

Александр Ростов (г. Зеленоград), Василий Федоров (г. Липецк)

Электронные модули EVO-II стиральных машин ARISTON/INDESIT с 3-фазными приводными моторами (часть 1)

Копирование, тиражирование и размещение данных материалов на Web-сайтах без письменного разрешения редакции преследуется в административном и уголовном порядке в соответствии с Законом РФ.



В этой статье подробно описывается электронный модуль (ЭМ) на аппаратной платформе EVO-II, используемый в стиральных машинах (СМ) INDESIT/ARISTON 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. Этот производитель выпускает всего два типа ЭМ для 3-фазных приводных моторов — один на аппаратной платформе EVO-II, а другой — на новой платформе ARCADIA. Соответственно, каждый тип имеет несколько разновидностей, связанных с различиями как в аппаратной комплектации СМ (например, в зависимости от наличия сушки, датчика проводимости и др.), так и программного обеспечения (ПО), которое хранится в микросхеме энергонезависимой памяти (ЭСППЗУ) в составе модуля.

В этой статье мы подробно остановимся на модуле EVO-II для 3-фазных моторов. Внешний вид одной из разновидностей этого модуля и схема соединений показаны на рис. 1.

В [1] и [2] подробно рассматривались два типа ЭМ, относящиеся к платформе EVO-II и предназначенные для работы с коллекторным приводным мотором. Если сравнивать эти модули с ЭМ для 3-фазных

моторов, основное их отличие связано только с узлом управления мотором — в описываемом модуле реализовано управление мотором с помощью сигнального процессора. Применение 3-фазного мотора позволило снизить шум и общее энергопотребление СМ, но значительно усложнило схему ЭМ.

О сигнальных процессорах

Управление 3-фазным приводным мотором в рассматриваемом ЭМ обеспечивается отдельным сигнальным процессором. Цифровой сигнальный процессор (ЦСП) (англ. Digital Signal Processor, DSP) — это специализированный процессор, предназначенный для цифровой обработки сигналов (обычно в реальном масштабе времени).

В этом ЭМ используются два типа процессоров, относящихся к отдельной разновидности сигнальных процессоров — DSP Motor Control семейства TMS320C2000 производства Texas Instruments (TI). Это — 16-разрядные DSP TMS320LF(LC)2401A в корпусе QFP-32 или TMS320LF(LC)2402A в корпусе QFP-64.

Еще 7 лет назад в рамках сотрудничества компаний Merloni Elettrodomestici и TI было отдельное заявление по поводу использования в составе ЭМ сигнальных процессоров линейки TMS320C24x:

«... реализующие принципы цифровой обработки сигналов и

способны обеспечить рациональное управление электродвигателем, снижающее уровень шума и улучшающее рабочую эффективность стиральных машин ARISTON. Используя DSP с низким энергопотреблением фирмы TI, производитель оборудования для стирки компания Merloni Elettrodomestici начала установку в свои разработки более эффективных трехфазных двигателей переменного тока с управлением по FOC-принципу (Field Oriented Control — регулирование с ориентацией по полю)».

В рассматриваемых ЭМ микросхема DSP управляет приводным мотором через специализированные драйверы (L6388 или IR2106) и выходные каскады на IGBT-транзисторах в полумостовом включении (STGP10N60KD, IRGBC30F и др.). Общее управление DSP и приводным мотором, как и остальными элементами в составе ЭМ, обеспечивает основной микроконтроллер (МК). Микроконтроллер управляет DSP по последовательной шине через оптронные развязывающие цепи.

Так как микросхемы TMS320LF(LC)2401A/02A питаются напряжением 3,3 В, в источнике питания ЭМ предусмотрен соответствующий канал.

Основные характеристики микросхем DSP, применяемые в ЭМ EVO-II, приведены в таблице 1.

Таблица 1. Основные характеристики DSP, применяемых в ЭМ EVO-II

Тип DSP	Быстродействие, млн. инстр./с (или MIPS)	Объем ОЗУ, 16-разрядные слова	Объем ПЗУ, 16-разрядные слова	Количество каналов ШИМ	Разрядность АЦП, /количество каналов/ минимальное время преобразования, нс	Количество встроенных таймеров	Количество последовательных портов
TMS320LF2401A	40	1K	8K (Flash)	7	10/5/500	2	1
TMS320LC2401A		1K	8K		10/5/500		
TMS320LF2402A		1K	8K (Flash)	8	10/8/375		
TMS320LC2402A		544	8K		10/8/425		

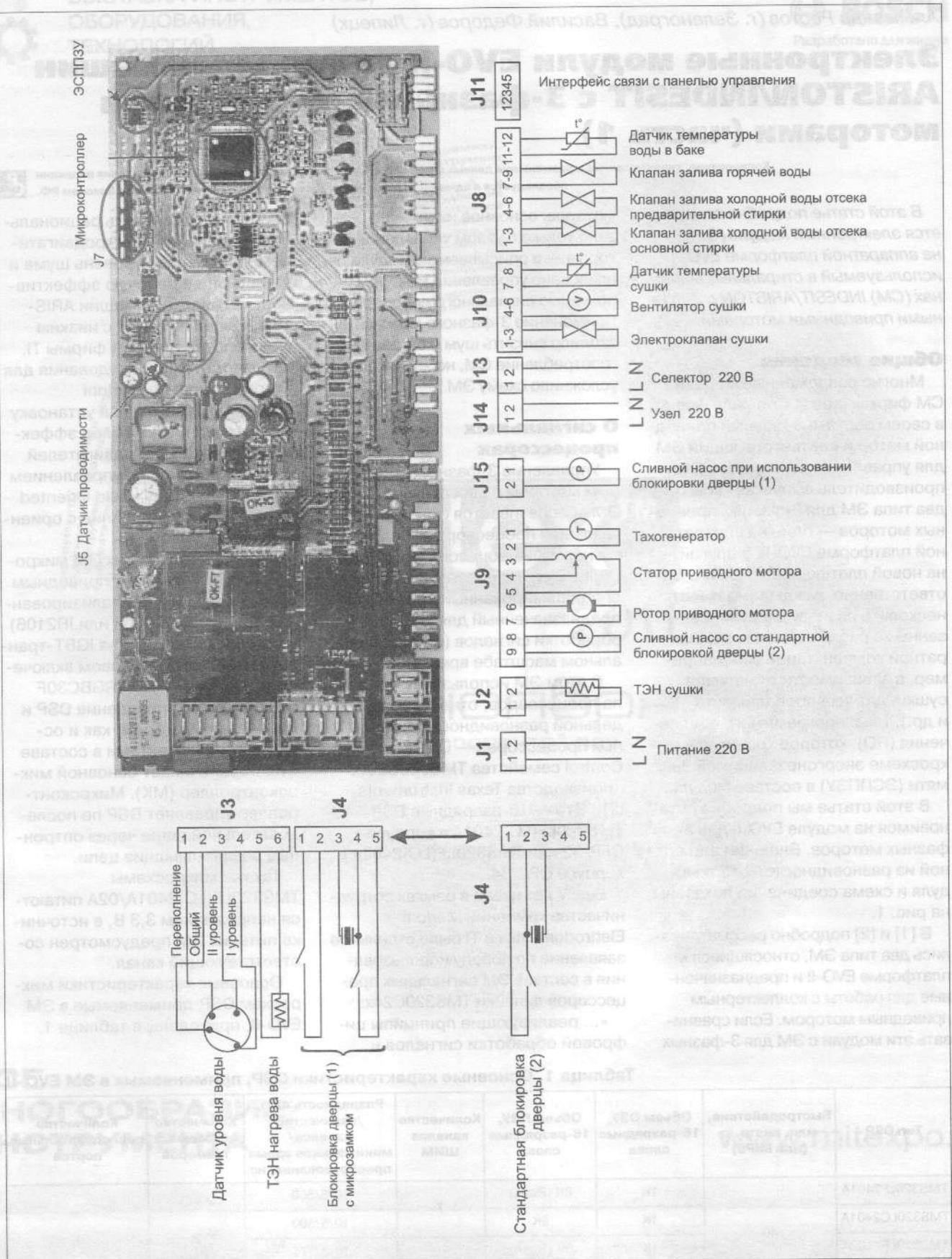


Рис. 1. Электронный модуль EVO-II для управления 3-фазным приводным мотором и его внешние соединения

Функциональный состав ЭМ

ЭМ EVO-II для управления 3-фазными приводными моторами имеет в своем составе следующие основные элементы и узлы:

- микроконтроллер HD6433692887NY со встроенным ПЗУ, статическим ОЗУ, универсальными портами ввода-вывода, таймерами, АЦП и др. В его энергонезависимую память уже записан начальный загрузчик и другая информация;
- микросхема ЭСППЗУ типа 24C64. В ней хранится основное ПО ЭМ (конфигурация, статистика и др.), предназначенное для конкретной модели СМ. Поэтому при установке ЭМ в СМ необходимо, чтобы содержимое прошивки ЭСППЗУ соответствовало этой модели;
- импульсный источник питания (ИП), формирующий постоянные напряжения 3,3, 5 и 12 В. ИП выполнен на основе ШИМ контроллера типа TNY264;
- 7-канальный ключ типа ULN2003A. Он используется для усиления сигналов с выводов МК для управления различными элементами ЭМ — обмотками реле, светодиодами оптронов и симистором;
- электронные реле. В зависимости от модификации ЭМ их назначение и количество может

быть разным. Эти элементы коммутируют силовые цепи ЭМ — питание ТЭНа, помпы, вентилятора сушки (опция), а также питание выходных каскадов управления 3-фазным приводным мотором;

- симисторы, отличающиеся по своему предназначению. Например, мощный симистор BTB16 используется для коммутации питания ТЭН сушки. Маломощные симисторы ACS108-5S и MAC97A8 управляют клапанами залива воды, сушки и устройством блокировки люка (УБЛ);
- узел управления приводным мотором включает в себя DSP TMS320LF(LC)2401A/02A, драйверы и мощные выходные каскады, выполненные на IGBT-транзисторах;
- узел датчика проводимости выполнен на основе интегрального таймера NE555. В зависимости от состояния датчика таймер формирует сигнал переменной частоты, который далее поступает на микроконтроллер.

Как отмечалось выше, ЭМ EVO-II для 3-фазных моторов во многом схожи между собой. Они различаются лишь набором реле, маломощных симисторов, а также наличием некоторых элементов и внешних соединителей ЭМ (схемы датчика проводимости, элементов управления сушкой и др.). Что же

касается микроконтроллера, ЭСППЗУ, источника питания, то их компоновка и функциональное назначение во всех разновидностях ЭМ имеют минимальные различия.

Рассмотрим состав и работу основных узлов ЭМ по принципиальным схемам.

Описание основных узлов ЭМ EVO-II для 3-фазного приводного мотора

Принципиальная электрическая схема одной из разновидностей ЭМ EVO-II (с сушкой и датчиком проводимости) для 3-фазного приводного мотора приведена на рис. 2.

Примечание. На плате ЭМ указана позиционная маркировка не всех электронных компонентов. В связи с этим на принципиальной электрической схеме модуля позиционные обозначения остальных компонентов выбраны произвольно.

Источник питания

Источник питания (ИП) ЭМ формирует напряжения 5 В (2 канала), 12, 15 и 3, 3 В, которые используются для питания элементов и узлов ЭМ.

Основой ИП является ключевой преобразователь TNY264 семейства TinySwitch-II фирмы Power Integrations с интегрированным мощным полевым транзистором.

Издательство «СОЛОН-ПРЕСС» представляет

В очередной книге популярной серии «РЕМОНТ» дана развернутая классификация и устройство современных бытовых холодильников. В книге рассматриваются холодильники европейских и азиатских производителей — СТИНОЛ, GORENJE, BEKO, SAMSUNG, WHIRLPOOL.

В книге приводится методика заправки холодильного контура хладагентами R134a и R600a. На примере конкретных моделей подробно рассматривается методика устранения утечек хладагента, удаление влаги из контура, описываются характерные дефекты холодильников и способы их устранения.

По всем рассматриваемым моделям холодильников приводятся блок-схемы, а на примере холодильника «Side-by-side» SAMSUNG приведена принципиальная электрическая схема электронного контроллера и рассмотрен принцип его работы.

В приложениях приведена справочная информация по различным типам компрессоров, принципиальные схемы холодильников СТИНОЛ, энергетическая маркировка холодильников и другая полезная информация.

Книга предназначена для специалистов по ремонту и обслуживанию бытовой техники, а также для читателей, имеющих базовые знания и необходимые практические знания в этой области.

Цена наложенным платежом — 340 руб.

Заказ оформляется одним из двух способов:

1. Пошлите открытку или письмо по адресу: 123001, Москва, а/я 82.
2. Оформите заказ на сайте www.solon-press.ru в разделе «Книга-почтой» или «Интернет-магазин».

Бесплатно высылается каталог издательства по почте.

При оформлении заказа полностью укажите адрес, а также фамилию, имя и отчество получателя.

Желательно указать дополнительно телефон и адрес электронной почты. С полным перечнем и описанием книг можно ознакомиться на сайте www.solon-press.ru, по ссылке <http://www.solon-press.ru/kat.doc>

Телефон: (499) 254-44-10, 8 (499) 795-73-26.

Цены для оплаты по почте наложенным платежом действительны до 31.12.2011.

«РЕМОНТ» № 102

СОВРЕМЕННЫЕ ХОЛОДИЛЬНИКИ

Классификация современных холодильников
Устройство холодильников
Средства ремонта
Коды ошибок
Принципиальные схемы
Порядок заправки хладагента
Справочная информация
Энергетическая маркировка
и многое другое...



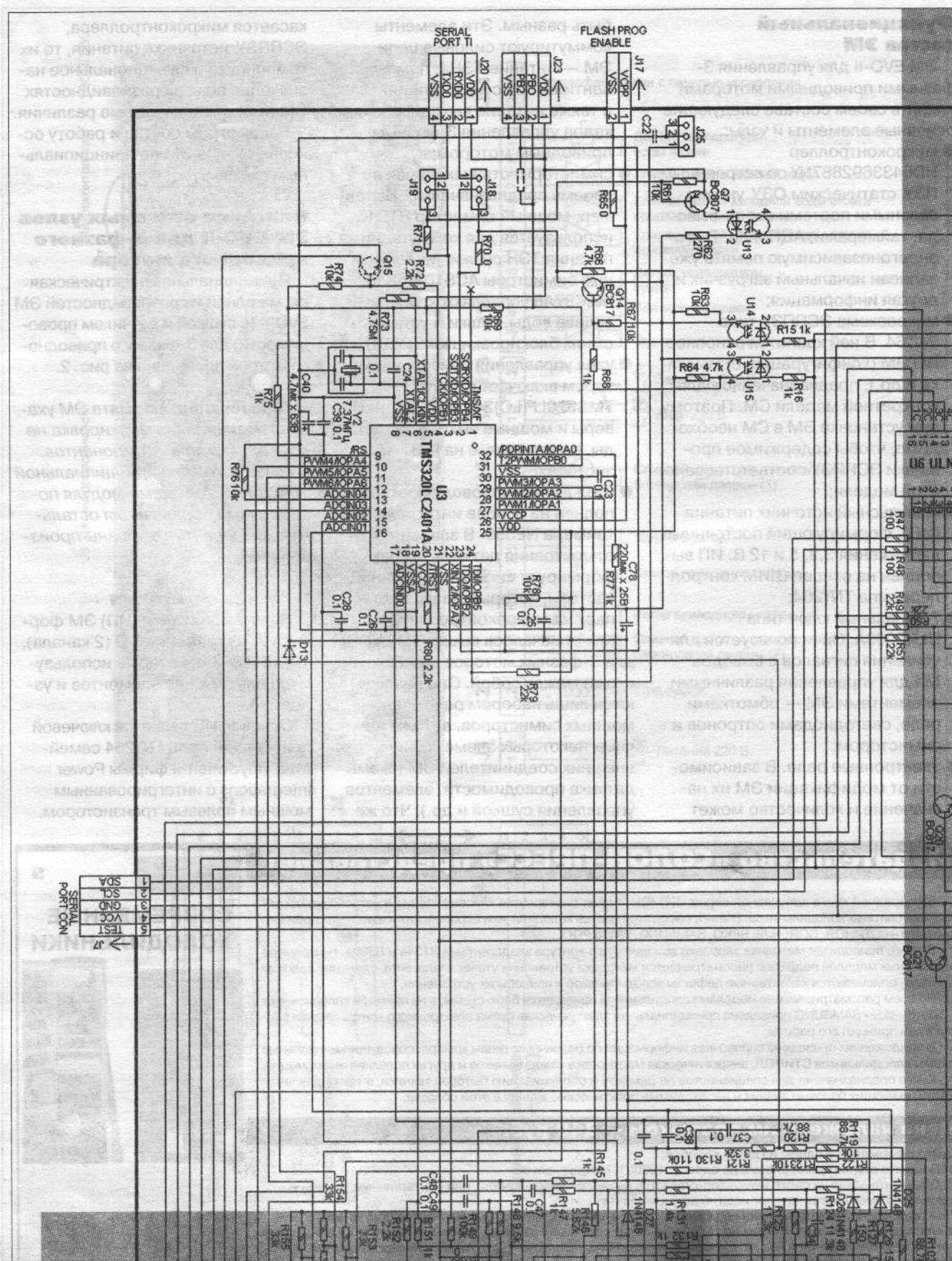


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема ЭМ EVO-II для 3-фазного приводного мотора (1/4)

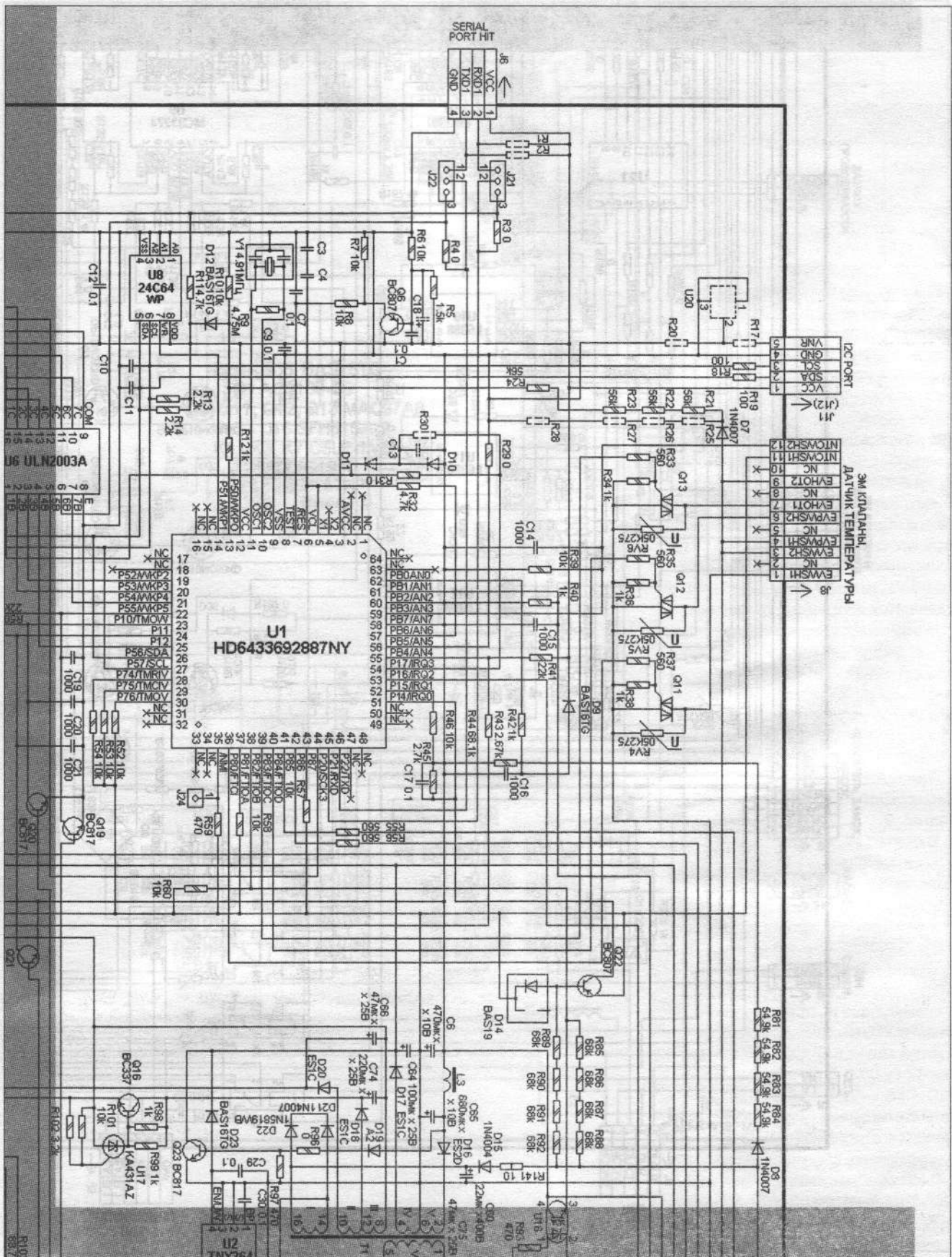


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема ЭМ EVO-II для 3-фазного приводного мотора (2/4)

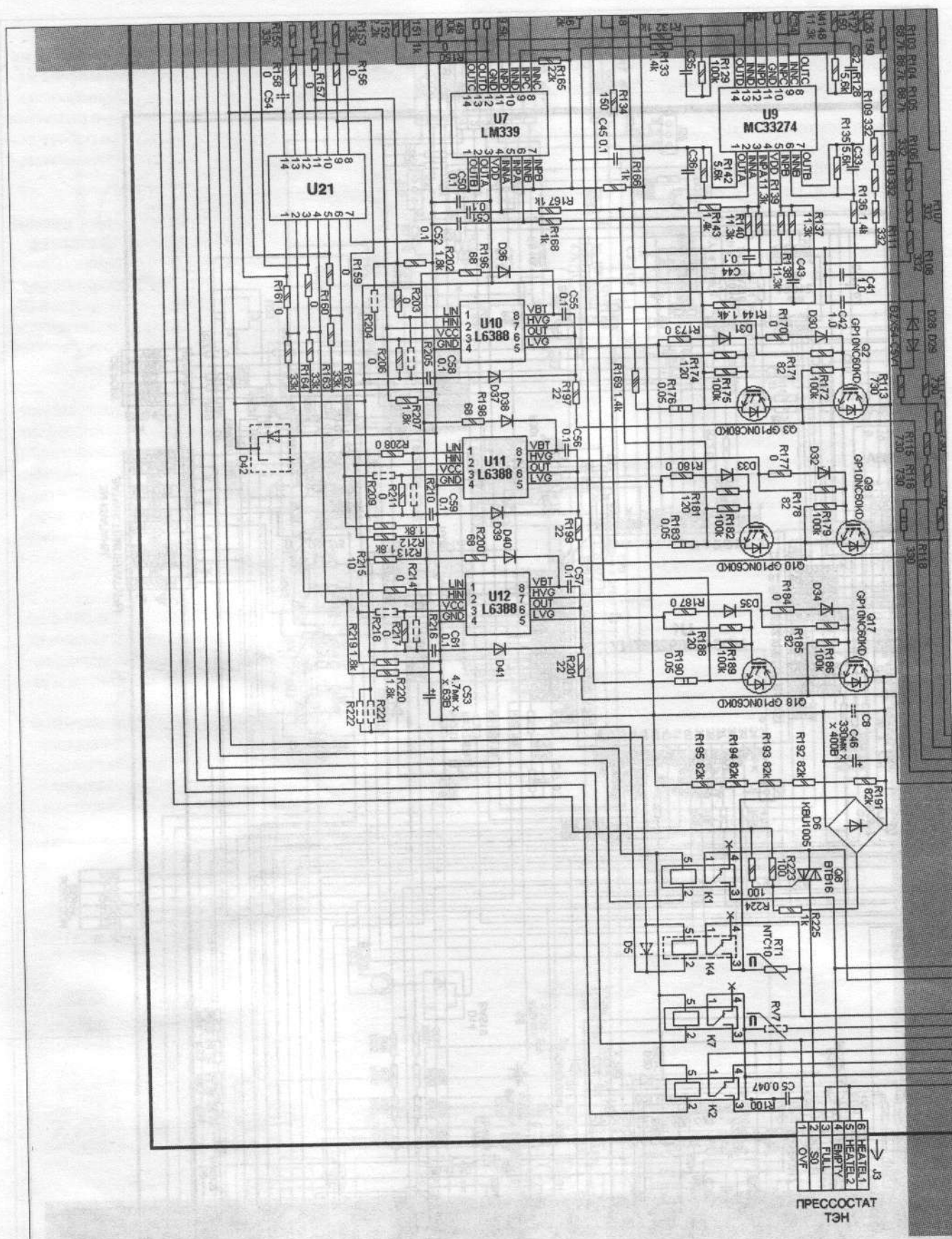


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема ЭМ EVO-II для 3-фазного приводного мотора (3/4)

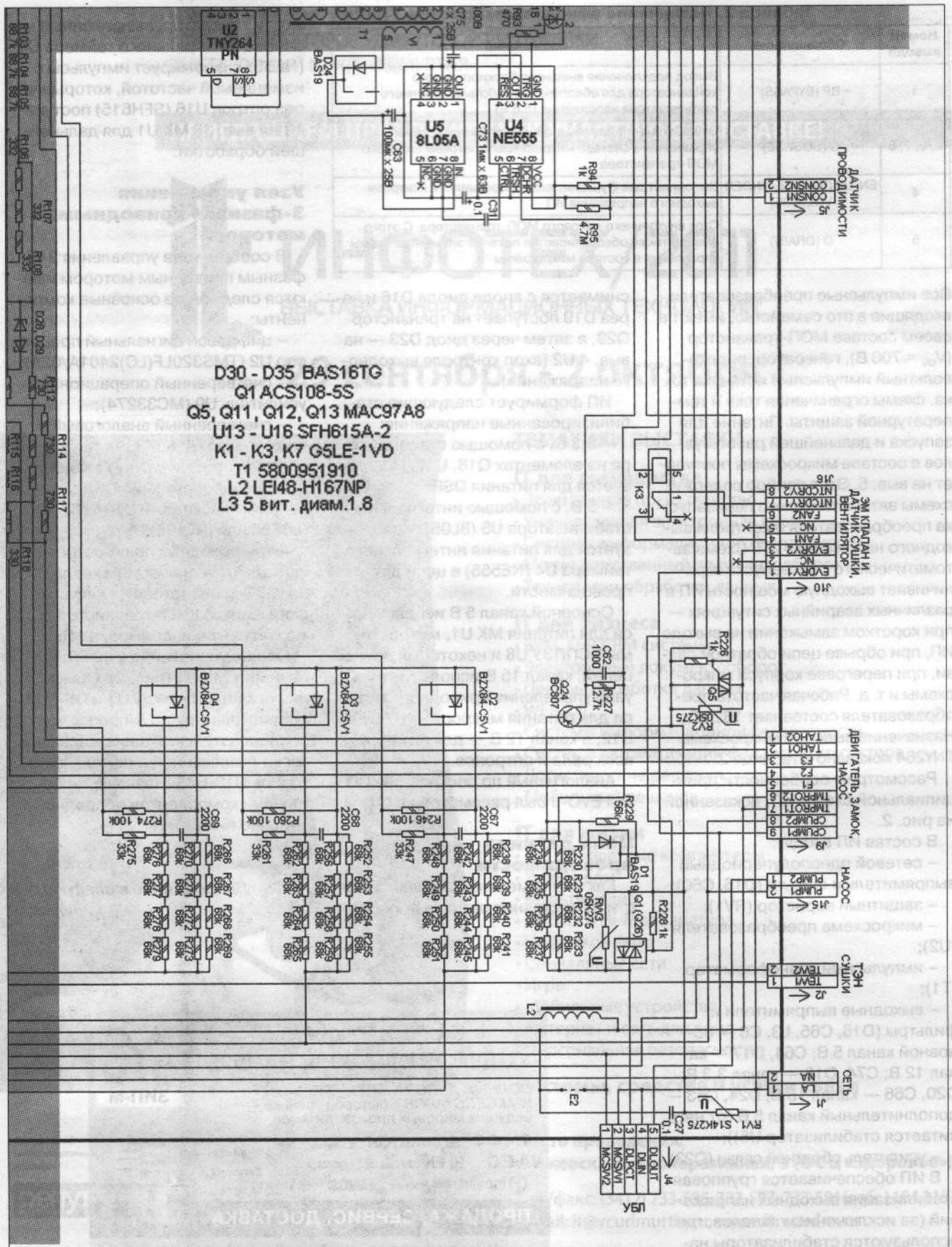


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема ЭМ EVO-II для 3-фазного приводного мотора (4/4)

Таблица 2. Назначение выводов микросхемы TNY264

Номер вывода	Обозначение	Назначение
1	BP (BYPASS)	Вывод подключения внешнего блокировочного конденсатора для обеспечения работы внутреннего стабилизатора напряжения (5,8 В)
2, 3, 7, 8	S (SOURCE)	Эти выводы соединены с общим проводом схемы управления в составе микросхемы с истоком силового МОП-транзистора
4	EN/UV (ENABLE/UNDER VOLTAGE)	Выполняет две функции: вход разрешения и контроля выходного напряжения ИП
5	D (DRAIN)	Сток внутреннего силового МОП-транзистора. С этого вывода также обеспечивается питание элементов схемы управления в составе микросхемы

Все импульсные преобразователи, входящие в это семейство, имеют в своем составе МОП-транзистор ($V_{DS} = 700 \text{ В}$), генератор, высоковольтный импульсный источник тока, схемы ограничения тока и температурной защиты. Питание для запуска и дальнейшей работы узлов в составе микросхемы поступает на выв. 5. Этот прибор содержит схемы автоматического перезапуска преобразователя и контроля выходного напряжения ИП. Схема автоматического перезапуска ограничивает выходную мощность ИП в различных аварийных ситуациях — при коротком замыкании на выходе ИП, при обрыве цепи обратной связи, при перегреве корпуса микросхемы и т. д. Рабочая частота преобразователя составляет 132 кГц. Назначение выводов микросхемы TNY264 показано в таблице 2.

Рассмотрим особенности принципиальной схемы ИП, показанной на рис. 2.

В состав ИП входят:

- сетевой однополупериодный выпрямитель и фильтр (D15, C60);
- защитный варистор (RV1);
- микросхема преобразователя (U2);
- импульсный трансформатор (T1);
- выходные выпрямители и фильтры (D16, C65, L3, C6 — основной канал 5 В; C64, D17 — канал 12 В; C74, D18 — канал 3,3 В; D20, C66 — канал 15 В; D24, C63 — дополнительный канал 5 В (от него питается стабилизатор U5));
- усилитель обратной связи (Q23).

В ИП обеспечивается групповая стабилизация выходных напряжений (за исключением каналов, где используются стабилизаторы напряжения). Сигнал обратной связи

снимается с анода диода D16 и через D19 поступает на транзистор Q23, а затем через диод D23 — на выв. 4 U2 (вход контроля выходного напряжения).

ИП формирует следующие стабилизированные напряжения:

- 3,3 В, с помощью стабилизатора на элементах Q16, U17. Используется для питания DSP;
- 5 В, с помощью интегрального стабилизатора U5 (8L05). Используется для питания интегрального таймера U4 (NE555) в цепи датчика проводимости.

Основной канал 5 В используется для питания МК U1, микросхемы ЭСППЗУ U8 и некоторых других цепей, канал 15 В используется в узле управления приводного мотора для питания микросхем U7, U9-U12, а канал 12 В — для питания всех реле и оптронов.

Аналогичный по построению ИП ЭМ EVO-II был рассмотрен в [3].

Цепь датчика проводимости

Как уже отмечалось, в зависимости от состояния датчика проводи-

мости генератор, выполненный на основе интегрального таймера U4 (NE555), формирует импульсы с изменяемой частотой, которые через оптрон U16 (SFH615) поступают на выв. 38 МК U1 для дальнейшей обработки.

Узел управления 3-фазным приводным мотором

В составе узла управления 3-фазным приводным мотором имеются следующие основные компоненты:

- цифровой сигнальный процессор U2 (TMS320LF(LC)2401A/02A);
- счетверенный операционный усилитель U9 (MC33274);
- счетверенный аналоговый компаратор U7 (LM339);
- три (по количеству каналов) драйвера сопряжения DSP с выходными каскадами U10-U12 (L6388 или IR2106);
- три выходных полумостовых каскада (по количеству каналов) на IGBT-транзисторах. Общую информацию о IGBT-транзисторах можно найти, например, в [4].

Общее управление узлом обеспечивает МК U1 (рис. 2). Обмен информацией между U1 и DSP U3 обеспечивается по 3-проводной последовательной шине, гальванически развязанной с помощью оптронов U13-U15. Назначение остальных компонентов подробно описано ниже.

Продолжение в следующем номере

Сеть магазинов
«ЗАПЧАСТИ К БЫТОВОЙ ТЕХНИКЕ»

ПОЛНЫЙ АССОРТИМЕНТ ЗАПЧАСТЕЙ
 И АКСЕССУАРОВ к бытовой технике —
 ведущих мировых производителей

ARDO
 ARISTON
 Candy
 Whirlpool
 AEG
 Electrolux
 gorenje
 Zerowatt
 Indesit
 Hansa
 ZANUSSI
 STINOL

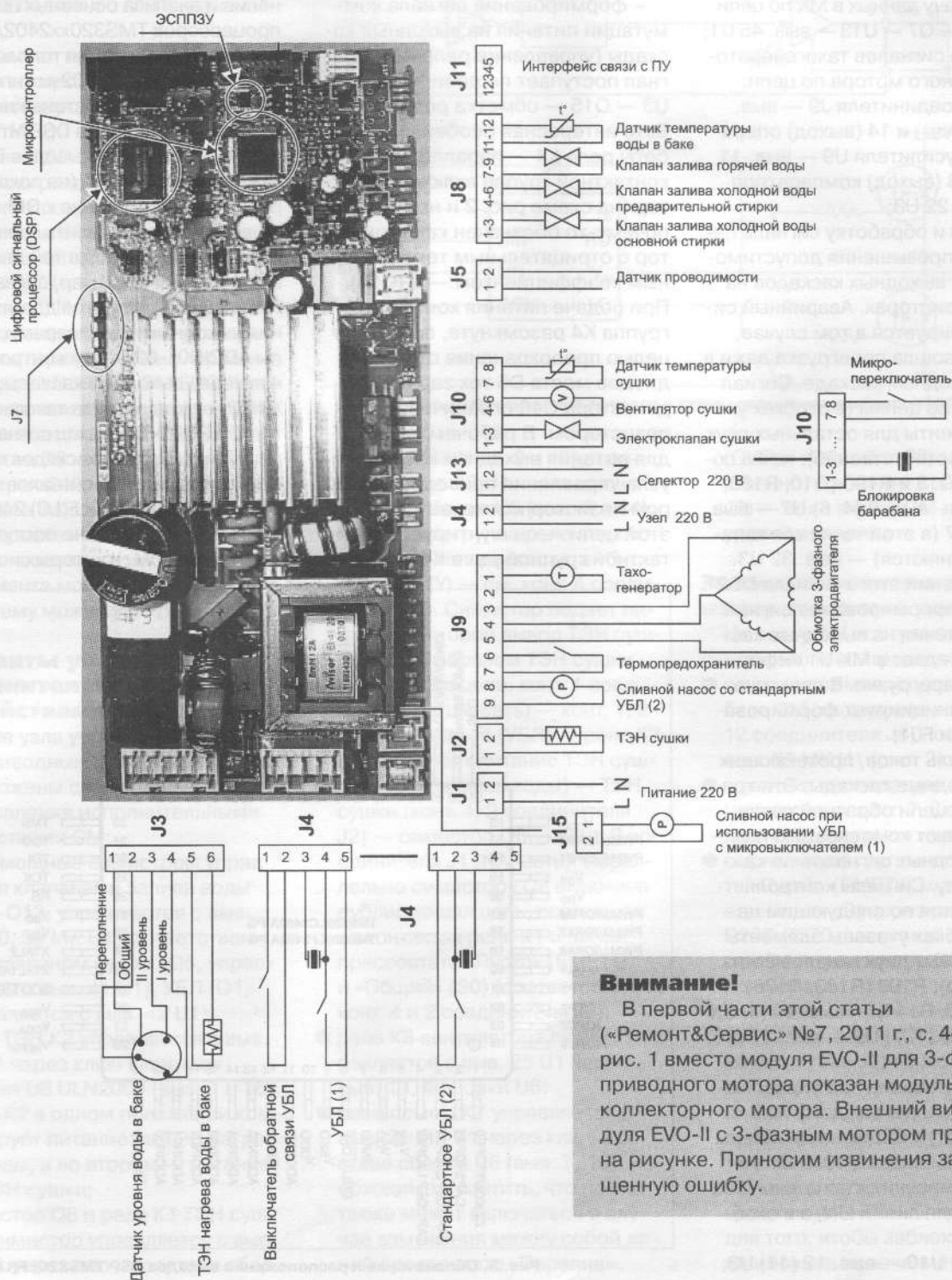
ПРОДАЖА, СЕРВИС, ДОСТАВКА

Интернет-форум, онлайн заказ на www.zipm.ru
 Единая справочная — тел. (495) 229-39-40

Александр Ростов (г. Зеленоград), Василий Федоров (г. Липецк)

Электронные модули EVO-II стиральных машин ARISTON/INDESIT с 3-фазными приводными моторами (часть 2)

Копирование, тиражирование и размещение данных материалов на Web-сайтах без письменного разрешения редакции преследуется в административном и уголовном порядке в соответствии с Законом РФ.



Внимание!

В первой части этой статьи («Ремонт&Сервис» №7, 2011 г., с. 44) на рис. 1 вместо модуля EVO-II для 3-фазного приводного мотора показан модуль для коллекторного мотора. Внешний вид модуля EVO-II с 3-фазным мотором приведен на рисунке. Приносим извинения за допущенную ошибку.

Микросхема DSP U3 обеспечи-
вает:

- прием данных от МК по цепи:
выв. 46 U1 — выв. 6, 11 U6 —
U15 — Q14 — выв. 2 U3;
 - прием внешнего сигнала на-
чального сброса RS от МК по цепи:
выв. 44 U1 — выв. 5, 12 U6 —
U14 — выв. 9 U3;
 - передачу данных в МК по цепи:
выв. 3 U3 — Q7 — U13 — выв. 45 U1;
 - прием сигналов тахогенерато-
ра приводного мотора по цепи:
конт. 1, 2 соединителя J9 — выв.
12, 13 (входы) и 14 (выход) опера-
ционного усилителя U9 — выв. 11
(вход) и 13 (выход) компаратора
U7 — выв. 22 U3;
 - прием и обработку сигнала пе-
регрузки (превышения допустимо-
го тока) от выходных каскадов на
IGBT-транзисторах. Аварийный си-
гнал формируется в том случае,
если произошла перегрузка даже в
одном выходном каскаде. Сигнал
поступает по цепям (в скобках ука-
заны элементы для остальных двух
каналов соответственно): точка со-
единения Q18 и R190 (Q10, R183;
Q3, R176) — выв. 8 (4, 6) U7 — выв.
14 (2, 1) U7 (в этой точке все кана-
лы объединяются) — выв. 32 U3.
При появлении этого сигнала DSP
блокирует формирование сигна-
лов управления на выходные кас-
кады и передает в МК U1 инфор-
мацию о перегрузке. В свою оче-
редь, МК инициирует формирова-
ние ошибки F01;
 - контроль токов, протекающих
через выходные каскады. Эти три
отдельные цепи обратной связи
обеспечивают компенсацию изме-
нения выходных сигналов по каж-
дому каналу. Сигналы контроля
формируются по следующим це-
пям (в скобках указаны элементы
для остальных двух каналов соот-
ветственно): R190 (R183, R176) —
R131 (R143, R144) — выв. 10 (3, 5)
U9 — выв. 8 (1, 7) U9 — выв. 17 (15,
16) U3;
 - формирование пар управляю-
щих сигналов (по каждому из 3 ка-
налов), поступающих на драйверы
выходных каскадов U10-U12. Си-
гналы формируются по цепям (без
скобок — для линии LIN, а в скоб-
ках — HIN):
- выв. 1 (2) U10 — выв. 12 (11) U3;

- выв. 1 (2) U11 — выв. 10 (29) U3;
 - выв. 1 (2) U12 — выв. 28 (27) U3;
 - контроль питания, поступаю-
щего на выходные каскады (конт-
роль срабатывания реле K4 — см.
рис. 2). Сигнал поступает по цепи:
«+» вывод диодного моста D6 —
C46 — R103-R105, R119, R120 —
выв. 14 U3;
 - формирование сигнала ком-
мутации питания на выходные ка-
скады (управление реле K4). Си-
гнал поступает по цепи: выв. 4
U3 — Q15 — обмотка реле K4.
- Есть интересная особенность ра-
боты реле K4 — параллельно его
контактной группе включен позис-
тор (на схеме рис. 2 и на плате он
почему-то обозначен как термис-
тор с отрицательным температур-
ным коэффициентом — NTC10).
При подаче питания контактная
группа K4 разомкнута, поэтому с
целью предохранения от пробоя
диодов моста D6 ток заряда кон-
денсатора C46 ограничивается
позистором. В рабочем режиме
для питания выходных каскадов
узла управления приводным мото-
ром позистор исключается из
этой цепи — он шунтируется кон-
тактной группой реле K4.

Как уже отмечалось выше, этот
тип ЭМ имеет много разновиднос-
тей, в некоторых из них могут при-
меняться разные типы DSP и драй-
веров выходных каскадов. К сожа-
лению, у авторов нет в наличии
принципиальной электрической
схемы ЭМ с DSP типа
TMS320LF(LC)2402A. В ходе срав-
нения и анализа основных цепей
процессоров TMS320xx2402/2401,
а также исследования топологии
печатной платы с 2402-м типом DSP
выяснилось соответствие ключевых
выводов обоих типов DSP. Чтобы
понять назначение выводов DSP
TMS320LF(LC)2402A (не показан на
рис. 2) применительно к ЭМ, нужно
по аналогии определить, какие си-
гналы используются в той или иной
версии DSP. Например, сигналы
PWM1-6 используются для управле-
ния выходными драйверами, сигна-
лы ADCIN01-02 — для контроля то-
ков через выходные каскады,
XINT2 — вход сигнала тахогенера-
тора, а PDPINTA — вход сигнала пе-
регрузки выходных каскадов и др.
Наименования этих сигналов есть и в
версии DSP TMS320LF(LC) 2402A —
см. рис. 3. Аналогично поступают и
с версиями ЭМ, в которых исполь-

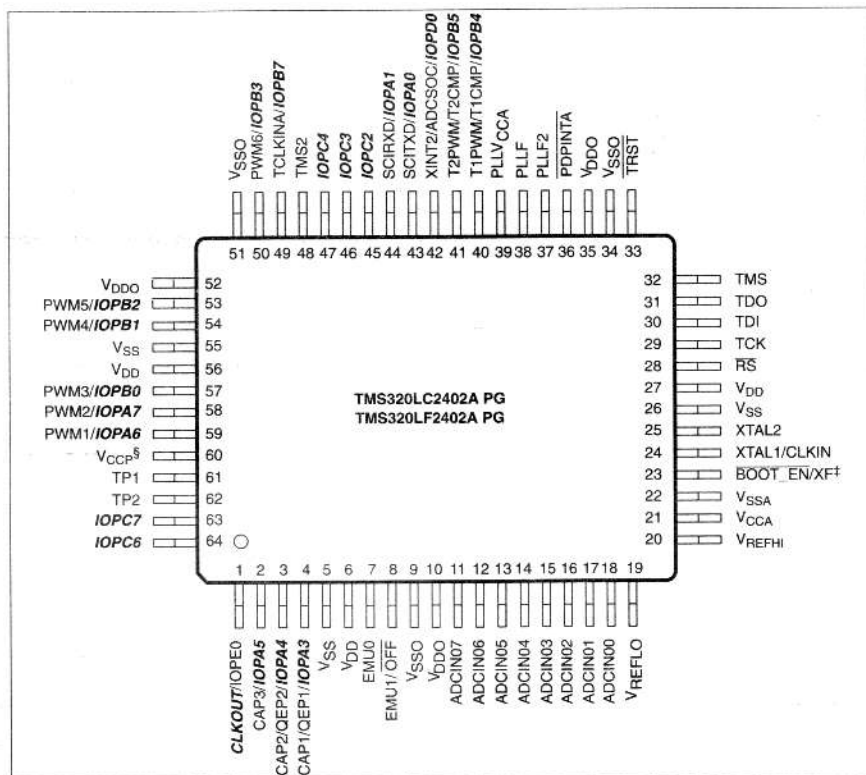


Рис. 3. Обозначение и расположение выводов DSP TMS320LF(LC)2402A

зуются драйверы IR2106. На рис. 4 показаны обозначения выводов и схемы включения драйверов L6388 и IR2106.

Примечание. На рис. 4 показано, что выходы драйверов соединены с MOSFET-транзисторами. На самом деле указанные драйверы предназначены для работы как с MOSFET-, так и с IGBT-транзисторами.

DSP имеет тактовый генератор, частота которого стабилизирована внешним кварцевым резонатором Y2 (7,37 МГц).

Версии DSP с буквами LF можно программировать с помощью внешнего программатора. Для этого на ЭМ даже предусмотрены соединители J20 (обмен данными) и J17 (напряжение программирования). Имеются данные о том, что «специалистам» удалось наладить тиражирование «прошитых» версий DSP для ЭМ EVO-II.

Питание выходных каскадов узла обеспечивается с помощью диодного моста D6 и фильтра на конденсаторах C46, C8. На самом деле перечисленные элементы совместно с дросселем L2 также выполняют роль пассивного корректора коэффициента мощности. Подробнее на эту тему можно узнать в [5].

Элементы управления исполнительными устройствами СМ

Кроме узла управления 3-фазным приводным мотором на ЭМ расположены следующие элементы управления исполнительными устройствами СМ:

- маломощные симисторы управления клапанами залива воды (Q11-Q13, управляются с выв. 36, 40, 39 МК U1 соответственно), клапаном сушки (Q5, управляется с выв. 41 U1), УБЛ (Q1, управляется с выв. 42 U1);
- реле ТЭН К2 управляется с выв. 54 U1 через ключ в составе сборки U6 ULN2003 (выв. 1 и 16). Реле К2 в одном положении коммутирует питание на ТЭН нагрева воды, а во втором — питание на ТЭН сушки;
- симистор Q8 и реле К1 ТЭН сушки. Симистор управляется с выв. 20 U1 через ключ в составе сбор-

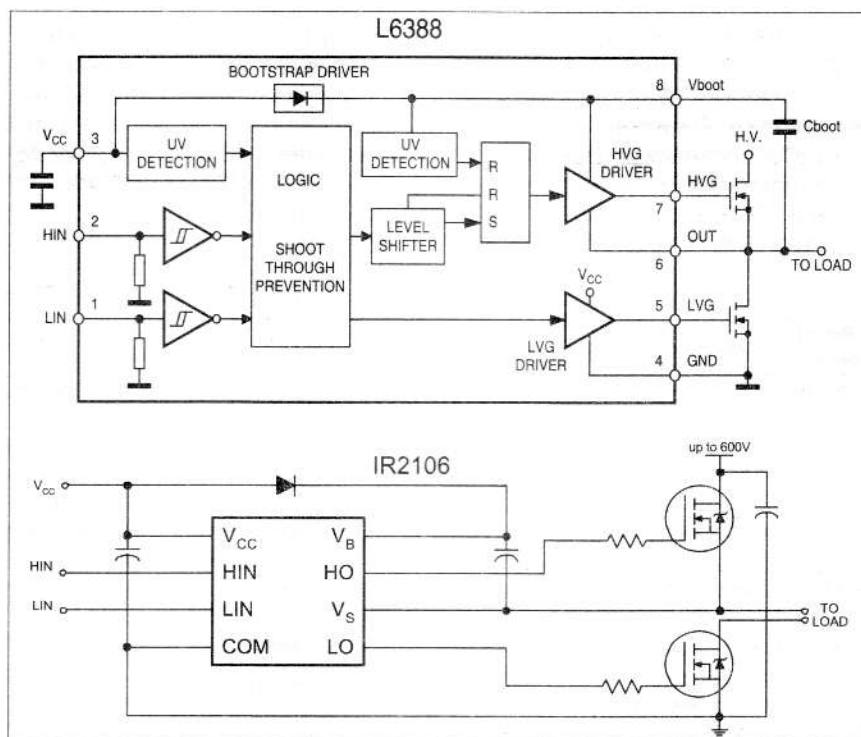


Рис. 4. Обозначение выводов и схемы включения драйверов L6388 и IR2106

ки ULN2003 (выв. 2 и 15), а реле — с выв. 19 U1 через ключ в составе сборки U6 (выв. 3 и 14). Контактная группа реле подключена к линии прессостата «Пусто» (EMPTY) — см. конт. 4 соединителя J3. Симистор подает питание на второй вывод ТЭН сушки. Таким образом ТЭН сушки питается по цепи: конт. 1 соединителя J1 (LA, сеть) — конт. 1, 2 соединителя J4 (УБЛ) — реле К2 (переключает питание ТЭН сушки и ТЭН нагрева воды) — ТЭН сушки (конт. 1, 2 соединителя J2) — симистор Q8 — конт. 2 соединителя J1 (NA, сеть). Параллельно симистору Q8 включена дублирующая цепь, состоящая из контактов реле К1 и линий прессостата «Пусто» (EMPTY) и «Общий» (S0) (соответственно, конт. 4 и 2 соединителя J2);

- реле К3 вентилятора сушки. Управляется с выв. 25 U1 через выв. 13, 4 сборки U6;
- реле помпы К7 управляется с выв. 21 МК U1 через ключ в составе сборки U6 (выв. 7, 10). Необходимо отметить, что помпа также может включаться в случае замыкания между собой линий прессостата «Перелив»

(OVF) и «Общий» (S0) (соответственно, конт. 1 и 2 соединителя J2) — вода в баке СМ достигла уровня перелива.

Элементы контроля и измерительные цепи

На плату ЭМ поступают следующие сигналы контроля:

- с датчика температуры воды в баке СМ (подключен к конт. 11, 12 соединителя J8) поступает на выв. 59 МК U1 (рис. 2);
- с датчика температуры сушки (подключен к конт. 7, 8 соединителя J16) поступает на выв. 61 U1;
- с контактной группы прессостата «Пусто» (EMPTY) (конт. 4 соединителя J3) через резисторы R266-R279, защитный стабилитрон D4 и транзистор Q21 поступает на выв. 24 U1;
- с контактной группы прессостата «Заполнение» (FULL) (конт. 3 соединителя J3) через резисторы R238-R251, защитный стабилитрон D2 и транзистор Q20 поступает на выв. 23 U1. Эта контактная группа прессостата включена последовательно в цепь питания ТЭН. Это сделано для того, чтобы заблокировать ошибочное включение ТЭН, если

в баке СМ отсутствует вода.

Данная цепь также контролирует исправность ТЭН;

- с контактной группы прессостата «Перепополнение» (OVF) (конт. 1 соединителя J3) через резисторы R252-R265, защитный стабилитрон D3 и транзистор Q19 по-

ступает на выв. 22 U1. Эта контактная группа, независимо от состояния реле K7 может непосредственно включать помпу для снижения уровня воды в баке до безопасного уровня. Эта же цепь контролирует работоспособность помпы — она иници-

рует формирование ошибки F11, если возникли проблемы в цепи питания сливного насоса;

- с контактной группы закрытия дверцы люка (конт. 1 соединителя J4) через диод D7 и резистивный делитель R21-R28 поступает на выв. 13 U1;

Таблица 3. Назначение выводов МК HD6433692887NY

Номер вывода	Обозначение	Назначение
1, 2	NC	Не используются
3	AVcc	Напряжение питания +5 В аналоговой части схемы
4	X2	Не используется
5	X1	Соединены с выв. 57 МК U1
6	VCL	
7	RES	Вход начального сброса
8	TEST	Не используется, соединен с общим проводом
9	Vss	Общий провод
10, 11	OSC2, OSC1	Подключен внешний кварцевый резонатор 4,91 МГц
12	Vcc	Напряжение питания +5 В
13	P50/WKP0	Вход сигнала состояния контактной группы дверцы люка (конт. 1 соединителя J4)
14	P51/WKP1	Выход соединен с выводом контроля чтения (WC) микросхемы ЭСППЗУ U6 (выв. 7)
15-18	NC	Не используются
19	P52/WKP2	Выход управления реле K1 ТЭН сушки. Сигнал поступает через ключ в составе сборки U6 (выв. 3 и 14)
20	P53/WKP3	Выход управления симистором Q8 ТЭН сушки. Сигнал поступает через ключ в составе сборки U6 (выв. 2 и 15)
21	P54/WKP4	Выход управления реле помпы K7. Сигнал поступает через ключ в составе сборки U6 (выв. 7 и 10).
22	P55/WKP5/ADTRG	Вход контроля включения помпы и уровня «Перепополнение» прессостата
23	P10/TMOW	Вход контроля уровня «Заполнение» прессостата (конт. 3 соединителя J3)
24	P11	Вход контроля уровня «Пусто» прессостата (конт. 4 соединителя J3)
25	P12	Выход управления реле K3 вентилятора сушки
26	P56/SDA	Соединен с шиной SDA ЭМ (выв. 5 ЭСППЗУ U8, конт. 1 сервисного разъема J7)
27	P57/SCL	Соединен с шиной SCL ЭМ (выв. 6 ЭСППЗУ U8, конт. 2 сервисного разъема J7)
28	P74/TMRIV	Не используются. Соединены через резисторы 10 кОм с шиной +5 В
29	P75/TMCIV	
30	P76/TMOV	
31-34	NC	Не используются

Номер вывода	Обозначение	Назначение
35	NMI	Не используется, соединен через резистор 470 Ом с шиной +5 В
36	P80/FTCI	Выход управления симистором Q11 клапана залива воды основной стирки
37	P81/FTIOA	Не используется, соединен через резистор 10 кОм с шиной +5 В
38	P82/FTIOB	Вход сигнала с датчика проводимости
39	P83/FTIOC	Выход управления симистором Q13 клапана залива горячей воды
40	P84/FTIOD	Выход управления симистором Q12 клапана залива воды предварительной стирки
41	P85	Выход управления симистором Q5 клапана сушки
42	P86	Выход управления симистором Q1 УБЛ
43	P87	Не используется, соединен через резистор 10 кОм с шиной +5 В
44	P20/SCK3	Выход сигнала начального сброса RS, поступает на выв. 9 микросхемы DSP U3 через выв. 5, 12 сборки U6 и оптрон U14
45	P21/RXD	Вход RXD — сигнала данных с DSP U3 через оптрон U13
46	P22/TXD	Выход TXD — сигнала данных на DSP U3 через выв. 6, 11 сборки U6 b и оптрон U13
47-50	NC	Не используются
51	P14/IRQ0	Вход цепи синхронизации (50 Гц) от питающей сети
52	P15/IRQ1	Не используется. Соединен с общим проводом через резистор 10 кОм
53	P16/IRQ2	Вход контроля симистора Q1 УБЛ
54	P17/IRQ3/TRGV	Выход управления реле ТЭНа K2. Сигнал поступает через ключ в составе сборки U6 (выв. 1, 16)
55	PB4/AN4	Сигнал TEST сервисного разъема J7 (конт. 5)
56	PB5/AN5	Не используется. Соединен с общим проводом
57	PB6/AN6	Соединен через резистор 4,7 кОм с выводами 5, 6 U1
58	PB7/AN7	Не используется. Соединен с общим проводом
59	PB3/AN3	Вход сигнала с датчика температуры воды
60	PB2/AN2	Не используется. Соединен с общим проводом
61	PB1/AN1	Вход сигнала с датчика температуры сушки
62	PB0/AN0	Вход цепи контроля уровня напряжения сети
63, 64	NC	Не используются

- с тахогенератора приводного мотора поступает по цепи: конт. 1, 2 соединителя J9 — выв. 12, 13 (входы) и 14 (выход) операционного усилителя U9 — выв. 11 (вход) и 13 (выход) компаратора U7 на выв. 22 U3.
- с симистора Q1 УБЛ. Сигнал поступает с конт. 3 соединителя J4, затем через резисторы R230-R237 и транзистор Q24 на выв. 53 U1.

Кроме того, в составе ЭМ имеются две цепи, сигналы которых использует МК — это цепь синхронизации от питающей сети и контроля уровня напряжения в сети. Цепь формирует из переменного сетевого напряжения импульсы частотой 50 Гц, которые поступают через резисторы R89-R92 и транзистор Q22 на выв. 51 U1. В состав цепи контроля уровня напряжения сети входят элементы: D8, R81-R84, R42. Сигнал с нее поступает на выв. 62 U1.

Микроконтроллер

В ЭМ применяется МК типа HD6433692887NY фирмы RENESAS. Эта микросхема входит в семейство процессоров H8/300H и выполнена в корпусе QFP-64A.

МК обеспечивает управление всеми компонентами и узлами в составе СМ.

В его состав входят следующие основные элементы:

- 8-битное процессорное ядро;
- ОЗУ объемом 512 бит;
- масочное ПЗУ объемом 16 кбит;
- два тактовых генератора;
- 29 универсальных портов ввода-вывода;
- 10-битный АЦП;
- последовательные интерфейсы I²C и SCI.

Для обеспечения работоспособности микроконтроллера к нему подключены элементы схемы начального сброса RESET (с формирователя на транзисторе Q6 на выв. 7 U1), внешний кварцевый резонатор 4,91 МГц (выв. 10, 11 U1) и источник опорного напряжения на микросхеме U20 (устанавливается опционально) (выв. 56 U1).

Обозначение и назначение выводов МК HD6433692887NY приведено в таблице 3.

Следует отметить, что в зависимости от версии ПО, выводы МК могут иметь различное назначение. Например, в некоторых ЭМ могут отсутствовать цепи сушки или датчика проводимости, соответственно, выводы МК, связанные с этими цепями, могут быть программно отключены.

Отдавая дань аппаратной преэминентности ЭМ на платформе EVO-II, многие выводы МК U1 выполняют такие же функции, как и МК в ЭМ, предназначенный для работы с коллекторным приводным мотором (см. [1]).

Многие специалисты часто задают вопросы по поводу замены и программирования данных МК. Программное обеспечение ПЗУ в составе МК однократно записывается в заводских условиях и поэтому в дальнейшем меняться не может. В последнее время на торговых Интернет-площадках появились предложения о продаже «прошитых» МК. Можно с большой уверенностью сказать, что эти приборы не новые, они, скорее всего, были выпаяны с плат-доноров. Что же касается «прошитых» микросхем DSP (со встроенной Flash-памятью), то были зафиксировано несколько случаев, когда специалистам удавалось выйти на этап тиражирования этих микросхем.

МК через последовательный интерфейс I²C обменивается данными с микросхемой ЭСППЗУ 24C64 объемом 64 кбит. Она используется для хранения управляющей

программы на конкретный тип СМ — фактически в ней содержится программная конфигурация. В ПЗУ в составе процессора содержится начальный загрузчик и некоторые другие служебные программные блоки.

ЭМ имеют соединители, на которые выведены сигналы последовательного интерфейса I²C. Соединитель J7 используется в качестве сервисного, к нему подключают диагностический ключ (а через него можно подключить и ПК, под управлением которого можно тестировать СМ и «прошивать» ЭСППЗУ).

К соединителю J11 подключается плата управления и индикации. На рис. 2 показаны все соединители ЭМ (или зарезервированные места для них). Фактически часть из них не используется, например, это касается соединителей J4, J6, J17, J20, J23. Кроме того, на ЭМ имеются незадействованные перемычки J18, J19, J21, J22, J25. Также отсутствуют микросхемы, обозначенные как U20 и U21. В разных модификациях ЭМ также могут отсутствовать компоненты, связанные с датчиком проводимости и сушкой (см. описание выше).

Коды маркировки SMD-компонентов в составе электронного модуля

В таблице 4 приведено соответствие кодов маркировки некоторых SMD-компонентов в составе ЭМ их типам.

Таблица 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, Uкэ = 45 В, Iк = 500 мА, корпус SOT-23
6BW	Биполярный транзистор BC817-25	n-p-n, Uкэ = 45 В, Iк = 500 мА, корпус SOT-23
EC	Универсальный выпрямительный диод ES1C	Uобр = 150 В, Iпр = 1 А, корпус DO-214AC
A2	Универсальный импульсный диод BAS16TG	Uобр = 75 В, Iпр = 125 мА
SA	Универсальный выпрямительный диод S3A	Uобр = 50 В, Iпр = 3 А, корпус DO-214AB
Z2	Стабилитрон BZX84-C5V1	Uст = 5,1 В, Iст = 5 мА, корпус SOT-23
SR	Диод Шоттки 1N5819WB	Uобр = 40 В, Iпр = 1 А, корпус SOD-123
8L05A	Интегральный стабилизатор напряжения APL78L05	Uвх = 7...30 В, Uвых = 5,1 В, Iвых = 100 мА, корпус MSOP-8

В табл. 5 приведены основные характеристики некоторых полупроводниковых компонентов в DIP-корпусах.

Характерные неисправности модуля и их устранение

Прежде чем принимать решение по ремонту платы 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 ЭМ, так и его внешних элементов, а также в случае попадания на него влаги (пены). Определить работоспособность элементов СМ можно разными способами: их отдельной проверкой (например, на клапан залива воды напрямую подают сетевое напряжение 220 В), а также с помощью диагностического ключа или индикацией кодов ошибок на передней панели машины. Универсальных рецептов ремонта ЭМ EVO-II не существует — 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 сервисные приложения, предоставляемые производителем СМ (коды ошибок — см. [6] и тестовые режимы).

Рассмотрим характерные дефекты ЭМ и способы их устранения.

СМ не включается

В первую очередь проверяют работоспособность ИП (см. принципиальную схему на рис. 2).

Если он неисправен, определяют причину (например, вследствие повышенного напряжения в сети, попадания влаги на плату ЭМ или короткого замыкания в нагрузке). Это необходимо сделать для того, чтобы после ремонта ИП повторно не вышел из строя. Приводить методику ремонта ИП не имеет смысла в силу его простоты.

Если ИП исправен, необходимо проверить работоспособность уп-

равляющих элементов панели управления (ПУ) и ЭМ — кнопку включения СМ, работоспособность МК (хотя бы на работоспособность кварцевого генератора и схемы начального сброса), проконтролировать наличие обмена информацией на последовательной шине между МК U1 и памятью U8. При отсутствии обмена информацией между ПУ и ЭМ электроника панели сама инициирует индикацию ошибки F12 (ЭМ в данном случае не участвует в формировании ошибки). Проще всего в подобной ситуации методом замены плат определить, какой узел вышел из строя (ЭМ или ПУ).

Важным условием запуска МК является наличие сигнала сетевой синхронизации на выв. 51 U1 (см. описание выше).

Также отметим, что отказы электронного модуля могут быть вызваны неконтактами в переходных металлизированных отверстиях его платы — поиск подобных дефектов часто бывает затруднителен и требует много времени. Неконтакт в переходных отверстиях платы («пистонах») — это «ахиллсова пята» этого типа ЭМ.

СМ не выполняет различные программы, в некоторых случаях наблюдаются «плавающие» дефекты. Возможны варианты, когда отображаются коды ошибок, но связанные с ними элементы при проверке оказываются исправными

Методом визуального осмотра платы ЭМ проверяют ее на наличие неконтактов, обгоревших элементов, окислов и подгораний на соединителях платы, а также следов попадания воды.

Подобные дефекты также могут быть вызваны вследствие возникновения ошибок в самой

Таблица 5. Основные характеристики полупроводниковых DIP-компонентов в составе ЭМ

Тип компонента	Основные параметры
Диодный мост KBU1005	U _{макс} = 600 В, I = 10 А
Биполярный транзистор BC339	п-р-п, U _{кэ} = 45 В, I _к = 500 мА, корпус TO-92
IGBT-транзисторы (используются в разных версиях ЭМ)	
STGP10N60KD	п-канальный, U _{кэ} = 600 В, I _к = 10 А, корпус TO-220
IRG(4)BC30F	п-канальный, U _{кэ} = 600 В, I _к = 17 А, корпус TO-220

ЭСППЗУ — эту микросхему нужно перезаписать или заменить. В материале, приведенном в [6], описаны ситуации, когда необходима повторная «прошивка» или замена микросхемы ЭСППЗУ

При работе СМ происходят отказы силовых исполнительных компонентов — как в составе ЭМ, так и внешних элементов

Подробно описывать все подобные компоненты и их цепи не имеет смысла — достаточно обратиться к приведенному выше описанию. Важно помнить одно — например, симисторы (клапанов залива воды, УБЛ и др.) без причины выходят из строя редко. Поэтому в любом подобном случае необходимо определить причину выхода из строя узла или компонента, а уже затем заменить управляющие (симисторы, реле) и исполнительные компоненты (помпа, клапан залива воды и др.). Часто в подобных случаях приходится менять управляющие и исполнительные элементы вместе.

Необходимо отметить, что если после указанных замен дефект сохраняется, нужно проверить компоненты в соответствующих управляющих цепях. Часто в подобных случаях достаточно заменить ключевую сборку ULN2003. Но если уж вышел из строя соответствующий порт микроконтроллера — необходима замена этой микросхемы (например, с «донорского» ЭМ) или всего модуля целиком.

Отдельно хочется остановиться на возможных неисправностях узла управления 3-фазным приводным мотором. Этот узел имеет гораздо более сложную организацию по сравнению с традиционной системой управления коллекторным приводным мотором. При возникновении различных не-

исправностей, связанных с 3-фазным приводным мотором (мотор не вращается, вращается рывками, чересчур низкая/высокая скорость вращения, прекращается вращение спустя некоторое время и др.) необходимо в первую очередь проверить, формируются ли коды ошибок, связанные с мотором: F01 и F02.

Ошибка F01 формируется вследствие перегрузки в силовых каскадах (при превышении допустимого порога тока, протекающего через IGBT-транзисторы). Аварийный сигнал поступает на выв. 32 DSP U3 и далее уже в МК (см. описание выше). Причин этой ошибки может быть несколько. Одни могут быть связаны с неисправностями в узле управления приводным мотором на ЭМ (в силовых цепях), а другие — с дефектами приводного мотора (короткие замыкания в обмотках).

Примечания.

1. Если при выполнении ремонтных работ на ЭМ были выявлены неисправные IGBT-транзисторы (один или несколько), лучше всего заменить все 6 транзисторов в трех каналах. Также желательно, если новые транзисторы будут из одной партии.

2. При любых неисправностях, связанных с выходными каскадами на IGBT-транзисторах, обязательно проверяют целостность измерительных резисторов R176, R183, R190.

Несколько сложнее с ошибкой F02. Эта ошибка формируется не только из-за проблем в цепи тахогенератора, но при некоторых не-

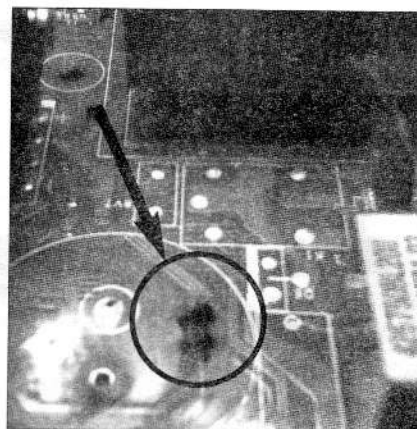


Рис. 5. Замыкание дорожек под электролитическим конденсатором

исправностях в силовых (редко, но бывает) и сигнальных (чаще всего) цепях приводного мотора. Также часто подобные случаи вызываются ошибками ПО.

Яркий пример причины ошибки F02 — вследствие неисправности в цепи тахогенератора на ЭМ из-за попадания влаги на плату модуля. Особенность этого модуля — влага может затечь под крупногабаритный электролитический конденсатор C46 (330 мкФ × 400 В) и тем самым замыкаются расположенные рядом линии (к одной приложено высокое напряжение, а вторая — это низковольтная линия в цепи тахогенератора). На рис. 5 видно, что под конденсатором видны следы обгорания проводников. Последствия этого замыкания могут быть самыми плачевными.

Восстановление ПО можно выполнить прошивкой содержимого микросхемы ЭСППЗУ U8 (программатором) или с помощью ПК специальной программой WM Doctor

(связь ПК с СМ обеспечивается через сервисный ключ).

Информация для специалистов, интересующихся проблемами ПО СМ

В памяти МК кроме начального загрузчика хранятся и базовые программные установки приводного мотора. А в статистической зоне ЭСППЗУ имеется область, где записаны корректирующие значения для конкретного типа мотора

При работе СМ нарушается логика выполнения программ.

Проверка внешних компонентов ЭМ не выявила неисправности

В подобном случае чаще всего бывает необходимо перезаписать микросхему ЭСППЗУ или заменить ее на аналогичную, с «рабочей» прошивкой. В качестве примера можно привести ошибку F03 — она часто формируется из-за проблем с ПО, а не по причине в цепи датчика температуры.

Литература

1. Новоселов М. «Электронные модули EVO-II стиральных машин ARISTON и INDESIT с коллекторным приводным мотором», «Ремонт & Сервис», № 11, 2008
2. Новоселов М. «Электронный модуль LOW END стиральных машин INDESIT», «Ремонт & Сервис», № 11, 12, 2009.
3. Новоселов М. «Импульсный источник питания электронных модулей стиральных машин ARISTON/INDESIT, выполненных на платформе EVO-II», «Ремонт & Сервис», № 7, 2008.
4. Образцов А., Смердов В. «Биполярные транзисторы с изолированным затвором», «Ремонт & Сервис», № 11, 2004.
5. Климов В., Федосеев В. «Схемотехника однофазных корректоров коэффициента мощности». Сайт компании HIGER: <http://www.higercom.ru/products/suport/shematecigno.htm>
6. Порохов А. «Коды ошибок стиральных машин ARISTON и INDESIT с системой управления EVO-II». «Ремонт & Сервис», № 10, 11, 2006.

Сеть магазинов
«ЗАПЧАСТИ К БЫТОВОЙ ТЕХНИКЕ»

ПОЛНЫЙ АССОРТИМЕНТ ЗАПЧАСТЕЙ
 И АКСЕССУАРОВ к бытовой технике —
 ведущих мировых производителей

ARDO ARISTON Candy Whirlpool
 AEG Electrolux gorenje Zerowatt
 INDESIT Hansa ZANUSSI STINOL

ПРОДАЖА, СЕРВИС, ДОСТАВКА

Интернет-форум, онлайн заказ на www.zipm.ru
 Единая справочная — тел. (495) 229-39-40