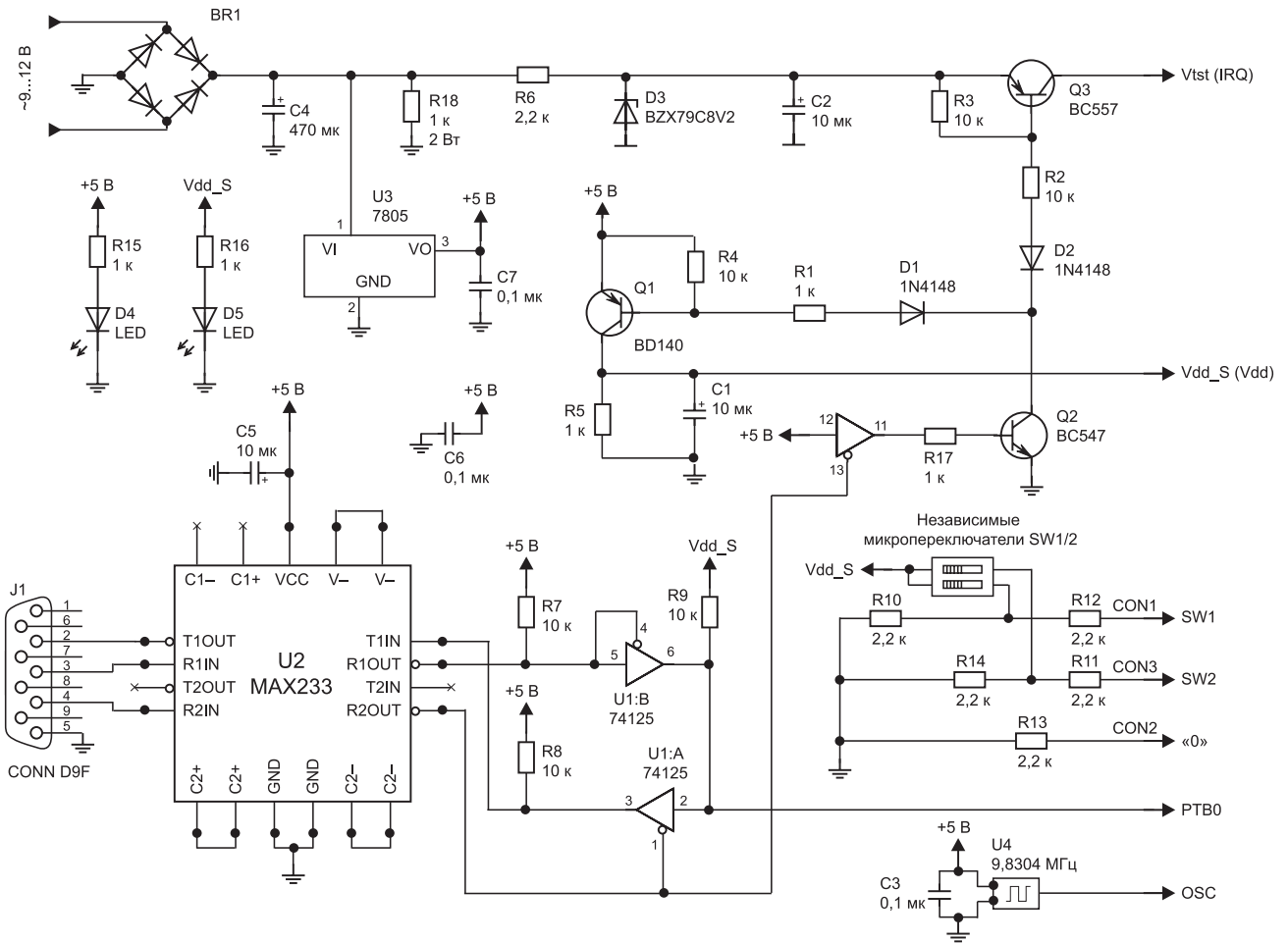


Рис. П2.2. Принципиальная электрическая схема программатора MON08

В МК с «чистой» Flash-памятью (например, новые), а также после выполнения операции «СТИРАНИЕ», все 8 байт SS имеют значение FF. В качестве «утешения» можно сказать, что существуют специальные программные пакеты, определяющие методом подбора значение байтов SS.

Программатор MON08

Для программирования МК Freescale HC908 специалистами была разработана схема программатора, которая с успехом применяется для работы с ЭМ

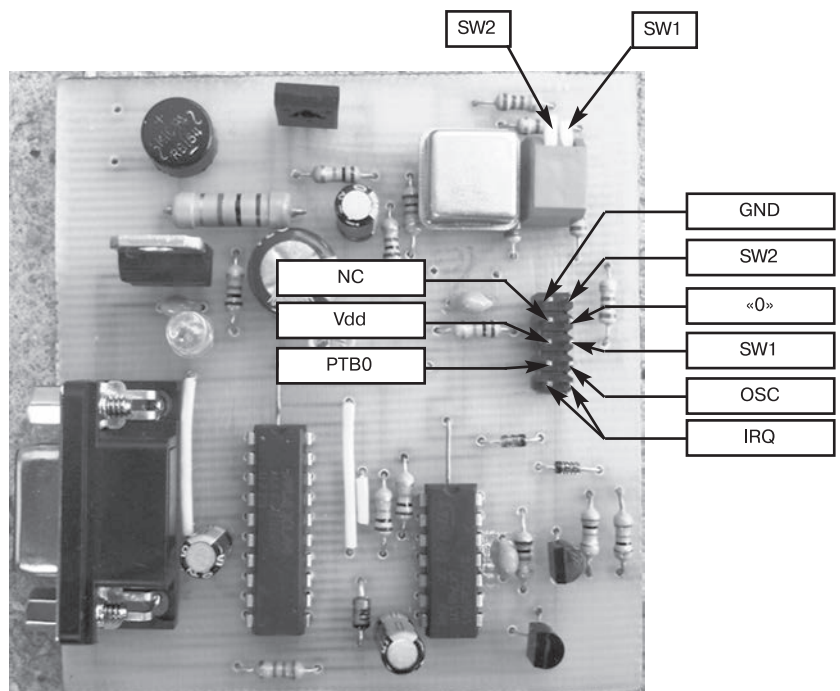


Рис. П2.3. Внешний вид платы программатора

СМ ARDO, WHIRLPOOL (MC908JL3/JL8), ELECTROLUX/ZANUSSI (MC68HC08GP16/GP32), BOSCH (MC68HC908AP32/AP64) и др. Для связи программатора с ПК используется интерфейс RS-232.

Принципиальная электрическая схема программатора приведена на рис. П2.2, а его внешний вид — на рис. П2.3.

В основу программатора положена схема, предложенная одним из польских радиолюбителей, но в нее были внесены определенные изменения, призванные улучшить качество работы устройства. Рассмотрим назначение основных узлов и цепей программатора.

Основой программатора являются элементы в цепи обмена данными между ПК и МК — это соединитель J1 (интерфейс RS-232), микросхемы MAX233 и 74HC125. Применение микросхемы MAX233 (вместо MAX232, как на рис. П2.1) позволило улучшить помехозащищенность и надежность работы программатора в целом.

Коммутация напряжения VTST (+8,1 В) на входе IRQ МК обеспечивается ключами на транзисторах Q2 Q3 (управление с ПК по цепи: конт. 4 J1 — выв. R2 IN/OUT U2 — U1D — Q2 — Q3 — выход VTST (вход IRQ)). Также ключ Q2 используется в цепи коммутации питания 5 В на МК (управление с ПК по цепи: конт. 4 J1 — выв. R2 IN/OUT U2 — U1D — Q2 — Q1 — выход VDD_S).

В составе программатора имеется отдельный кварцевый генератор U4 на частоту 9,8304 МГц, его выход подключают к входу OSC1 МК. Питание генератора коммутируется транзистором Q1 (цепь управления напряжением VDD_S была рассмотрена выше).

Цепи обмена данными между соединителем J1 интерфейса RS232 и МК практически идентичны схеме, показанной на рис. П2.1, за исключением того, что используется микросхема MAX233. Программатор питается от сетевого ИП с выходным переменным напряжением 9...12 В. Напряжение выпрямляется диодным мостом BR1 и поступает на интегральный стабилизатор U3 (формирует напряжение +5 В), а также на цепь формирования напряжения VTST. Питание устройства от сети позволило избежать многих проблем с подобными программаторами, в которых питание организовано от интерфейсных линий (RS-232).

Наличие напряжений VDD_S и +5 В контролируют по свечению соответствующих светодиодов (D5, D4).

Для формирования комбинаций логических уровней на входах МК (одно из необходимых условий перевода микроконтроллера в отладочный режим) используются микропереключатели SW1/2, а также резисторы R10-R14. Сигналы на выходе программатора обозначены как SW1/2 и «0». На компоненты этого узла поступает коммутируемое питание VDD_S (5 В). Указанные сигналы подключаются к МК в соответствии с конкретными рекомендациями в зависимости от типа микросхемы (см. описание выше).

Для подключения к МК на программаторе имеется специальная 10-контактная колодка, на которую выведены все необходимые сигналы. Назначение выводов колодки показано на рис. П2.3.

Программатор испытывался только в варианте непосредственной связи с COM-портом ПК. Работоспособность устройства при подключении через специализированный переходник USB-COM на практике не проверялась.

Предложенная реализация последовательного программатора пригодна для программирования большинства МК семейства HC908. Однако нужно учесть, что у каждого подсемейства МК для входа в отладочный режим контрольные сигналы подаются на разные выводы ИМС, которые, кроме всего прочего, могут иметь разные обозначения. Поэтому для подключения программатора к МК нужно руководствоваться соответствующей документацией. Кроме того, для некоторых типов МК в отладочном режиме может потребоваться другая тактовая частота, отличная от той, которую формирует генератор U4 (9,8304 МГц). Также не следует забывать, что некоторые МК могут иметь питание 3,3 В — в таком случае в схему программатора также придется ввести соответствующие изменения. Эти же ограничения относятся к подбору уровня повышенного напряжения, подаваемого на вход IRQ МК.

Подключение программатора к МК

Программатор подключается к МК достаточно просто — достаточно лишь изучить соответствующие разделы документации на МК и рекомендации, описанные выше в этой статье. Применительно к МК MC68HC908AP32 (см. рис. П2.1)

Таблица П2.1. Соединение программатора MON08 с выводами МК MC68HC908AR32

Сигналы на 10-контактной колодке программатора (рис. 3)	Обозначение и номер вывода МК MC68HC908AR32	Примечание
GND	VSS (выв. 7), VSSA (выв. 42) и др.	Подключают к общему проводу схемы
NC	Не используется	—
VDD	VDD (выв. 4), VSSA (выв. 43) и др.	Подключают к шине питания МК
PTB0	PTA0 (выв. 32)	2-направленная однопроводная линия обмена данными. Обозначение PTB0 на программаторе выбрано условно
VTST (IRQ)	IRQ1 (выв. 9)	Напряжение +8,1 В
OSC	OSC1 (выв. 5)	Тактовые импульсы частотой 9,8304 МГц
SW1	PTA1 (выв. 30)	Выставляется переключателем SW1 состояние лог. «1»
«0»	PTA2 (выв. 29)	Лог. «0» (линия соединена через резистор 2,2 кОм с общим проводом)
SW2	PTB0(выв. 14)	Выставляется переключателем SW2 состояние лог. «1»

устройство подключают к точкам, показанным в таблице П2.1.

Многие специалисты для облегчения настройки и подключения программатора всегда имеют под рукой уже готовые распечатки контрольных точек из документации на разные ходовые типы МК или, что еще проще, подключаются к заранее известным контрольным точкам на ЭМ. Если модуль не имеет конкретных точек подключения, линии программатора подключают непосредственно к выводам МК. На некоторых типах ЭМ, применяемых в СМ, имеются отдельные соединители, на которые уже выведена часть сигналов для подключения программатора (например, соединитель JF модуля EWM1000+ (ELECTROLUX/ZANUSSI)).

В качестве примера на рис. П2.4 показано расположение некоторых точек для подключения программатора к ЭМ MINISEL разных версий (применяются, например, в СМ ARDO).

Обозначение сигналов, подключенных к этим точкам, намеренно не приводится, эту информацию можно найти в документации на конкретный тип МК.

Часто не всегда удается определить тип МК (на корпус микросхемы может быть нанесена только служебная маркировка), это, например, можно сделать по коду маски (это

своеобразный «код конфигурации» МК). Например, МК MC68HC908AP32 (используются в СМ BOSCH) можно идентифицировать по коду маски 4L47P (нанесен на маркировку корпуса). Рассмотрение вопросов выявления типа МК по нанесенной на его корпусе служебной маркировке — тема отдельной статьи, поэтому здесь данный вопрос подробно рассматриваться не будет.

Программирование МК

Для программирования МК с помощью программатора MON08 нужно соответствующее ПО. Выбор программных продуктов для этих це-

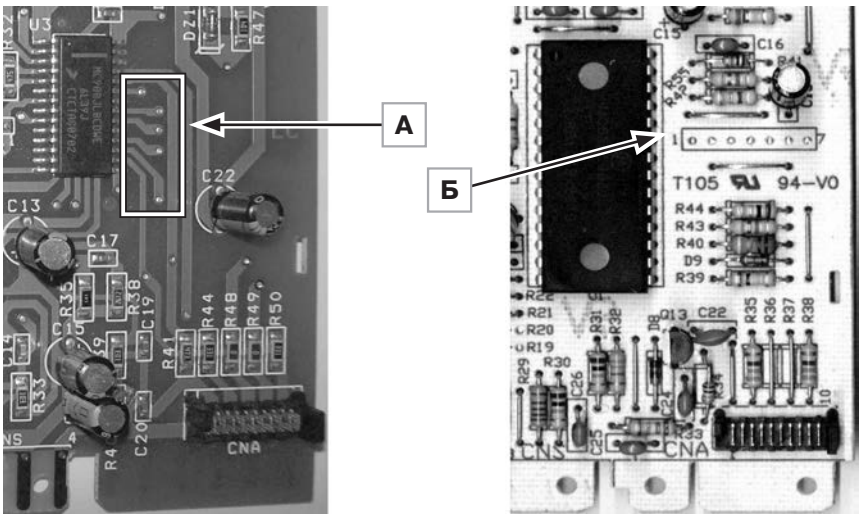


Рис. П2.4. Расположение контрольных точек на ЭМ MINISEL для подключения программатора: а — на новой версии модуля с применением SMD-компонентов; б — на старой версии модуля с использованием только DIP-компонентов

лей достаточно широк. Свой выбор можно остановить, например, на программе PROG08SZ (разработчик Remicro). Это вызвано тем, что программа проста, удобна и доступна для бесплатного скачивания. Процесс установки программы также достаточно прост и поэтому в особых комментариях не нуждается. Единственное, на что нужно обратить внимание — в процессе установки нужно отказаться от заполнения регистрационного окна. После установки ПО на диске С появится папка «Pemicro».

После этого запускают программу, ее основное окно показано на рис. П2.5.

Рассмотрим работу программы на примере подключения программатора к ЭМ MINISEL (рис. П2.4). После запуска программы и подачи питания на программатор желательно проверить МК на предмет обмена данными с ПК. Для этого ставят галочки USER (слева от окна 5, см. рис. П2.5) и Ignore (6). Далее нажимают кнопку 7 и, если сеанс связи между МК и ПК прошел успешно, должно появиться окно, показанное на рис. П2.6.

Появление дополнительного окна на рис. П2.6 означает, что нужно выбрать алгоритм программирования МК — в рассматриваемом случае в ЭМ используется MC68HC908JL8, поэтому выбирают строку 908_JL8.08P (она выделена на рисунке).

Если дополнительное окно (см. рис. П2.6) не появилось, это означает, что между ПК и МК связь не была установлена (неправильно была выбрана скорость обмена или установлены другие настройки, неправильно подключен программатор к МК, неисправен МК и пр.).

При запуске программы в первый раз дополнительное окно выбора алгоритма может не открыться, поэтому его выбирают вручную по пути C:/PEMICRO/ALGORITHMS/.

Затем нажимают кнопку «ОТКРЫТЬ», после чего на экране появится окно, показанное на рис. П2.7. Это означает, что выбранный алго-

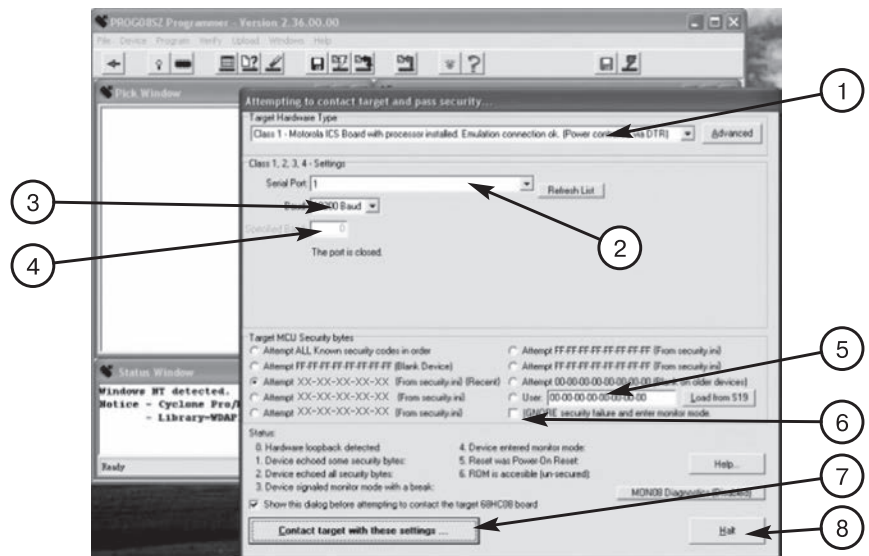


Рис. П2.5. Основное окно программы PROG08SZ, где: 1 — окно выбора устройства (программатора); 2 — окно выбора последовательного порта на ПК; 3 — окно выбора стандартной скорости обмена (из списка); 4 — окно выбора нестандартной скорости обмена; 5 — окно ввода SS-кода; 6 — активация режима входа в отладочный режим без SS-кода; 7 — кнопка активации обмена между МК и ПК; 8 — кнопка «ВЫХОД»



**Рис. П2.6. Выбор алгоритма
программирования в соответствии стипом
МК и скоростью обмена**

ритм программирования загружен, МК исправен и готов к работе.

Так как ранее при запуске программы была установлена галочка IGNORE (без ввода кода защиты SS, см. рис. П2.5), можно только стереть память МК и затем записать свою прошивку. При попытке чтения памяти программа будет делать

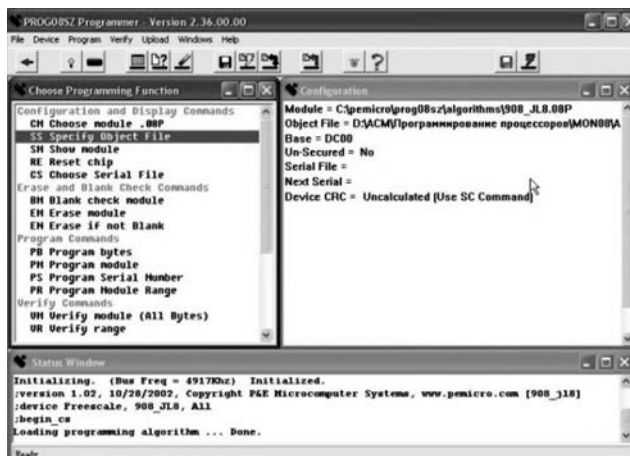


Рис. П2.7. Алгоритм программирования МК загружен

вид, что идет операция чтения, на самом деле в итоге будет сформирован файл без записанных в него данных.

Вход в полноценный режим отладки возможен только с вводом SS. Для этого в основном окне устанавливают галочку «USER», в окно 5 (рис. П2.5) вводят данные SS (8байт) и нажимают кнопку 7.

Все операции с памятью МК (чтение, запись, стирание), как и другие операции, обеспечивают функциональные кнопки и вкладки программы (расположены в верхней части окна) — подробно говорить о них нет смысла, так как диалоговый интерфейс прост и интуитивно понятен. В режиме чтения прошивки с МК (UPLOAD) программа в отдельном окне по умолчанию предложит дать имя считанному файлу. При первом запуске программы (если вручную не выбрать другой путь) она по умолчанию будет сохранять файлы в папке PEMICRO (см. выше). С помощью этой программы также можно провести верификацию прошивки, корректировать программные модули (прошивки), наладить тиражирование прошитых МК и многое другое.

В заключение приведем принципиальную электрическую схему расширенной версии программатора (см. рис. П2.8) МК HC908, выполненного на основе микросхемы MAX232. В нем по сравнению с предыдущим устройством (рис. П2.2, П2.3) применяются два кварцевых генератора (4,9152 и 9,8304 МГц) и имеется отдельная программно-управляемая цепь формирования сигнала RESET.

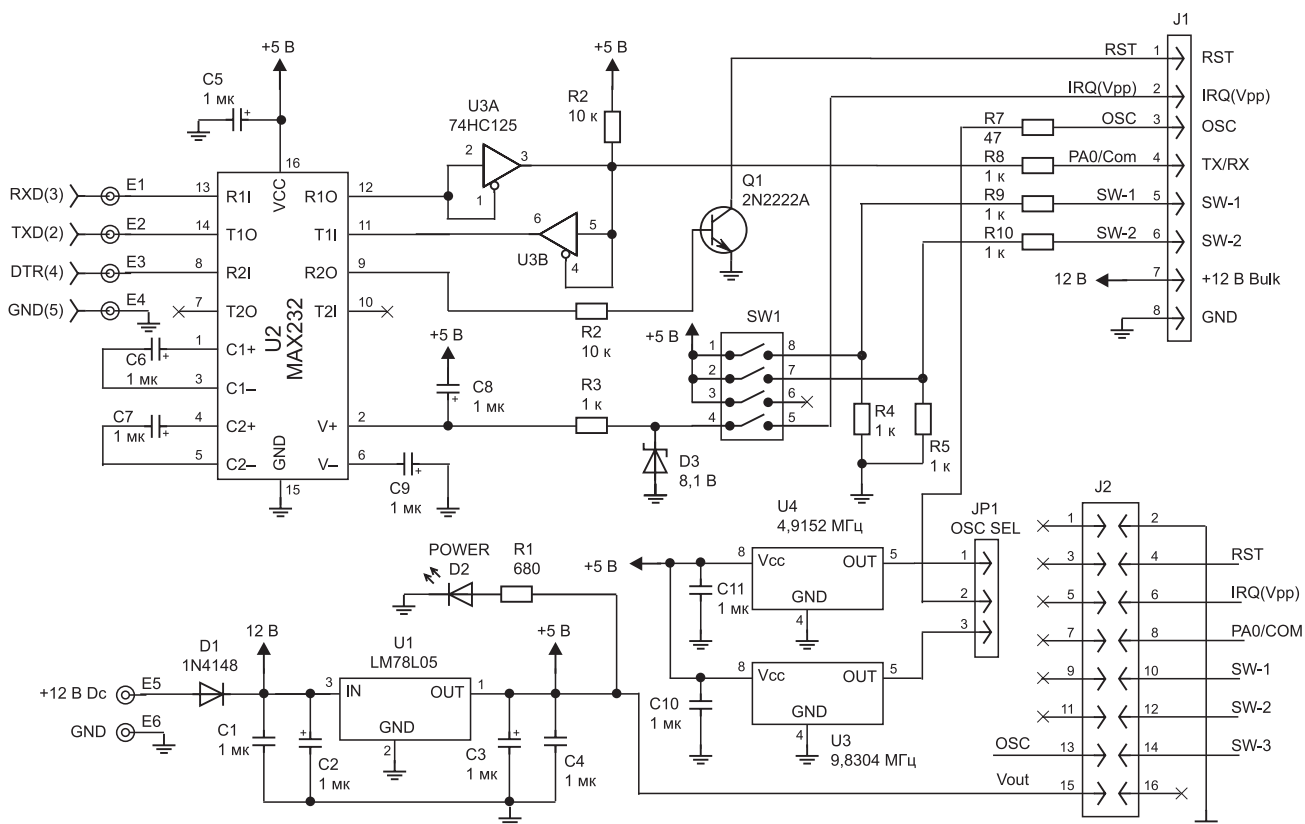


Рис. П2.8. Принципиальная электрическая схема расширенной версии программатора MON08

ПЗ. Микроконтроллеры Freescale для бытовой техники. Отладочный интерфейс BDM

Общие сведения. Комплекс отладки BDM

В приложении П2 и [14] уже публиковались материалы об особенностях программирования МК Freescale (Motorola) с помощью отладочного интерфейса MON08. Наряду с относительной простотой программно-аппаратных средств отладки MON08 для данной системы существует ряд существенных ограничений (см. [51]). Перечислим некоторые из них:

- скорость обмена с ПК в режиме отладки и программирования определяется тактовой частотой МК в конкретном исполнении изделия (программатора). Возможны случаи, когда требования отладочного ПО и конкретного изделия при выборе частоты тактирования могут вступать в противоречие;
- для контроля над ресурсами МК в ходе исполнения отлаживаемой программы в реальном масштабе времени эту программу необходимо остановить. Не все объекты управления допускают подобный режим испытаний;
- число выводов МК, необходимое для ввода МК в полноценный отладочный режим, велико (6 и более), поэтому для 8-выводных МК приходится применять дополнительные элементы в схеме, что не всегда возможно для миниатюрных изделий.

В связи с вышеназванными ограничениями при проектировании некоторых последующих линеек МК используется уже другой модуль/режим отладки, лишенный указанных недостатков, — BDM (Background Debug Mode, фоновый режим отладки). Иногда можно встретить другой перевод аббревиатуры BDM — Background Debug Module. Это не совсем правильно, поскольку сокращение «BDM» в первую очередь характеризует именно способ реализации процесса отладки на аппаратном уровне, без останова исполнения прикладной программы. Этот способ применен в нескольких семействах МК: 8-разрядных HCS908, 16-разрядных HCS12 и 32-разрядных ColdFire. Однако аппаратная реализация подсистемы отладки для каждого из пе-

речисленных семейств — своя собственная. То же самое можно сказать и относительно интерфейса отладки, который носит название BDM-порт. Этот интерфейс используется для сопряжения МК с ПК. Имея одинаковое название в каждом из указанных семейств МК, порты BDM различаются числом линий связи и временными параметрами обмена информацией. Об этом следует помнить при приобретении модуля сопряжения, который необходим для подключения МК конкретного изделия к ПК на этапе отладки/программирования.

Существует большое разнообразие вариантов практической реализации устройств сопряжения между ПК и интерфейсом BDM. Больше всего распространены адаптеры USB-BDM, реже можно встретить решения типа LPT-BDM (см. [52]).

В этом материале пойдет речь о программно-аппаратных комплексах отладки BDM применительно к серии МК HCS908 (как отмечалось выше, подобные комплексы для разных серий МК имеют некоторые различия). Для специалистов-ремонтников возможности BDM в полном объеме не нужны — они ограничиваются лишь операциями чтения/записи при программировании внутренней Flash-памяти МК.

Встроенный модуль/режим внутрисхемной отладки МК HCS908 состоит из двух частей: контроллера BDC (Background Debug Controller) и собственно модуля отладки (On-chip Debug Module). Контроллер BDC обеспечивает доступ ко всей памяти МК, а также чтение и модификацию регистров без остановки работы центрального процессора.

Существуют два списка команд отладки: одни выполняются на аппаратном уровне, а другие — под управлением специальной программы — монитора отладки, которая хранится в ПЗУ модуля BDM. Применительно к потребностям ремонтников интерес представляют аппаратные команды, так как с их помощью и обеспечивается весь процесс программирования памяти МК. Список аппаратных команд BDM приведен в таблице ПЗ.1.

Таблица ПЗ. 1. Описание аппаратных команд модуля отладки BDM

Команда	Описание
BACKGROUND	Ввод в режим отладки с использованием монитора BDM
READ_BD_BYTE	Чтение байта из области памяти блока BDM, адрес указан в команде
STATUS	Чтение регистра состояния модуля BDM (частный случай команды READ_BD_BYTE)
READ_BD_WORD	Чтение 16-разрядного слова из области памяти блока BDM, адрес указан в команде
READ_BYTE	Чтение байта из области памяти МК, адрес указан в команде
READ_WORD	Чтение слова из области памяти МК, адрес указан в команде
WRITE_BD_BYTE	Запись байта в область памяти блока BDM
ENABLE_FIRMWARE	Производится запись в регистр состояния STATUS модуля BDM (частный случай команды WRITE_BD_BYTE). Передаваемый в регистр состояния код 1xxx xxxx разрешает работу программно-аппаратных средств модуля отладки BDM. Для перевода МК в режим отладки необходимо далее подать команду BACKGROUND
WRITE_BD_WORD	Запись слова в область памяти блока BDM, адрес указан в команде
WRITE_BYTE	Запись байта в область памяти МК
WRITE_WORD	Запись слова в область памяти МК, адрес указан в команде

Адаптер USB-BDM — это специальное отдельное электронное устройство, которое преобразует сигналы однопроводного интерфейса отладки МК в стандартный последовательный протокол USB для ПК. Обычно адаптер BDM соединяется с МК на плате программируемого/отлаживаемого изделия через стандартный 6-контактный соединитель. Применительно к изделиям бытовой техники, в которых используются МК серии HCS908, они не имеют на ЭМ отдельных стандартных соединителей с распайкой под адаптер USB-BDM. Для подключения адаптера к ЭМ используют переходники или просто выполняют нужную разводку между адаптером BDM и МК отдельными внешними проводниками (см. ниже). В зависимости от модели адаптера USB-BDM питание МК в них может коммутироваться (например, 3,3/5 В), а также выбираться источник питания (внешнее или от USB-порта МК). На указанный выше 6-контактный соединитель BDM адаптера обычно выведены только 4 линии: BKGD (сокращение от слова BACKGROUND, двунаправленная линия обмена данными), RST (аппаратный сброс МК), Vdd (питание МК) и GND (общий провод). В

некоторых моделях МК вывод BKGD может иметь обозначение BKGD(BKGND)/MS и предназначен для реализации сразу двух функций: соединения с внешним устройством отладки (BKGND) и выбора режима работы МК (MS).

При активном состоянии сигнала сброса (RST) МК вывод BKGND/MS используется для выбора режима работы. При высоком логическом уровне на входе BKGND/MS МК переходит в пользовательский режим работы. В этом режиме будет исполняться программа управления только под управлением собственных ресурсов МК, без участия модуля отладки. МК обеспечивает переход в пользовательский режим в момент выхода из режима сброса. До вывода МК из состояния сброса изменение уровня сигнала на выводе BKGND/MS позволяет сколь угодно раз переназначать режим работы МК, выбирая отладочный или пользовательский режимы работы.

Режим отладки BDM в варианте реализации для 8-разрядных МК HCS908 предоставляет четыре типа сервисов:

- выполняет чтение и модификацию ячеек памяти и регистров специальных функций без останова исполнения прикладной программы;
- сканирует состояние внутренних магистралей МК в определенные выбранные оператором моменты. На основании этих данных ПК восстанавливает весь ход исполнения прикладной программы без останова ее исполнения;
- обеспечение останова прикладной программы по безусловным и условным контрольным точкам;
- выполняет чтение и модификацию регистров МК после останова прикладной программы по какому-либо событию отладки.

Описание режима BDM, работа и взаимодействие программных и аппаратных средств достаточно подробно описаны в документации производителя [53].

Практические реализации внутрисхемных USB-BDM программаторов

Существует много разновидностей адаптеров BDM для программирования МК Freescale, у специалистов большее распространение получили устройства USB-BDM, так как подавляющее

большинство ПК уже имеют в своем составе интерфейс USB.

Рассмотрим варианты устройств USB-BDM, которые получили наибольшее распространение.

Программатор BDM Multilink (USBMULTILINKBDME)

BDM Multilink — рекомендуемый Freescale недорогой (чуть более 3,5 тыс. руб) универсальный отладочный инструмент для МК серий RS08, HCS08, HCS12. Вместе с этим продуктом поставляется инструментальная среда CodeWarrior™ Development Studio for RS08, HC(S)08, HC(S)12, Special Edition. Устройство позволяет проводить операции по внутрисхемному программированию Flash-памяти МК, отладку программ и эмуляцию в режиме реального времени.

Внешний вид устройства показан на рис. ПЗ.1, а окно программного пакета CodeWarrior™ Development Studio — на рис. ПЗ.2.

Программатор USBDM TBDML

Этот программатор производства KHP является более доступной версией предыдущего устройства (цена около 800...1500 руб.). Он работает под управлением ПО CodeWarrior™ Development Studio и поддерживает МК серий



Рис. ПЗ.1. Внешний вид комплекта универсального программатора BDM Multilink

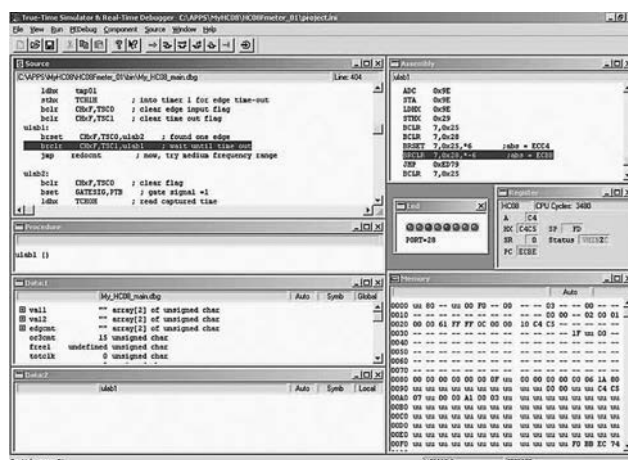


Рис. ПЗ.2. Окно программы CodeWarrior™ Development Studio

HCS12, HCS08, RS08, Coldfire V1. В устройстве имеется возможность коммутации питания МК (3,3/5 В). Внешний вид устройства OSBDM TBDML показан на рис. ПЗ.3.

BDM Programmer

Устройство в основном предназначено для программирования только МК Freescale серии HSC08, которые применяются в бытовой технике (стиральные и посудомоечные машины, холодильники и др.). Перечислим некоторые из них:

- MC9S08GB60(A) (Indesit/Hotpoint-Ariston, аппаратная платформа ARCADIA);
- MC9S08AW60 (Zanussi/Electrolux, платформа ENV-06).

Вышеприведенный список поддерживаемых МК этим не ограничивается (в серию HSC08 входит более 100 типов МК), программатор поддерживает и другие МК серии HSC08.



Рис. ПЗ.3. Внешний вид универсального программатора USBDM TBDML

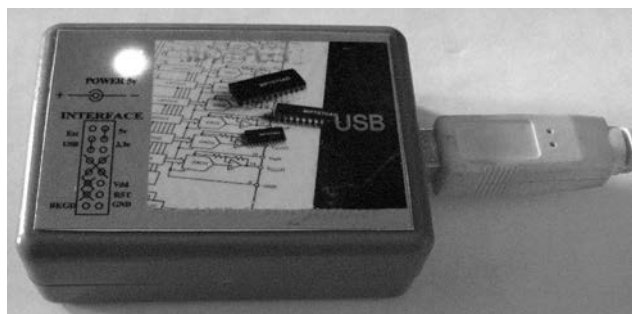


Рис. ПЗ.4. Внешний вид программатора BDM Programmer

В устройстве предусмотрена коммутация уровней напряжения питания МК (3,3/5 В) и питание от сетевого адаптера или от USB-интерфейса. Внешний вид программатора BDM Programmer показан на рис. ПЗ.4.

Программатор работает под управлением ПО Flash Programmer. Одно из окон программы



Рис. ПЗ.5. Окно программы Flash Programmer

(установки программирования МК) показано на рис. ПЗ.5. Более подробно с программатором можно ознакомиться в [54] и [55].

Схемотехника универсальных BDM-программаторов

Несмотря на большое разнообразие, большинство BDM-программаторов мало чем отличаются друг от друга. Их основой является специализированный МК, обеспечивающий общее управление, стабилизированный регулятор напряжения (если есть переключение питания 3,3/5 В), элементы индикации и двунаправленные приемопередатчики (не всегда).

На рис. ПЗ.6 приведена принципиальная электрическая схема одной из разновидностей простейшего BDM-программатора (вариант 1).

Рассмотрим назначение его основных компонентов:

- IC1 (TPS73133) — параметрический стабилизатор напряжения 3,3 В, используется для питания внешнего МК;
- IC2, IC3 (SN743LVC1T45) — 1-разрядные 2-направленные формирователи;
- IC4 (MC68HC908JB16) — управляющий МК. Он обеспечивает функционирование всех узлов программатора. Сам МК в составе программатора относится к другому семейству HC08 и программируется через отладочный интерфейс MON08 (см. [14]);
- JP2 — переключатель режимов работы программатора;
- JP1 — переключатель питания внешнего МК (5/3,3 В);
- D1, D2 — светодиодные индикаторы;
- CN1 — соединитель USB-интерфейса;
- CN2 — соединитель BDM.

На рис. ПЗ.7 показан еще один вариант BDM-программатора (вариант 2), выполненный на основе МК MC68HC908JB16. Он несколько отличается от предшественника, но основные компоненты и функционал оставлены без изменений. Что касается отличий — в нем, например, применена ручная коммутация режима программирования внешнего МК (переключателями S1, S2), также используется только один двунаправленный формирователь.

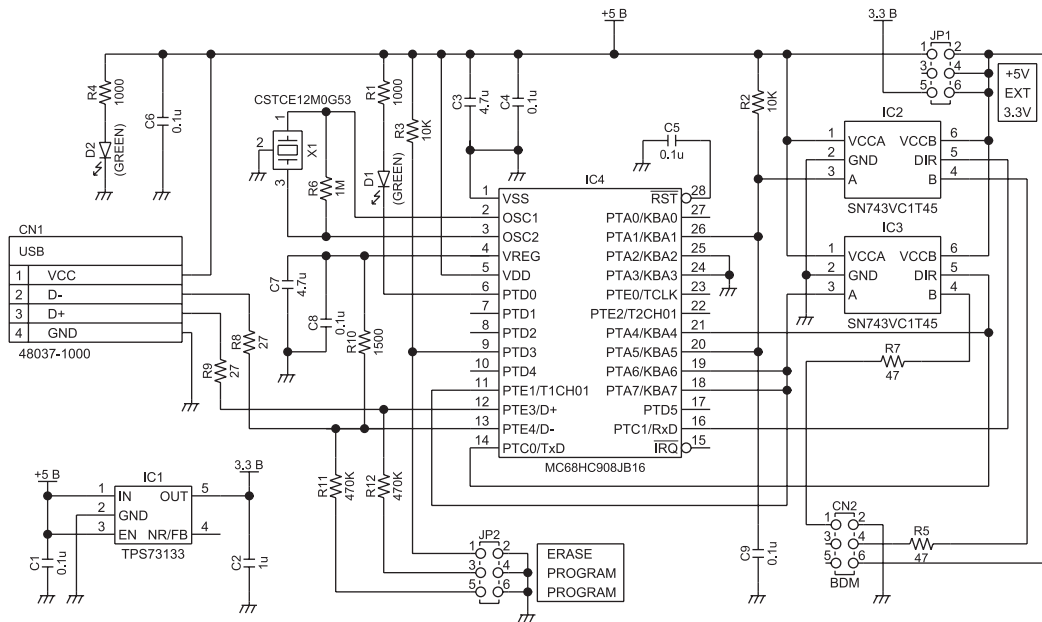


Рис. ПЗ.6. Принципиальная электрическая схема BDM-программатора (вариант 1)

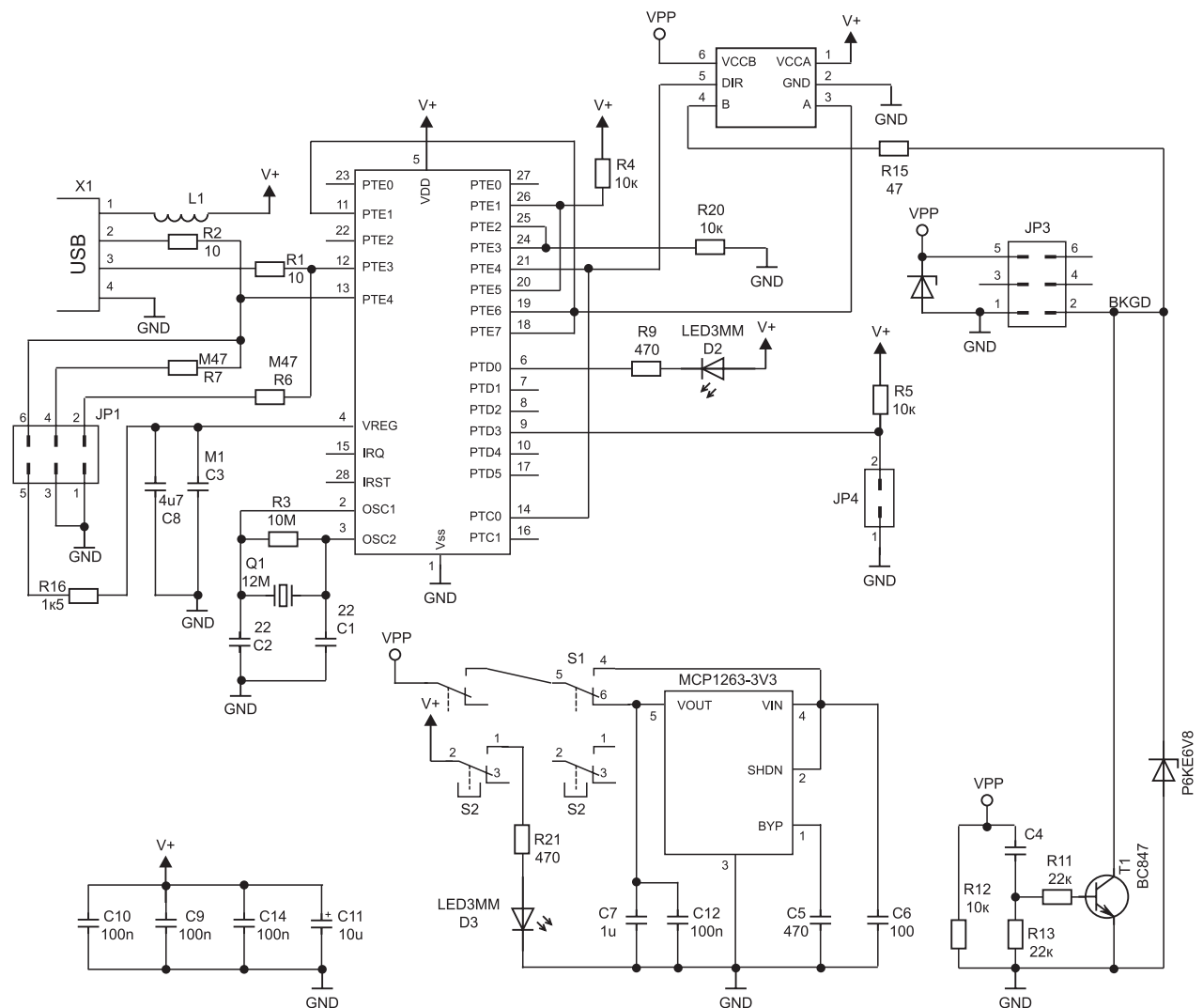


Рис. ПЗ.7. Принципиальная электрическая схема BDM-программатора (вариант 2)

Подключение BDM-программаторов к МК

Выше уже перечислялись выводы BDM-программатора, которые подключаются к внешнему МК. В зависимости от типа МК расположение выводов для подключения может различаться. Но в этом никаких сложностей не возникает, так как выводы (интерфейс) программатора и контрольные точки МК на разных устройствах обозначаются практически одинаково. На примере МК MC9S08AW60 выделены точки подключения программатора (см. рис. ПЗ.8).

Чтобы избежать в будущем ошибок при подключении программатора, нужно ознакомиться с соответствующими материалами на конкретный тип МК (например, см. [56]).

В заключение приведем контрольные точки подключения программатора непосредственно на ЭМ стиральных машин. На рис. ПЗ.9 показаны точки подключения BDM-программатора на электронной плате стиральных машин Indesit/Hotpoint-Ariston (аппаратная платформа ARCADIA, МК типа MC9S08GB60(A)), а на рис. ПЗ.10 — на ЭМ EWM1100/2100/25xx/35xx для CM Zanussi/Electrolux (аппаратная платформа ENV-06, МК типа MC9S08AW60).

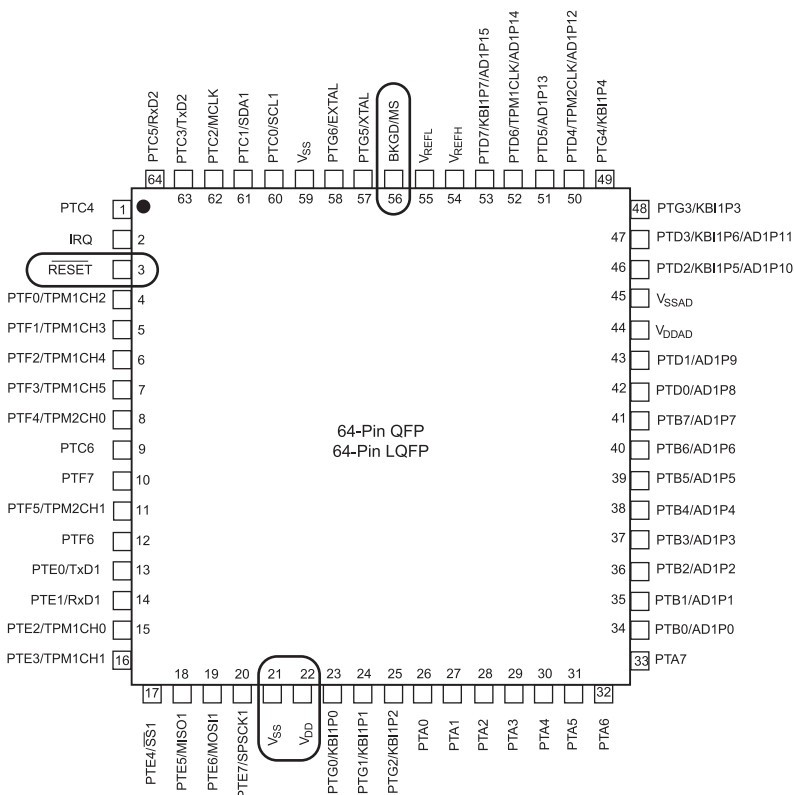


Рис. ПЗ.8. Точки подключения BDM-программатора к МК MC9S08AW60

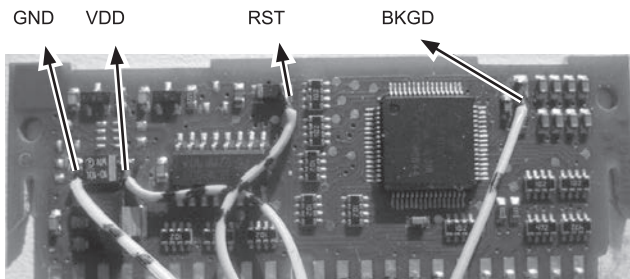


Рис. ПЗ.9. Точки подключения BDM-программатора к плате модуля стиральных машин Indesit/Hotpoint-Ariston (аппаратная платформа ARCADIA, МК типа MC9S08GB60(A))

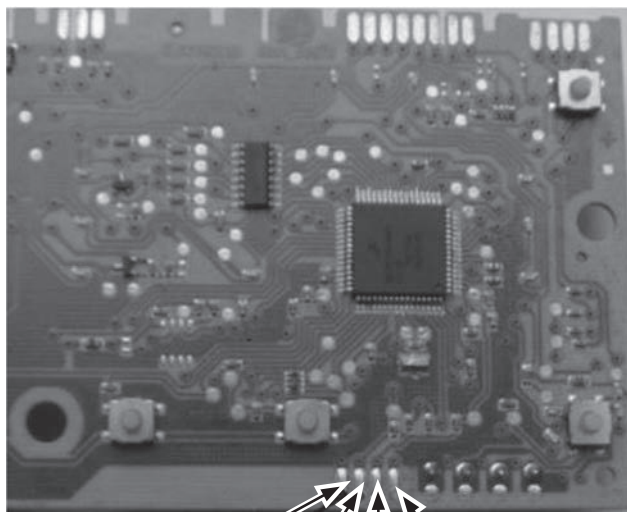


Рис. ПЗ.10. Точки подключения BDM-программатора к плате ЭМ стиральных машин Zanussi/Electrolux (аппаратная платформа ENV-06, МК типа MC9S08AW60)

Литература и интернет-источники

1. Ростов А., Федоров В. Электронные модули EVO-II стиральных машин ARISTON/INDESIT с 3-фазными приводными моторами. Ремонт & Сервис, № 7, 8, 2011.
2. Ростов А., Федоров В. Электронные модули стиральных машин ARISTON/INDESIT, выполненные на платформе ARCADIA. Ремонт & Сервис, № 2, 3, 2011.
3. Ростов А., Федоров В. Электронный модуль ARCADIA стиральных машин ARISTON/INDESIT с 3-фазными приводными моторами. Ремонт & Сервис № 4, 5, 2012.
4. Ростов А. Сервисные функции стиральных машин INDESIT, выполненных на аппаратной платформе ARCADIA. Ремонт & Сервис, № 7, 2010.
5. Хребтов Ю. Программа BTKeyTool для прошивки электронных модулей стиральных машин ARISTON/INDESIT. Ремонт & Сервис, № 12, 2011.
6. Андреев В., Балимов Э., Волков А., Юдин В. Программа EVA для прошивки электронных модулей стиральных машин ARISTON/INDESIT. Ремонт & Сервис № 5, 2012.
7. Юдин В., Ростов А. Сервисные ключи с USB-интерфейсом для бытовой техники производства Indesit Company. Ремонт & Сервис № 7, 2012.
8. LNK304-306. LinkSwitch-TN Family. Data Sheet. Power Integrations, 2004.
9. MC68HC908AP64; MC68HC908AP32; MC68HC908AP16; MC68HC908AP8. Microcontrollers. M68HC08. Data Sheet. Freescale Semiconductor, 2007.
10. Форум по ремонту бытовой техники: <http://www.remserv-bt.ru>.
11. Форум сайта МОНИТОР: <http://www.monitor.net.ru>.
12. Форум сайта ESPEC: <http://www.monitor.espec.ws>.
13. Ростов А. Электронный модуль серии ALPHA стиральных машин WHIRLPOOL. Ремонт & Сервис, № 10, 2011.
14. Гусеинов Л., Химин В., Ростов А. Микроконтроллеры Freescale в электронных модулях бытовой техники. Технология программирования через отладочный интерфейс MON08. Ремонт & Сервис, № 9, 2013.
15. Ростов А., Новоселов М. Электронный модуль EWM1100 стиральных машин ELECTROLUX/ZANUSSI/AEG. Ремонт & Сервис, № 4, 5, 2011.
16. Новоселов М. Устройство и ремонт электронного модуля для стиральных машин BOSCH и SIEMENS. Ремонт & Сервис, № 10, 2008.
17. Волков А., Козаченко В., Толстов А. Электронный модуль стиральных машин BOSCH серии CLASSIXX5. Ремонт & Сервис, № 10, 11, 2013.
18. Долгов В. Конфигурирование электронных модулей стиральных машин BOSCH/SIEMENS. Ремонт & Сервис, № 9, 2010.
19. TNY263-268. TinySwitch-II Family. Data Sheet. Power Integrations, Rev. H 02/09.
20. Ростов А., Федоров В. Электронные модули EVO-II стиральных машин ARISTON/INDESIT с 3-фазными приводными моторами. Ремонт & Сервис, № 7, 8, 2011.
21. Новоселов М. Индуктивные датчики уровня воды стиральных машин, Ремонт & Сервис, № 6, 2008.
22. LG Electronics. Washing machine. Service Manual. Model: F1*20TD(1~9)/F1*22TD(1~9)/F1*56*D / F**68LD. P/No.: MFL42617212.
23. LG Electronics. Washing Machine. Technical Guide book.
24. 8 Bit Microcontroller. TLCS-870/X Series. TMP88FW45AFG. TOSHIBA CORPORATION, 2008.
25. TECHNICAL DATA. LED Driver IC. IK2102. IK Semicon.
26. TECHNICAL DATA. Bipolar digital integrated circuit. KID65001AP/AF-KID65004AP/AF. KEC Semiconductor. 1998.
27. PWM Off-Line Switching Regulator ICs. STR-A6000H Series. SANKEN Electric, 2013.
28. Motion SPM 45 Series. FNB41060. Fairchild Semiconductor, 2014.
29. 3-Wire Serial EEPROMs AT93C46, AT93C56, AT93C57, AT93C66. Atmel Corporation, 1998.
30. Ростов А., Федоров В. Электронный модуль стиральных машин АТЛАНТ серий 35M102-xxx, 45J82/102-xx, 50C85-xxx. Ремонт & Сервис, № 8, 2010.
31. STMicroelectronics. Datasheet. STM8S207xx; STM8S208xx. Doc ID 14733 Rev 12. February 2012.
32. Power Integrations. LNK362-364. LinkSwitch-XT Family. Datasheet. November 2005
33. NXP Semiconductors. Product data sheet. 74HC595; 74HCT595. Rev. 6. 12 December 2011.
34. UM0627_User_manual. ST-LINK in-circuit debugger/ programmer for STM8 and STM32. Doc ID 15285 Rev 3. November 2009.
35. ST-LINK/V2 in-circuit debugger/programmer for STM8 and STM32. Data brief. Doc ID 018751 Rev 3. September 2012.
36. Каталог портала ТЕРРАЭЛЕКТРОНИКА: http://www.terraelectronica.ru/catalog_info.php?CODE=1081691.

37. Гринченко В., Ростов А. Электронные модули «Invensys AT003» стиральных машин АТЛАНТ. Ремонт & Сервис, №1, 2015.
38. STMicroelectronics. STM8 SWIM communication protocol and debug module. UM0470. User manual. Doc ID 14024, Rev 3, 2011.
39. Материалы семинара компании КОМПЭЛ. Р. Попов, инженер по МК STMicroelectronics. Семейство микроконтроллеров STM8. Сентябрь, 2011.
40. Гринченко В., Ростов А. Электронные модули стиральных машин с прямым приводом барабана серии «LG F**68*D(P)». Ремонт & Сервис, № 10, 11, 2014.
41. Power Integrations. LinkSwitch-HF Family. LNK353/354. February 2005.
42. Panasonic Semiconductor. MN101E31G. Document MAD00064AEM.
43. DAEWOO ELECTRONICS. Service Manual. Washing Machine. Model: DWD-M801X/M802X/M803X, DWD-M101X/M102X/M103X, DWD-M121X/M122X/M123X. Jan. 2010.
44. Korea Electronics (KEC) Semiconductor. Technical Data. 7 Circuit Darlington Transistor Array KID65001AP/AF-KID65001AP/AF. 1998.8.27. Revision № 2.
45. Гринченко В., Ростов А. Электронный модуль стиральных машин «DAEWOO DWD-M8011/8021». Ремонт & Сервис, № 12, 2014
46. Новоселов М. Устройство и ремонт электронного модуля стиральной машины «LG WD-80160». Ремонт & Сервис, № 9, 2008.
47. Ростов А. Устройство электронных модулей MINISEL, MINIUDC, MINI AC и MINI DC, применяемых в стиральных машинах ARDO. Ремонт & Сервис, №12, 2007.
48. DAEWOO ELECTRONICS. Service Manual. Washing Machine. Model: DWD-F1211/F1212/F1213, DWD-F1011/F1012/F1013. Mar. 2005.
49. Korea Electronics (KEC) Semiconductor. Technical Data. 8CH HIGH-VOLTAGE SOURCE DRIVER KID65783AP/AF. 2000.3.29. Revision 1.
50. FlashRunner Device List http://www.intrinsicquality.com/index_files/FlashRunner_Device_List.pdf.
51. Т. Ремизевич. Модули внутрисхемной отладки микроконтроллеров FREESCALE SEMICONDUCTOR. Электронные компоненты, №12, 2006.
52. Сайт для специалистов по спутниковому приему: <http://www.sat-digest.com/SatXpress/Digital/MM/BDM/index.htm>
53. Introduction to HCS08. Background Debug Mode. Freescale Semiconductor. Application Note. Document Number: AN3335. Rev. 1, 11/2006.
54. Форум мастеров: <http://rmbt.ru/index.php?showtopic=20290>.
55. Форум сайта МОНИТОР: <http://monitor.net.ru/forum/programm-hcs08-env-06-info-398403.html>.
56. MC9S08AW60. HCS08 Microcontrollers. Data Sheet, Freescale Semiconductor, Rev 2, 12/2006.

Серия «Ремонт», выпуск 135

Ремонт электронных модулей стиральных машин

Приложение к журналу «Ремонт & Сервис»

Под редакцией Родина А. В. и Тюнина Н. А.

Ответственный за выпуск: **В. Митин**

Верстка: **СОЛОН-Пресс**

Обложка: **СОЛОН-Пресс**

ООО «СОЛОН-Пресс»

123001, г. Москва, а/я 82

Телефоны: (495) 617-39-64, (495) 617-39-65

E-mail: avtor@solon-press.ru,

www.solon-press.ru

По вопросам приобретения обращаться:

ООО «ПЛАНЕТА АЛЬЯНС»

Тел: (499) 782-38-89,

www.aliants-kniga.ru

По вопросам подписки на журнал «Ремонт & Сервис» обращаться:

ООО «СОЛОН-Пресс»

тел.: (495) 617-39-64,

e-mail: rem_serv@solon-press.ru

www.remserv.ru

ООО «СОЛОН-Пресс»

115142, г. Москва, Кавказский бульвар, д. 50

Формат 60×88/8. Объем 16 п. л. Тираж 1000 экз.

Заказ №