



«КРИСТАЛЛ»

ПРОИЗВОДСТВЕННО-КОММЕРЧЕСКАЯ ФИРМА

195030, Санкт-Петербург, Уманский пр., д. 76.
(812)-333-04-33, (812)-333-04-34, факс (812)-333-04-30

Контроллер электроавтоматики ARM_v2 (Плазменный контроллер).

Техническое описание

С.-Петербург 2006.

1 Оглавление

1	Оглавление	2
2	Список иллюстраций.	2
3	Описание плазменного контроллера.	3
4	Описание работы платы плазменного контроллера.	5
4.1	Процессорный блок.	5
4.2	Блок питания.	6
4.3	Блок управления приводом Z.	8
4.4	Блок управления пропорциональными клапанами.	10
4.5	Блок измерений.	11
4.6	Блок контроля датчиков.	12
4.7	Блок управления реле.	15
4.8	Блок последовательного канала.	17
4.9	Блок управления отсечными клапанами	18
5	Приложение.	20

2 Список иллюстраций.

Рисунок 1.	Общий вид платы плазменного контроллера.....	3
Рисунок 2.	Схема подключения микропроцессора LPC2212FBD, с обвязкой (фрагмент электрической схемы).....	5
Рисунок 3.	Блок преобразования напряжений (фрагмент платы).....	6
Рисунок 4.	Блок преобразования напряжений (фрагмент электрической схемы).	7
Рисунок 5.	Блок управления приводом Z, силовая часть (фрагмент платы).....	8
Рисунок 6.	Блок управления приводом Z, измерительная часть (фрагмент платы)	9
Рисунок 7.	Блок управления приводом Z (фрагмент электрической схемы)	9
Рисунок 8.	Блок управления пропорциональными клапанами (фрагмент электрической схемы).....	10
Рисунок 9.	Блок измерений (фрагмент электрической схемы).....	11
Рисунок 10.	Блок контроля датчиков (фрагмент платы).....	12
Рисунок 11.	Блок контроля датчиков (фрагмент электрической схемы)	13
Рисунок 12.	Блок управления реле (фрагмент платы).....	15
Рисунок 13.	Блок управления реле (фрагмент электрической схемы)	15
Рисунок 14.	Блок последовательного канала (фрагмент платы).....	17
Рисунок 15.	Блок последовательного канала (фрагмент электрической схемы)	17
Рисунок 16.	Блок управления отсечными клапанами (фрагмент платы)	18
Рисунок 17.	Блок управления отсечными клапанами (фрагмент электрической схемы)	18
Рисунок 18.	Схема плазменного контроллера (часть 1).....	20
Рисунок 19.	Схема плазменного контроллера (часть 2).....	21
Рисунок 20.	Схема плазменного контроллера (часть 3).....	22
Рисунок 21.	Монтажная схема платы плазменного контроллера,	23
Рисунок 22.	Монтажная схема платы плазменного контроллера,	24
Рисунок 23.	Топология платы плазменного контроллера, вид сверху.	25

3 Описание плазменного контроллера.

Контроллер электроавтоматики (КЭА) обеспечивает работу и контроль устройств необходимых для плазменной резки.

- Контроллер электроавтоматики следит за состоянием входных датчиков (воздух, вода, концевые упоры и т.д.).
- Обеспечивает включение и регулировку плазмообразующих газов.
- Производит измерение напряжений источника и дуги.
- Осуществляет управление приводом Z (по высоте) в ручном режиме и режиме слежения.
- Отвечает за включение необходимых реле.
- Входное постоянное напряжение +24В, которым запитываются все остальные устройства.
- КЭА связан с управляющим компьютером по последовательному каналу.

Внешний вид платы контроллера электроавтоматики представлен на рисунке 1. Плазменный контроллер, как устройство, можно условно поделить на несколько функциональных блоков. Некоторые из них указаны в таблице основных технических характеристик (Таблица 1).

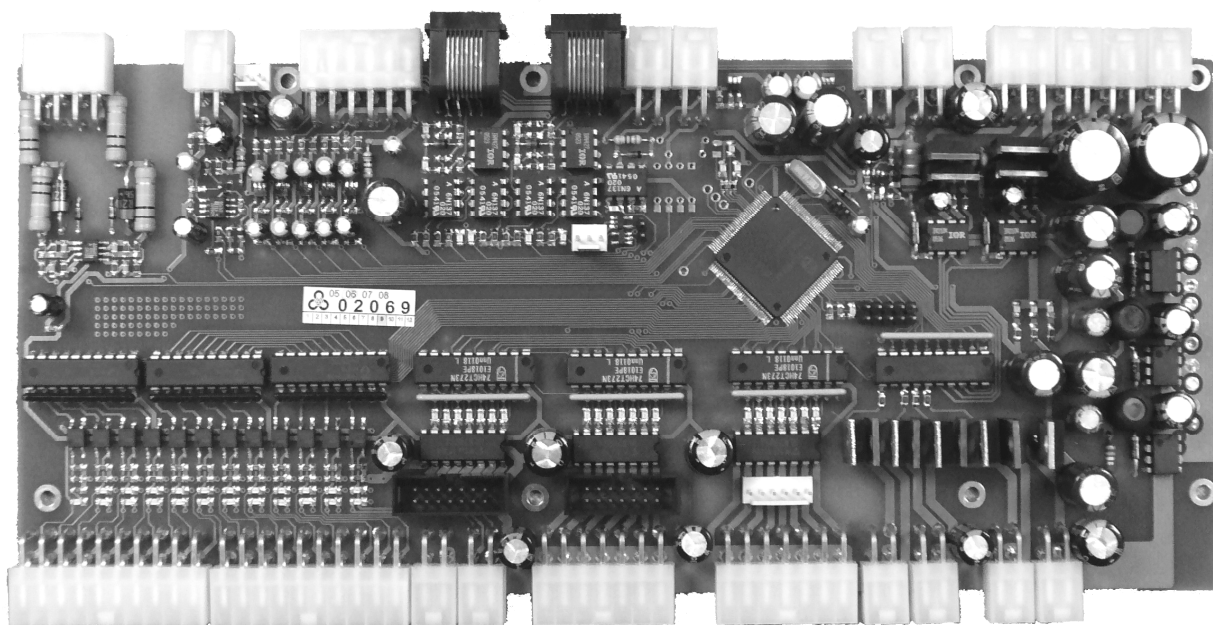


Рисунок 1. Общий вид платы плазменного контроллера.

Таблица 1

Параметры внутреннего блока питания	
Напряжение питания, В	+24
Род тока	постоянный
Номинальная потребляемая мощность, Вт	60
Внутреннее стабилизированное питание, В	+15
Внутреннее стабилизированное питание, В	+5
Внутреннее стабилизированное питание, В	+3,3
Внутреннее стабилизированное питание, В	+1,8
Параметры управления приводом Z	
Напряжение управления привода Z, В	±24
Напряжение, подаваемое на резистор положения, В	+5
Выходное напряжение с резистора положения, В	0...+5
Параметры управления пропорциональными клапанами	
Напряжение управления клапанами, В	0...+24
Напряжение питания датчиков давления, В	+5
Параметры блока измерений	
Измеряемое напряжение на катоде, В	0...-300
Измеряемое напряжение на дежурной дуге, В	0...-300
Параметры блока контроля датчиков	
Напряжение, подаваемое на датчики, В	+24
Состояние датчика воздуха, воды, ответ АПР	Нормально разомкнутый
Состояние датчиков концевых упоров	Нормально замкнутый
Параметры блока управления реле	
Напряжение управления реле, В	+24

4 Описание работы платы плазменного контроллера.

ООО ПКФ «Кристалл» оставляет за собой право вносить изменения в плату плазменного контроллера, не ухудшающие параметры работы устройства.

4.1 Процессорный блок.

Центральной частью платы плазменного контроллера является микропроцессор фирмы Philips Semiconductors LPC2212FBD (Рисунок 2). Питательное напряжение микропроцессора +3.3В стабилизируется при помощи микросхемы DA16 (TPS76333) - представляющей собой DC/DC преобразователь с пониженным падением напряжения (0.1В) между входным и выходным напряжением. Питательное напряжение ядра процессора +1,8В стабилизируется при помощи микросхемы DA17 (TPS76301), представляющая собой регулировочный DC/DC преобразователь. Тактовая частота микропроцессора задается кварцевым резонатором Q1 с частотой 16 МГц.

При нормальной работе микропроцессора светодиод VD79 горит, а VD80 должен мигать (примерно 1 раз в секунду). Нормальная работа микропроцессора может быть нарушена недостаточным напряжением питания. При падении напряжения питания микропроцессора менее +3,03В микросхема DD6 (TPS3809) вводит микропроцессор в состояние reset (сброс). В таком состоянии функционирование микропроцессора и всей платы невозможно.

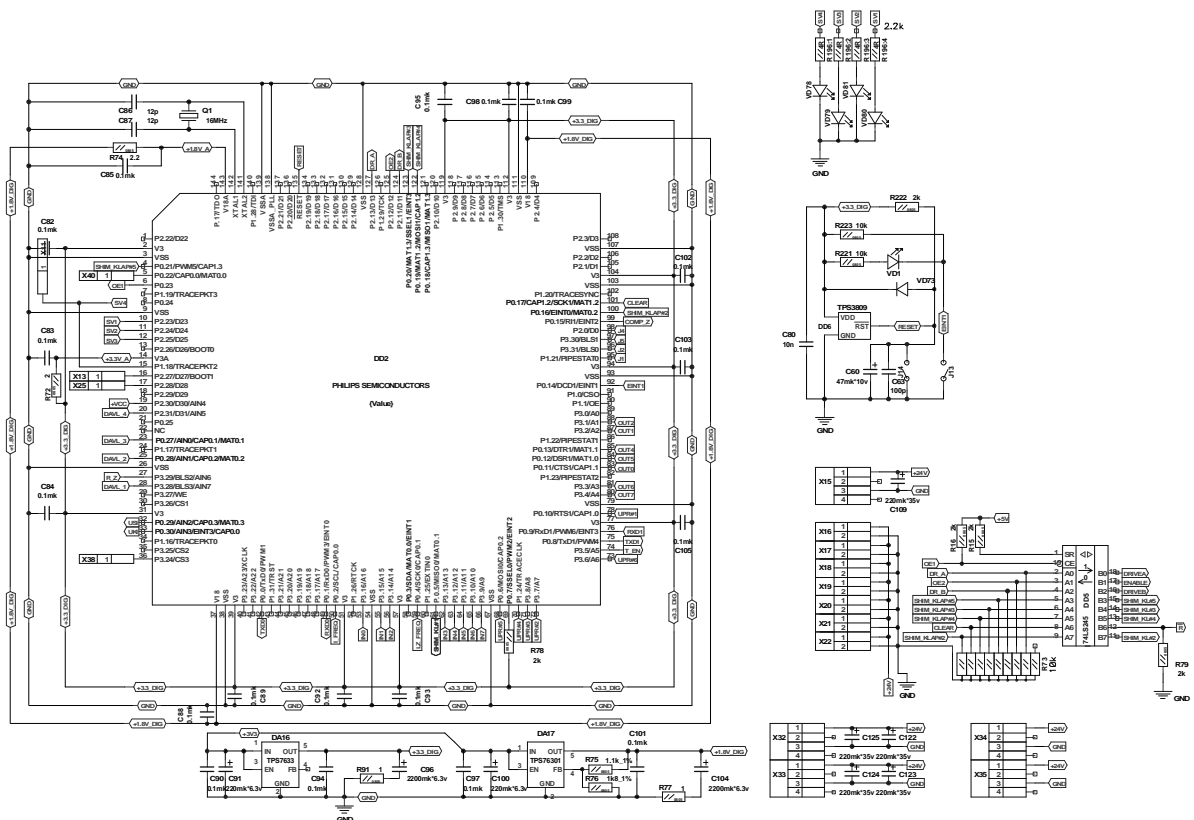


Рисунок 2. Схема подключения микропроцессора LPC2212FBD, с обвязкой (фрагмент электрической схемы)

4.2 Блок питания.

Блок питания платы (Рисунок 3, Рисунок 4) питается от постоянного напряжения +24В, +15В, +5В, +3,3В и +3,3В,+1,8В, стабилизированных для микропроцессора.

На плате предусмотрен контроль величины напряжения +24В – сигнал VCC, поступающий на микропроцессор через операционный усилитель DA10 (AD8601), включенный по схеме повторителя с коэффициентом усиления единица. Микропроцессор сообщит системе управления о сильном превышении значения напряжения +24В. X7 - разъем подключения постоянного напряжения +24В.

Напряжение +15В создается микросхемой DA12, представляющей собой DC/DC-конвертер MC33063 из напряжения +24В .

Напряжение +5В создается при помощи микросхемы DA14 (MC33063) с входным напряжением +24В и микросхемой типа «крен» 7805 DA4.

Напряжение +3,3В создается при помощи микросхемы DA11 (MC33063). Это напряжение является стабилизированным, но для повышения помехоустойчивости микропроцессора напряжение, подаваемое на него, дополнительно стабилизируется при помощи микросхемы DA16 (TPS76333).

Для контроля наличия напряжений питания на плате плазменного контроллера используются несколько светодиодов:

- Для контроля напряжения +15В – светодиод VD12;
- Для контроля напряжения +5В – светодиод VD14;
- Для контроля напряжения +3,3В – светодиод VD11;

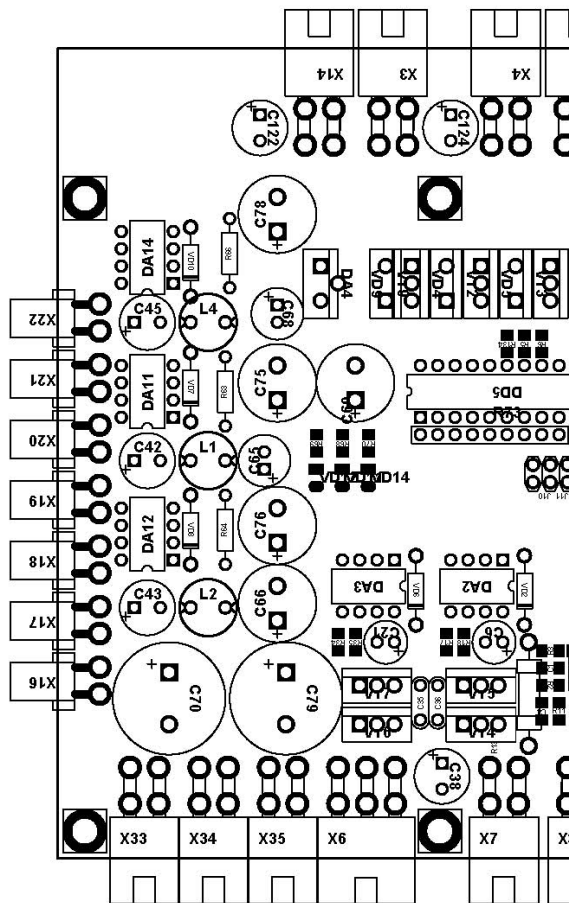


Рисунок 3. Блок преобразования напряжений (фрагмент платы).

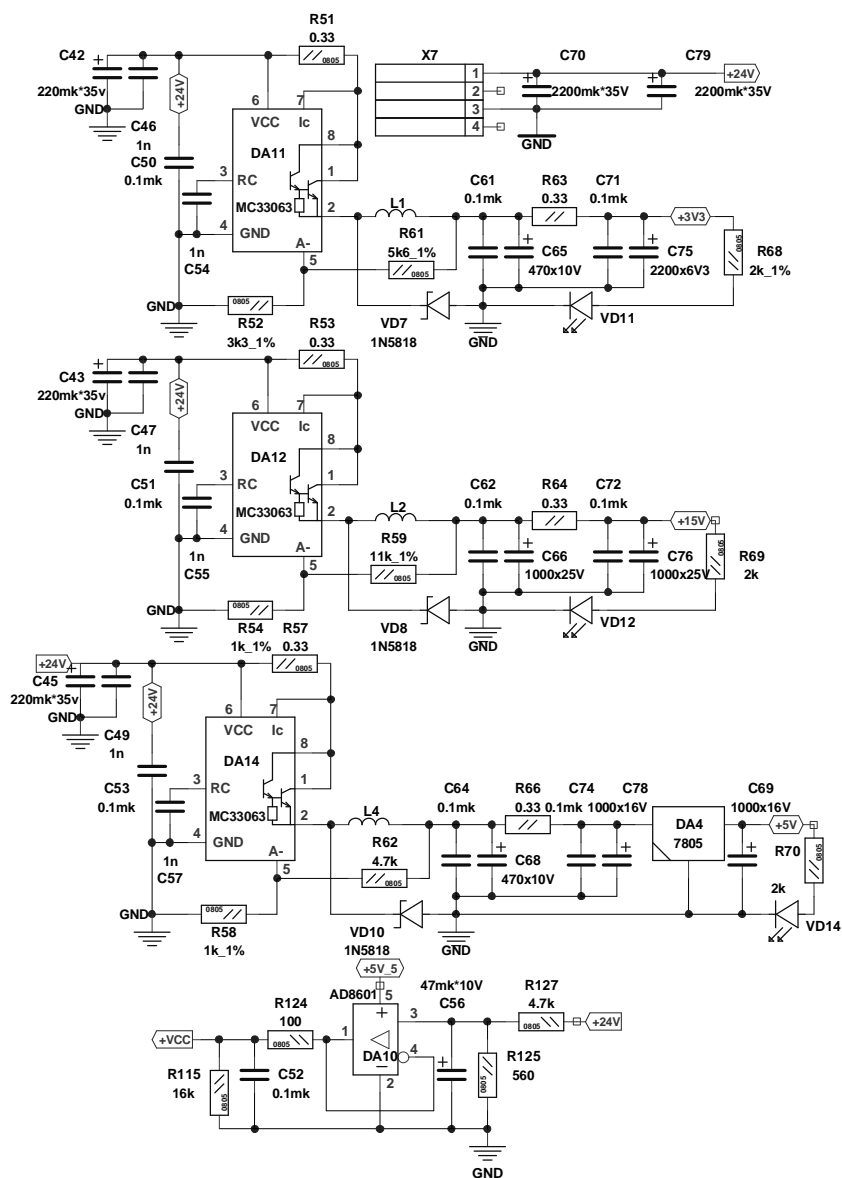


Рисунок 4. Блок преобразования напряжений (фрагмент электрической схемы).

4.3 Блок управления приводом Z

Блок управления приводом Z отвечает за перемещения привода Z (вертикальное перемещение резака). Перемещение происходит как в ручном режиме, так и в автоматическом (слежение). Блок управления включает в себя силовую часть и измерительную часть. Все перемещения привода Z контролирует и осуществляет микроконтроллер. Сам привод Z подключается к разъему X6, расположенному на плате (Рисунок 5, Рисунок 7).

Силовая часть состоит из силовых транзисторов VT4...VT7 (IRFZ48), включенных по схеме типа “мост”, которые коммутируют напряжение на двигатель привода Z. Напряжение, подаваемое на двигатель привода Z может плавно меняться от -24 В до +24 В. Полярность определяет направление движения привода Z, а величина – скорость движения. Силовыми транзисторами управляют микросхемы-драйверы DA2 и DA3 (IR2104). Сигналы управления на драйверы поступают от микропроцессора через буфер DD5 (74LS245). Сигналы управления имеют широтно-импульсную модуляцию для возможности регулировки скорости перемещения привода Z.

Измерительная часть измеряет сигнал с резистора положения привода Z. Резистор положения привода подключается к разъему X8, расположенному на плате (Рисунок 6). Положение привода Z определяется при помощи переменного резистора, встроенного в него. Напряжение с резистора снимается со средней точки и подается на АЦП микропроцессора через буфер DA5 (AD8601), а крайние точки подключены к GND и питанию +5В. По сигналу с резистора положения микропроцессор не позволяет приводу уехать за границы зоны перемещения. Так же измерительная часть контролирует величину тока, потребляемого двигателем приводом Z, как защита от перегрузки двигателя. Ток измеряется при помощи шунта R13, напряжение с которого подается на компаратор DA1 и сравнивается с 0.3 вольта.

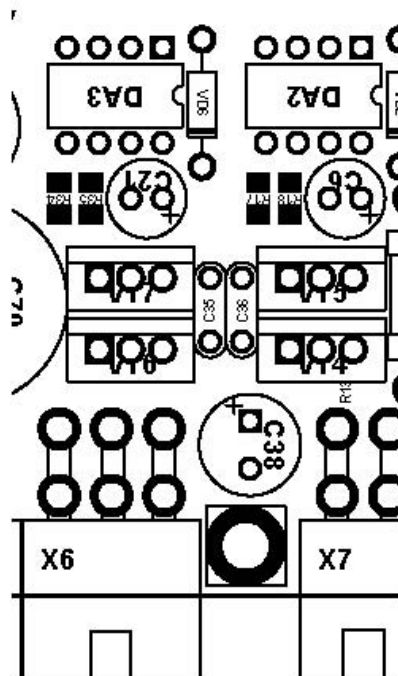


Рисунок 5. Блок управления приводом Z, силовая часть (фрагмент платы).

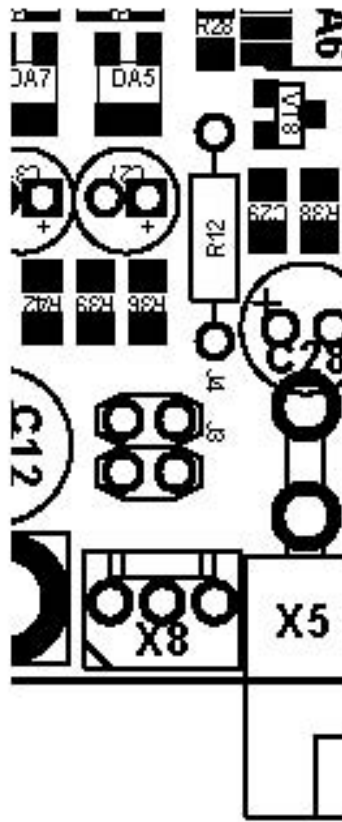


Рисунок 6. Блок управления приводом Z, измерительная часть (фрагмент платы)

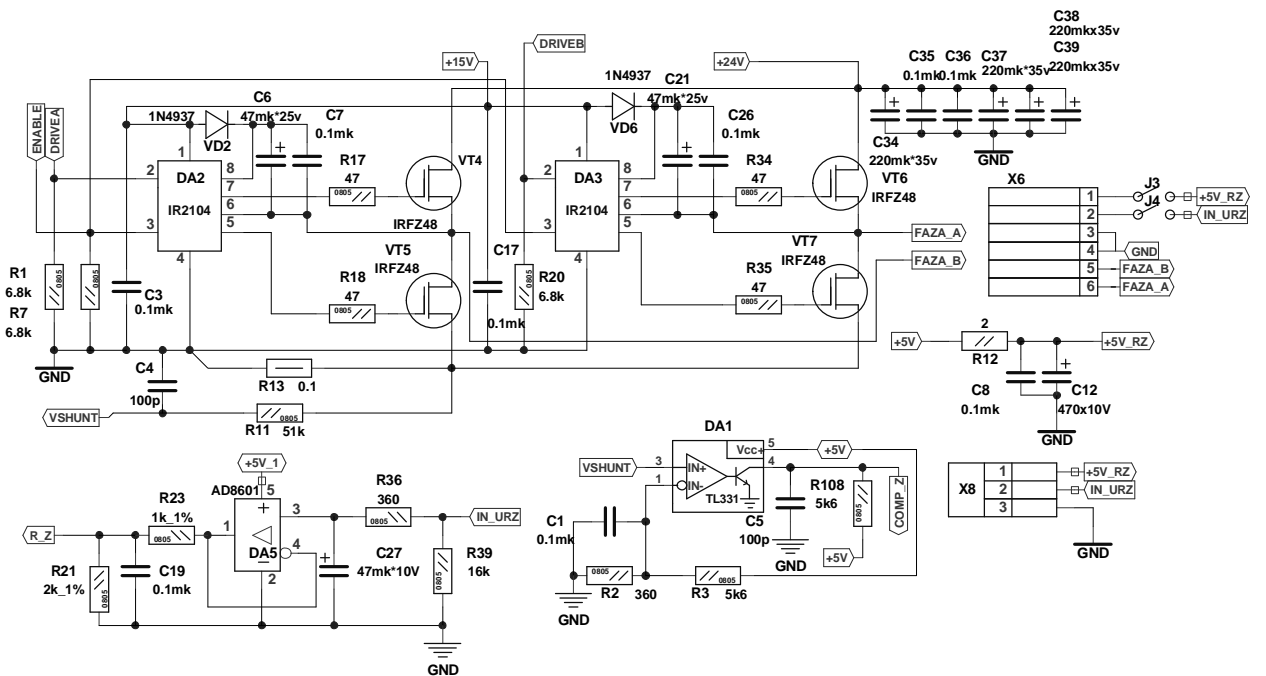


Рисунок 7. Блок управления приводом Z (фрагмент электрической схемы)

4.4 Блок управления пропорциональными клапанами.

Управление пропорциональными клапанами осуществляется пятью каскадами (Рисунок 8).

В зависимости от конфигурации могут использоваться разные клапаны.

Четыре каскада отвечают за управление пропорциональными клапанами (KLAPAN#2, KLAPAN#3, KLAPAN#4, KLAPAN#5). Питание клапанов составляет 0...+24В. Сигналы управления клапанами выдает микропроцессор (сигнал имеет SHIM_KL#2, SHIM_KL#3, SHIM_KL#4) и, проходя через транзисторы VT1, VT2, VT3, VT9 (TIP122) соответственно, подаются на клапаны (KLAPAN#2, KLAPAN#3, KLAPAN#4, KLAPAN#5). Так же имеются сигналы с датчиков давления, приходящие через разъем X12. Сигналы имеют диапазон от 0 до +5В и приходят на микропроцессор через операционные усилители DA6, DA7, DA8 и DA9 (AD8601), включенные по схеме повторителя с коэффициентом усиления единица и с напряжением питания +5В. Разъемы подключения пропорциональных клапанов X2, X3, X4 и X14 соответственно.

Пятый каскад отвечает за управление ITV2050. Питание пропорционального клапана составляет +24 В. Управляется клапан напряжением от 0 В до +5 В. Сигнал управления клапаном выдает микропроцессор (сигнал имеет ШИМ - SHIM_KL#1) и проходя через НЧ фильтр и усилитель DA6 (AD8602) + VT8 (BC847BTT1) подается на клапан. Так же имеется сигнал с датчика давления, встроенного в клапан. Сигнал с датчика давления, так же имеет диапазон от 0 до +5 В и приходит на микропроцессор через операционный усилитель включенный по схеме повторителя с коэффициентом усиления единица. В качестве операционного усилителя используется микросхема DA6 (AD8602) с напряжением питания +5В. Разъем подключения пропорционального клапана X5.

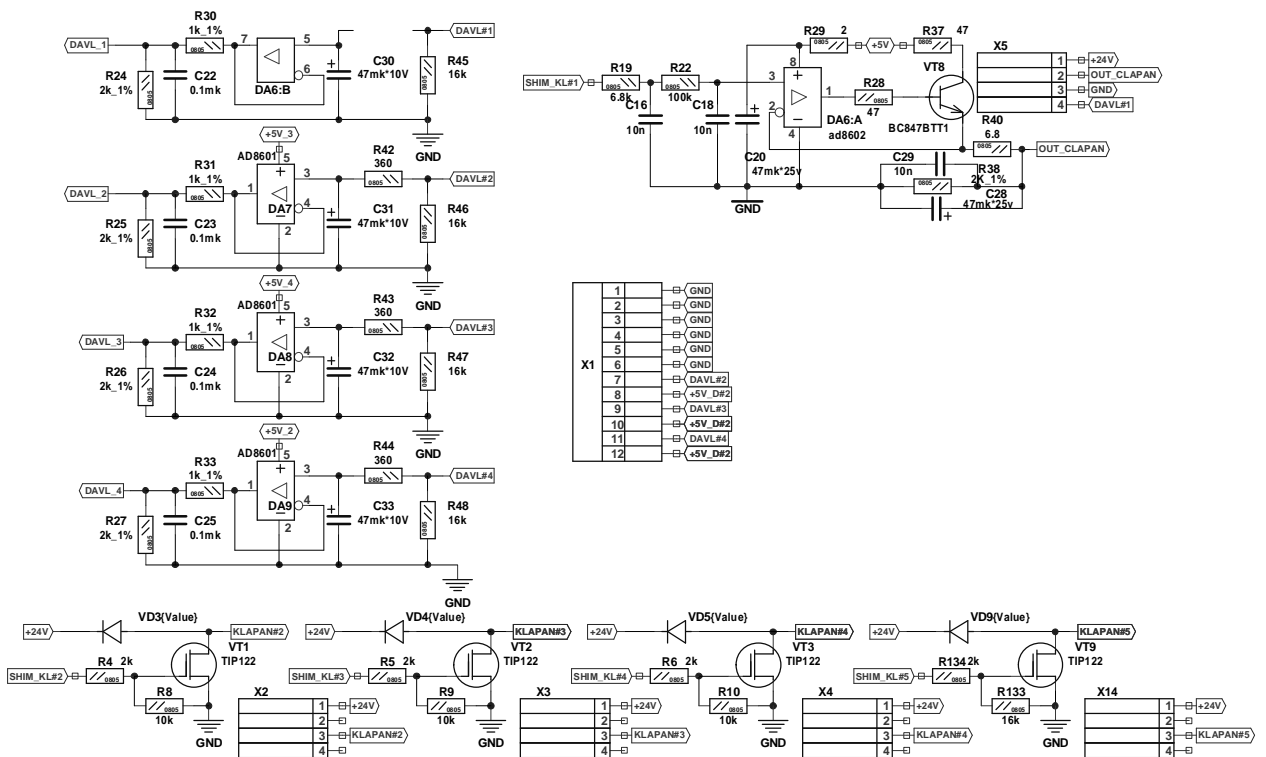


Рисунок 8. Блок управления пропорциональными клапанами (фрагмент электрической схемы)

4.5 Блок измерений.

Блок измерений (Рисунок 9) занимается измерением напряжений на катоде, на дежурной дуге и измерением частоты сигнала с платы измерения тока. Измеряемые напряжения приходят на разъем X31. Затем понижаются (т.к. имеют диапазон от 0 до -300В), инвертируются при помощи инвертирующего усилителя с коэффициентом усиления равным единице. В качестве инвертирующего усилителя используется операционный усилитель AD8602 (DA24). После усилителя сигнал поступает на АЦП микропроцессора. Напряжение, измеренное на дежурной дуге, участвует в процессе автоматического управления приводом Z (слежение), поэтому имеет важное значение. Напряжение, измеренное на катоде, носит чисто информативную функцию и неправильное измерение не приведет к негативным последствиям. Сигнал с платы измерения тока имеет переменную частоту (в зависимости от измеряемого тока). Для уменьшения влияния помех сигнал поступает на микропроцессор через оптрон VD17 (6N137). X28 – разъем подключения платы измерения тока. На плате предусмотрен блок измерений с платы емкостного датчика (VD18), подключающейся через разъем X12. Он организован так же как блок измерения тока. В данной версии платы блок измерения емкостного датчика не используется и на некоторых платах может быть не запаян.

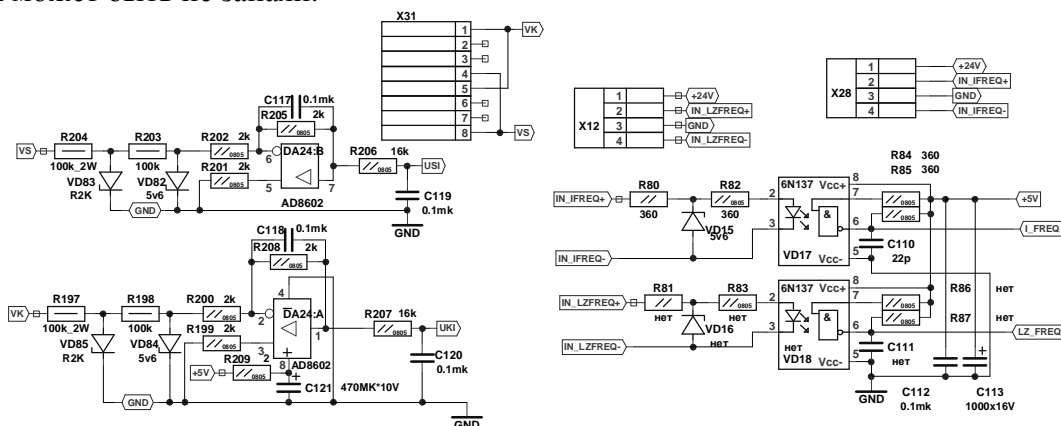


Рисунок 9. Блок измерений (фрагмент электрической схемы)

4.6 Блок контроля датчиков.

Данный блок предназначен для контроля состояния входных датчиков таких, как: наличие давления воздуха (плазмообразующего газа), датчик расхода охлаждающей жидкости (воды) для плазматронов с водяным охлаждением, концевые выключатели (X+, X-, Y+, Y-), датчик дуги (сигнал с АПР), состояние кнопки «аварийный стоп» и др.. Разъемы подключения проводов с датчиков и концевиков X15 (+24В), X26 (сигнал с АПР и кнопка «аварийный стоп») и X27 (концевики, датчики давления воздуха и кислорода, расхода воды), X10 (дополнительно). Для повышения помехозащищенности сигналы с датчиков подаются на входы оптронов DA13, DA15, DA18 – DA21, DA25, DA30 – DA34, DA36 (KPC357) (Рисунок 10, Рисунок 11). Сигналы с оптронов, проходя через буферы DD1 и DD3 (74LS245), поступают на входы микропроцессора и там обрабатываются. Для визуального контроля состояния датчиков предусмотрены светодиоды VD54 – VD59, VD62 – VD68. Загорание светодиода означает срабатывание датчика (Таблица 2).

Для повышения количества входных каналов использован мультиплексированный опрос датчиков. Реализуется данный метод при помощи сигналов UPR#3 и UPR#4, переключающих опрос микросхемы DD3 и DD1 соответственно.

В данный блок входит и контроль состояния дополнительных датчиков (разъем X10). Он организован так же. В данный момент, дополнительные датчики не используются.

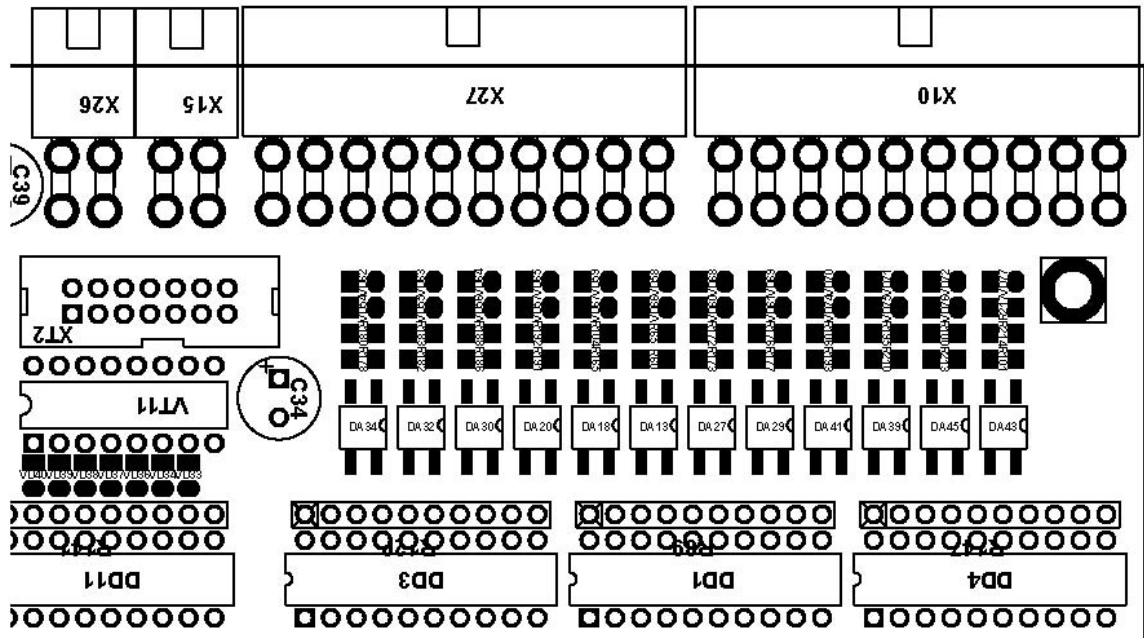


Рисунок 10. Блок контроля датчиков (фрагмент платы).

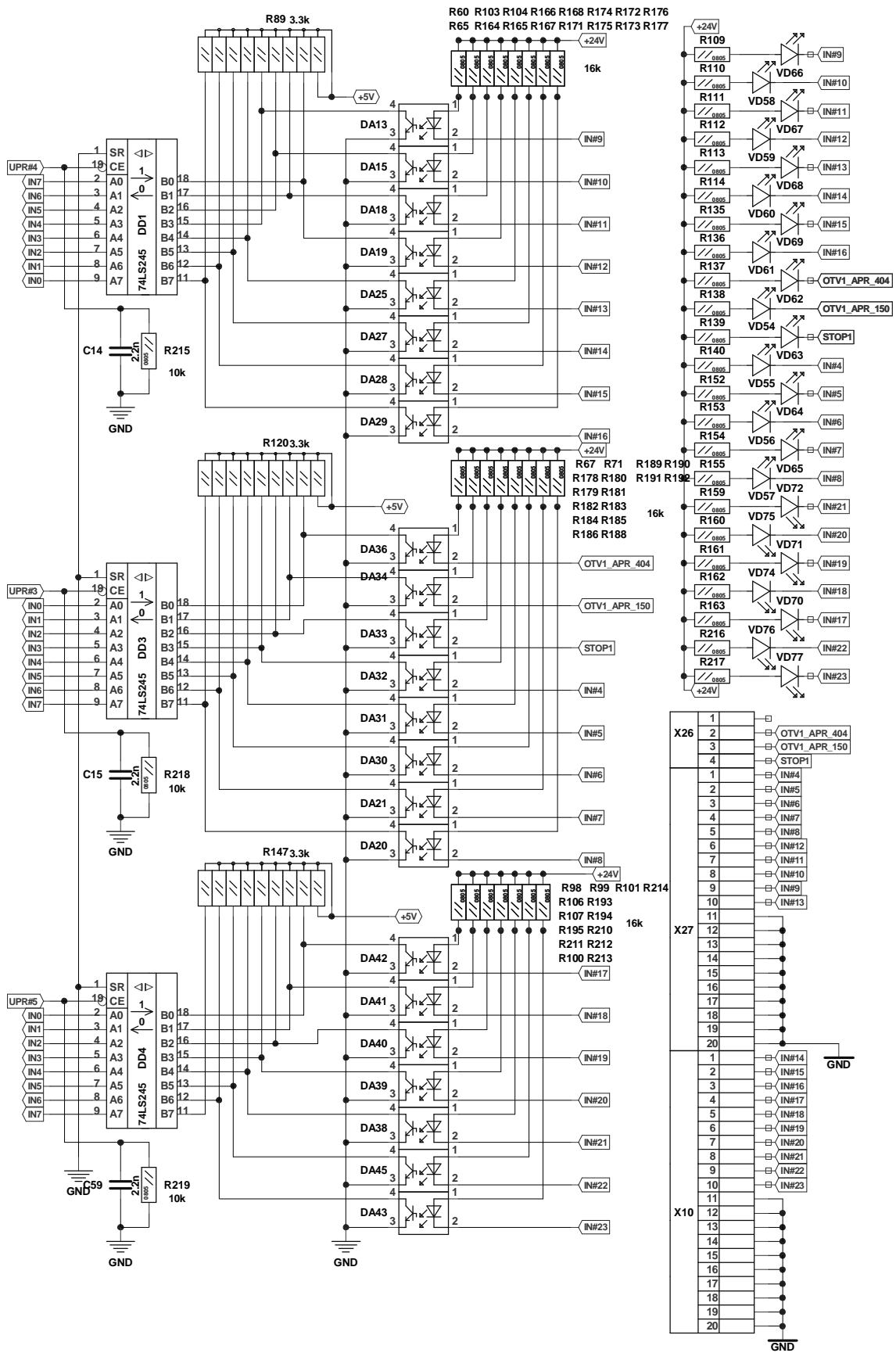


Рисунок 11. Блок контроля датчиков (фрагмент электрической схемы)

Таблица 2

Номер светодиода	Функция
VD62	Датчик дуги АПР-404 (404М, 4011)
VD54	Датчик дуги АПР-150К (150КМ)
VD63	Кнопка аварийной остановки #1 (нормально замкнут)
VD55	Кнопка аварийной остановки #2 (нормально замкнут, если есть!)
VD64	Концевой выключатель X+ (нормально замкнут)
VD56	Концевой выключатель Y+ (нормально замкнут)
VD65	Концевой выключатель X- (нормально замкнут)
VD57	Концевой выключатель Y- (нормально замкнут)
VD59	Датчик давления воздуха
VD67	Датчик расхода воды
VD58	Датчик давления кислорода (для плазматрона TD300)
VD66	Второй контроллер
VD68	Пневмо щуп

4.7 Блок управления реле.

Блок реле управляет реле, который включают такие устройства как: АПР, осциллятор, блок автономного охлаждения и т.п. Включение реле осуществляется при помощи транзисторной сборки VT11 (ULN2003AP) (Рисунок 12, Рисунок 13). Сигналы включения транзисторной сборки поступают от микропроцессора через буфер DD11 (74LS273). Для обеспечения защиты от произвольного включения реле (в момент подачи питания на микропроцессор) реализована схема на буфере DD5 (74LS245). Она “сбрасывает” выходные сигналы, даже если они появились, что исключает произвольное включение реле.

Для контроля наличия сигнала включения реле установлены светодиоды VD33, VD34, VD36 – VD40 (Таблица 3.). Разъем включения блока реле XT2.

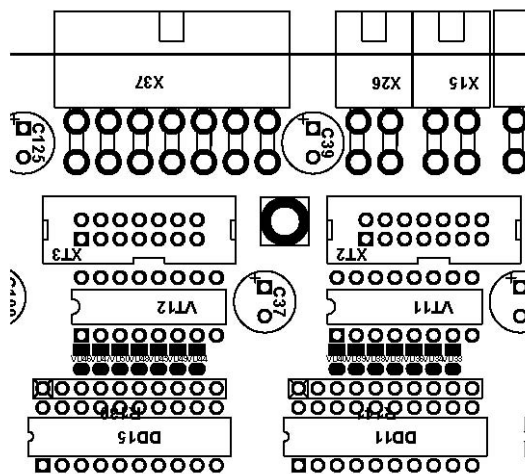


Рисунок 12. Блок управления реле (фрагмент платы).

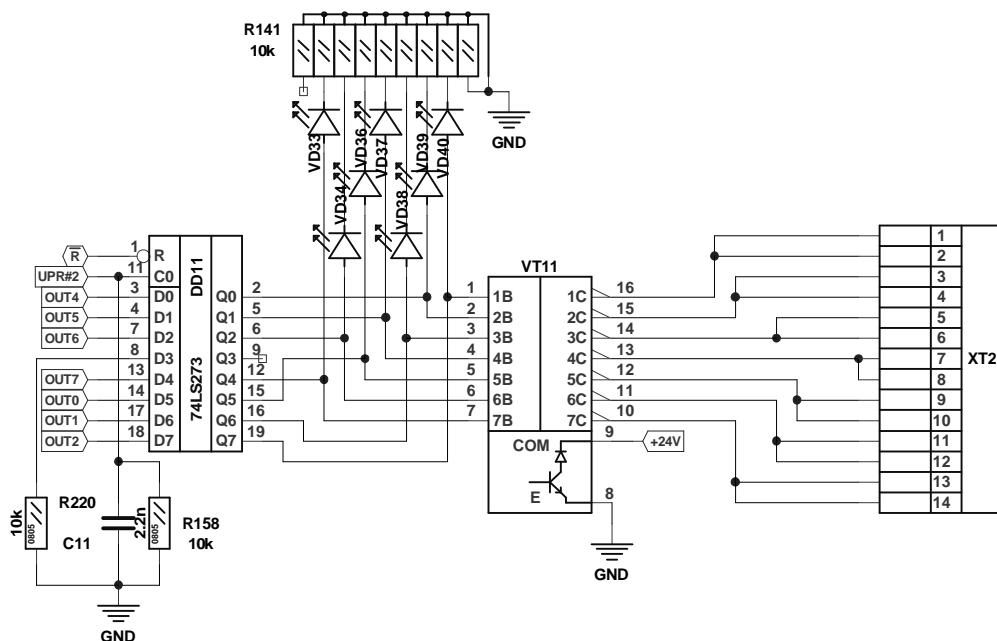


Рисунок 13. Блок управления реле (фрагмент электрической схемы)

Таблица 3.

светодиод	транзистор	функция
VD40	VT11	Реле УПД АПР-150К (150КМ)
VD39		Реле включения автономного охлаждения
VD37		Реле включения обдува рельсового пути
VD38		Реле включения пневмо-щуп
VD36		Реле УПД АПР-404 (404М, 4011)
VD34		Реле включения АПР-150К (150КМ)
VD33		Реле включения АПР-404 (404М, 4011)

4.8 Блок последовательного канала.

Блок последовательного канала обеспечивает прием и передачу данных через последовательный канал. По этому каналу система управления сообщает микропроцессору необходимые режимы и параметры работы. Для обеспечения помехоустойчивости сигналы канала связи передаются через оптроны VD41, VD42 (6N137) (Рисунок 14, Рисунок 15). Причем, выходной сигнал усиливается при помощи микросхемы DA35 (IR4427). Наличие сигналов на входе (VD42) и выходе (DA35) платы можно контролировать при помощи светодиодов VD51 и VD52 соответственно. А при помощи светодиода VD53 можно проконтролировать наличие сигнала на входе выходного оптрона VD41. Разъем подключения последовательного канала X30.

На плате предусмотрен второй последовательный канал (микросхемы VD20, VD28, DA26), подключающийся через X29. Он организован так же как первый. В данный момент, второй канал не используется и на некоторых платах может быть не запаян.

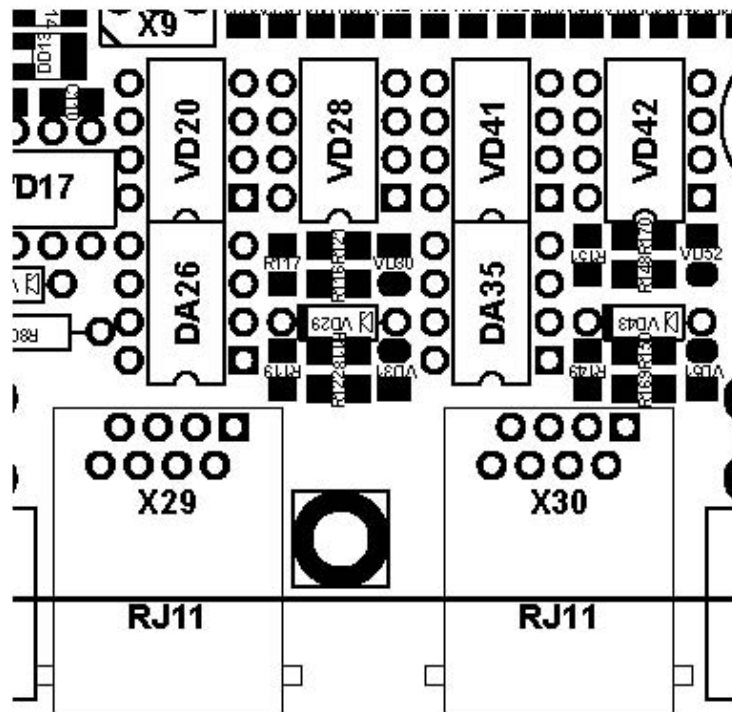


Рисунок 14. Блок последовательного канала (фрагмент платы).

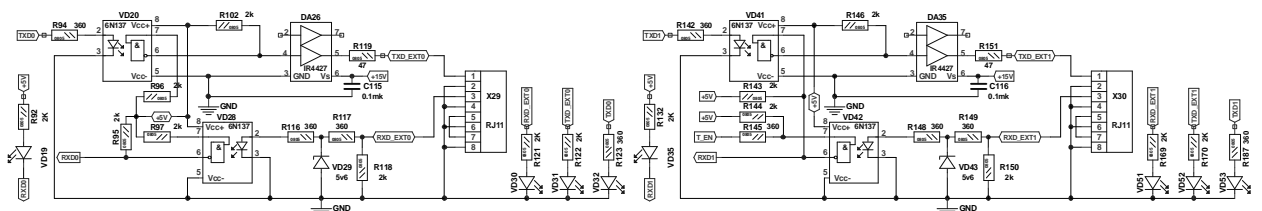


Рисунок 15. Блок последовательного канала (фрагмент электрической схемы)

4.9 Блок управления отсечными клапанами

Схема управления отсечными клапанами аналогична схеме включения блока управления реле. Разъем подключения отсечных клапанов X36. Разъем XT1, параллельно подключенный к X36, в данной версии плазменного контроллера не используется (Рисунок 16, Рисунок 17). Работу данной схемы включения блока управления отсечными клапанами смотри в разделе 4.7 данного технического описания КЭА.

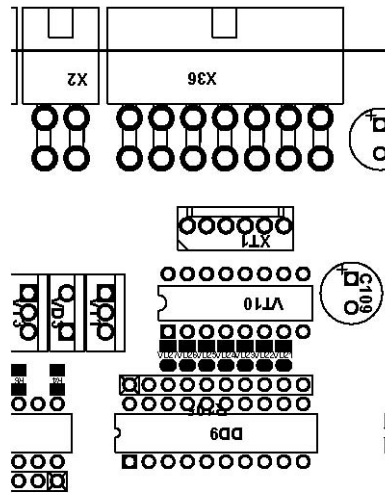


Рисунок 16. Блок управления отсечными клапанами (фрагмент платы)

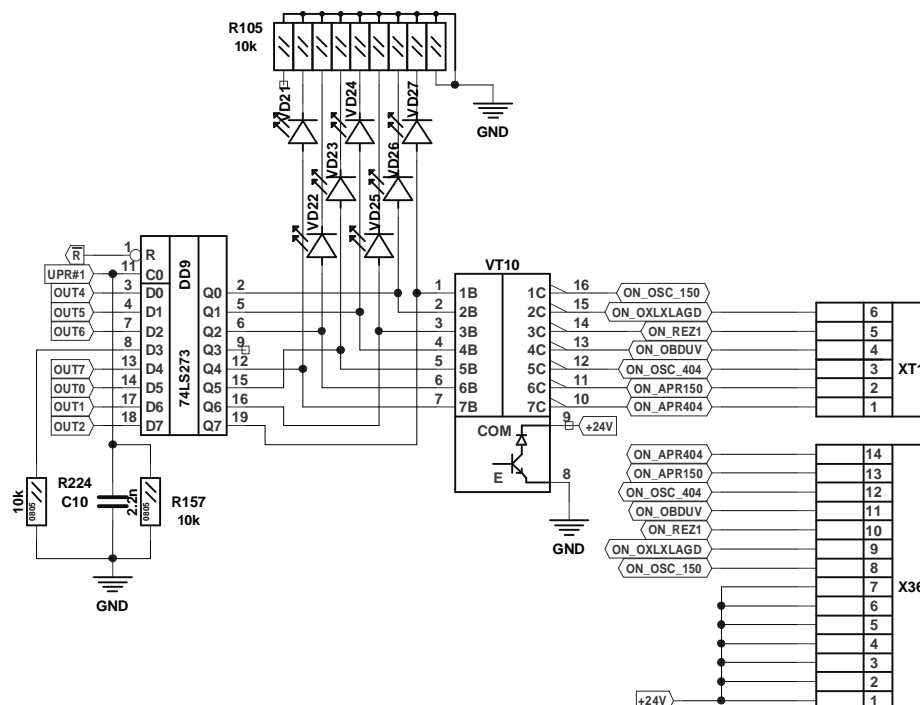


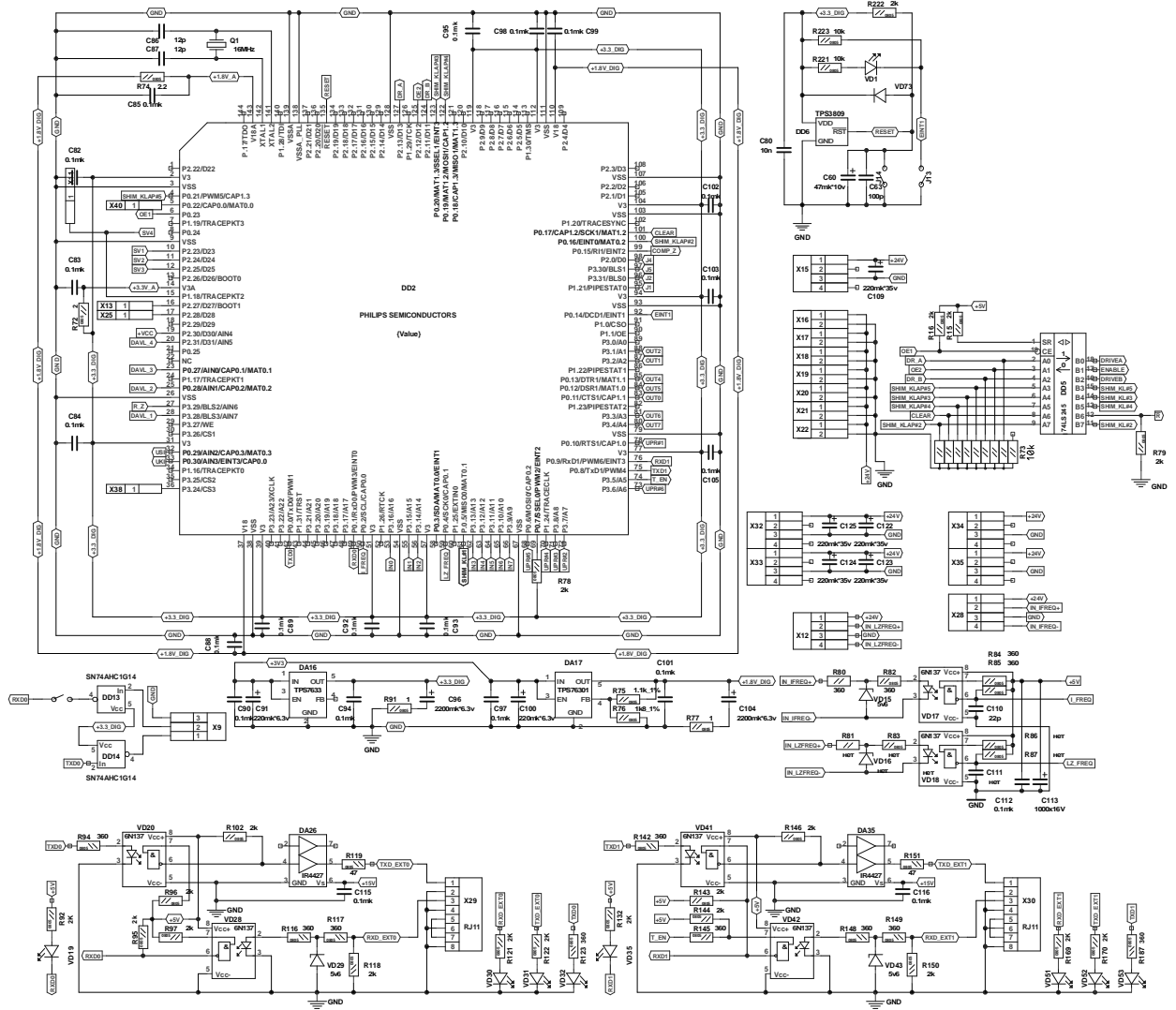
Рисунок 17. Блок управления отсечными клапанами (фрагмент электрической схемы)

Таблица 4.

светодиод	транзистор	функция
VD27	VT12	0
VD26		K1
VD25		K2
VD24		KV1
VD23		KV2
VD22		KV3
VD21		KV4

5 Приложение.

В приложении приведены схемы (электрическая, монтажная) платы плазменного контроллера.



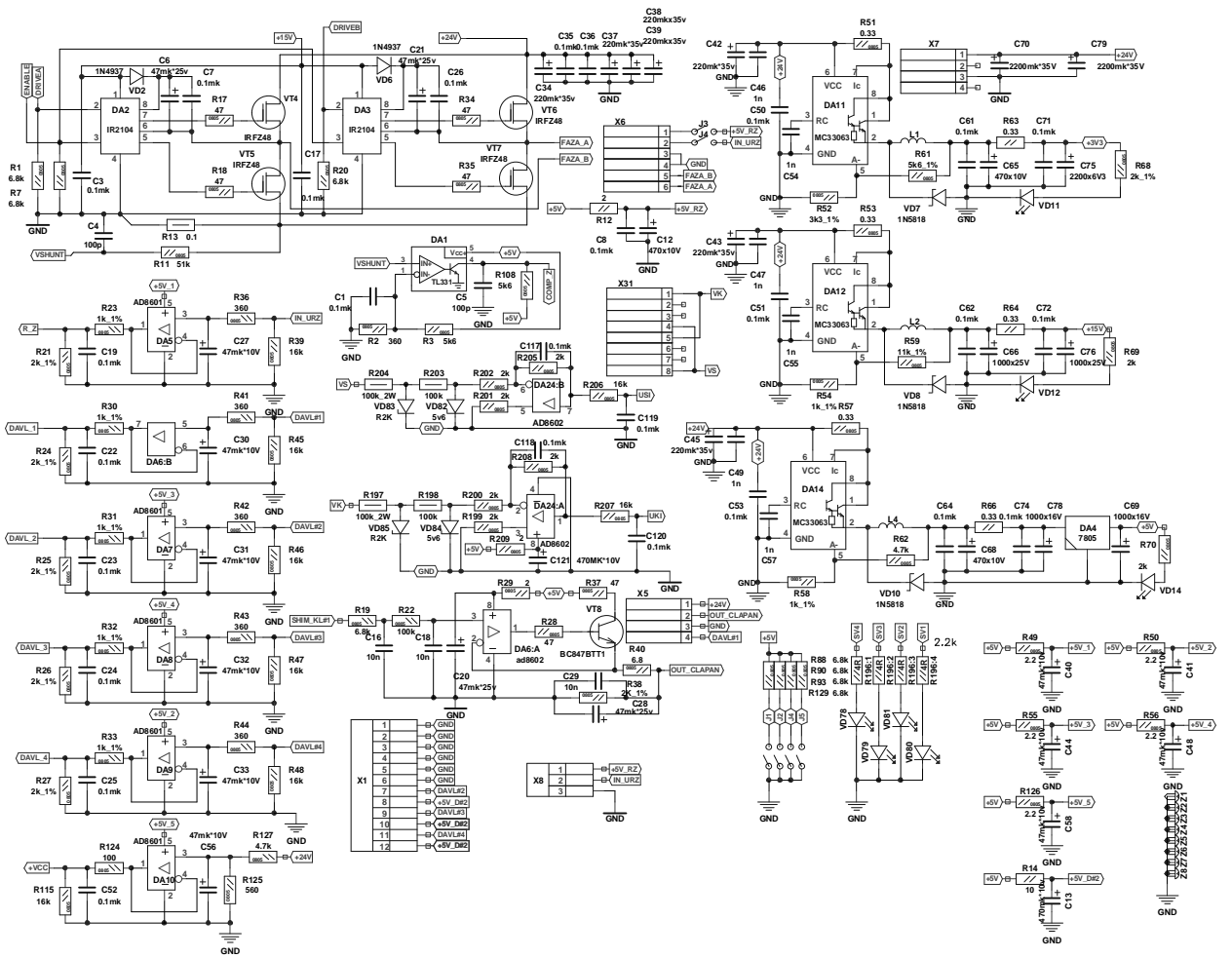


Рисунок 19. Схема плазменного контроллера (часть 2).

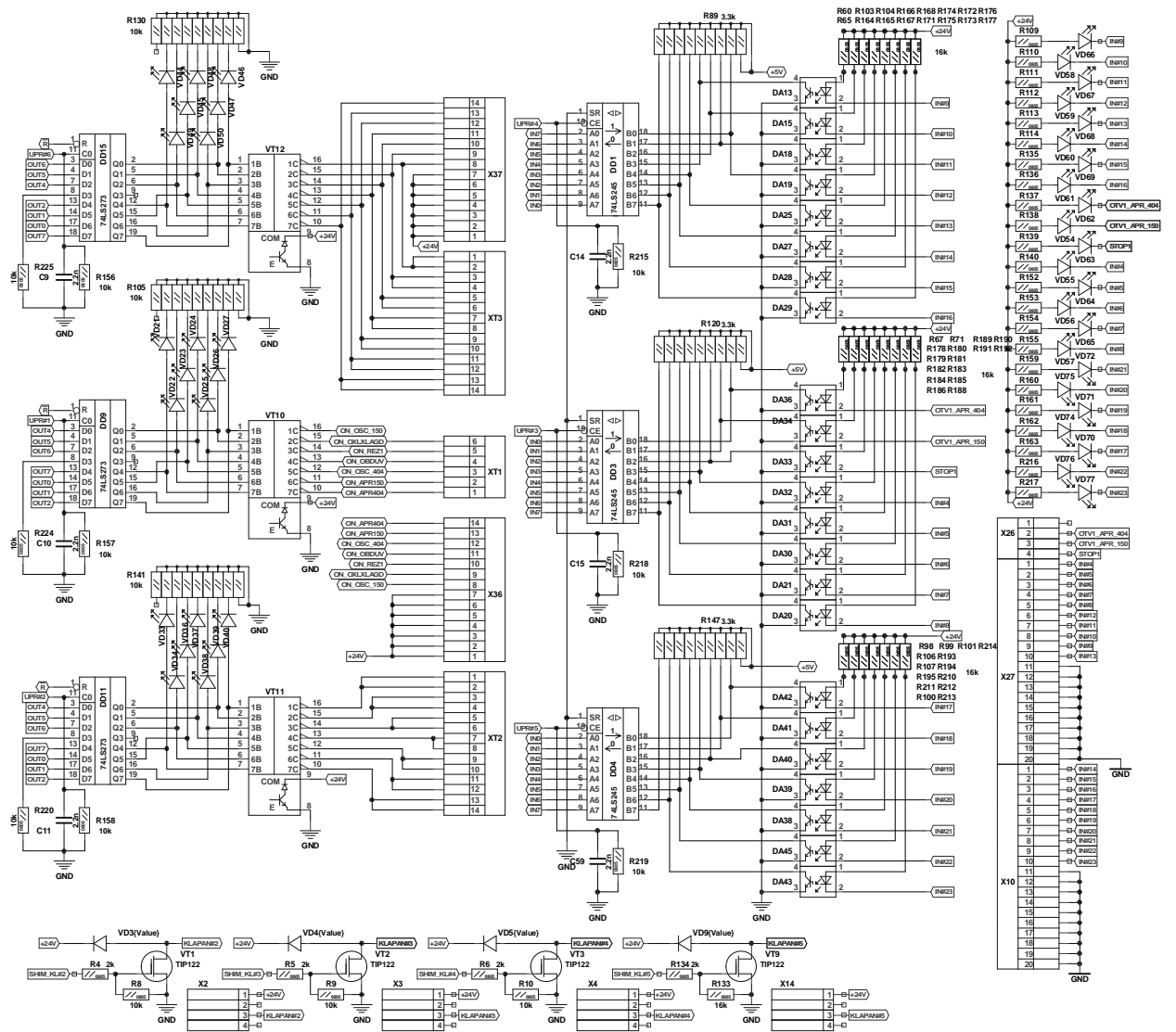


Рисунок 20. Схема плазменного контроллера (часть 3).

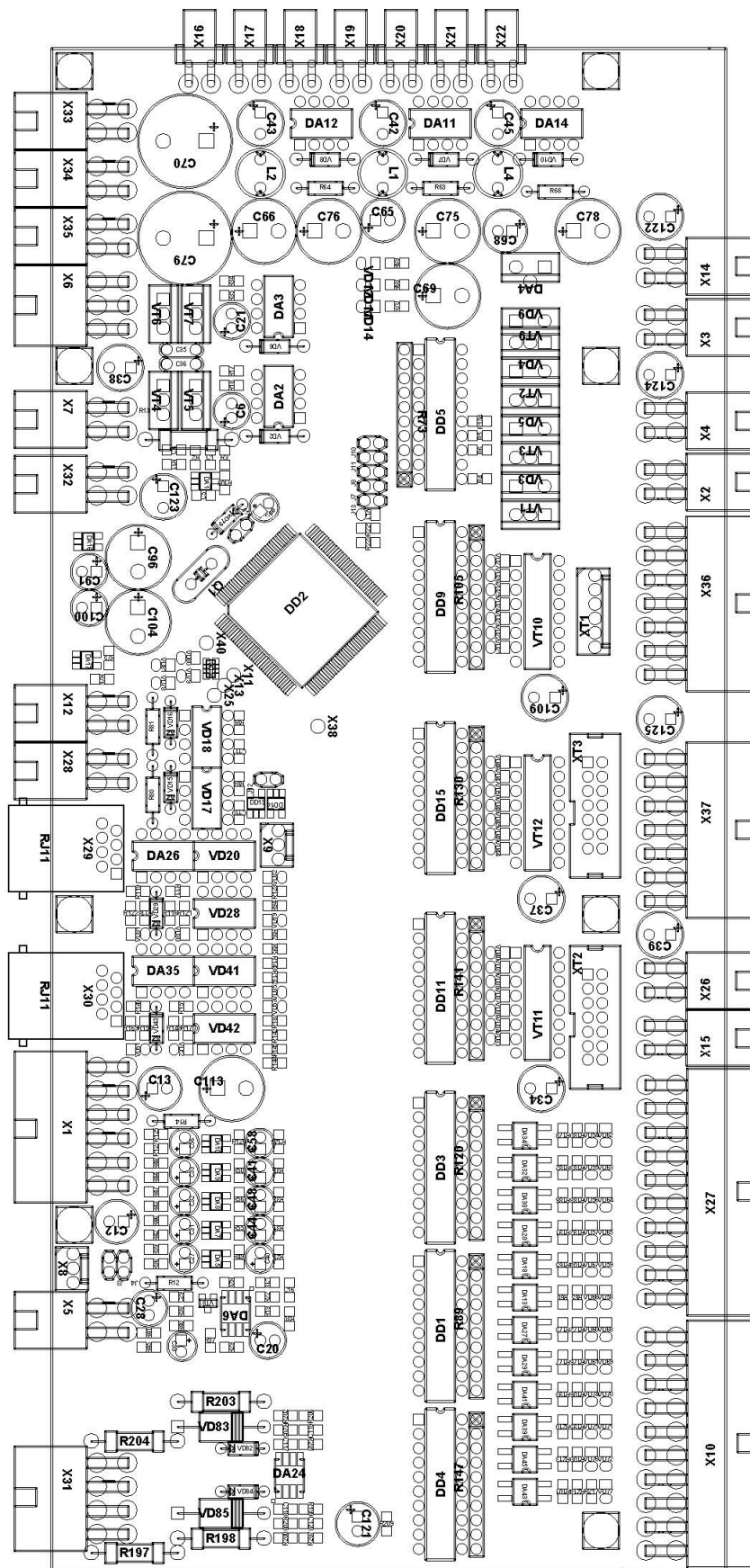
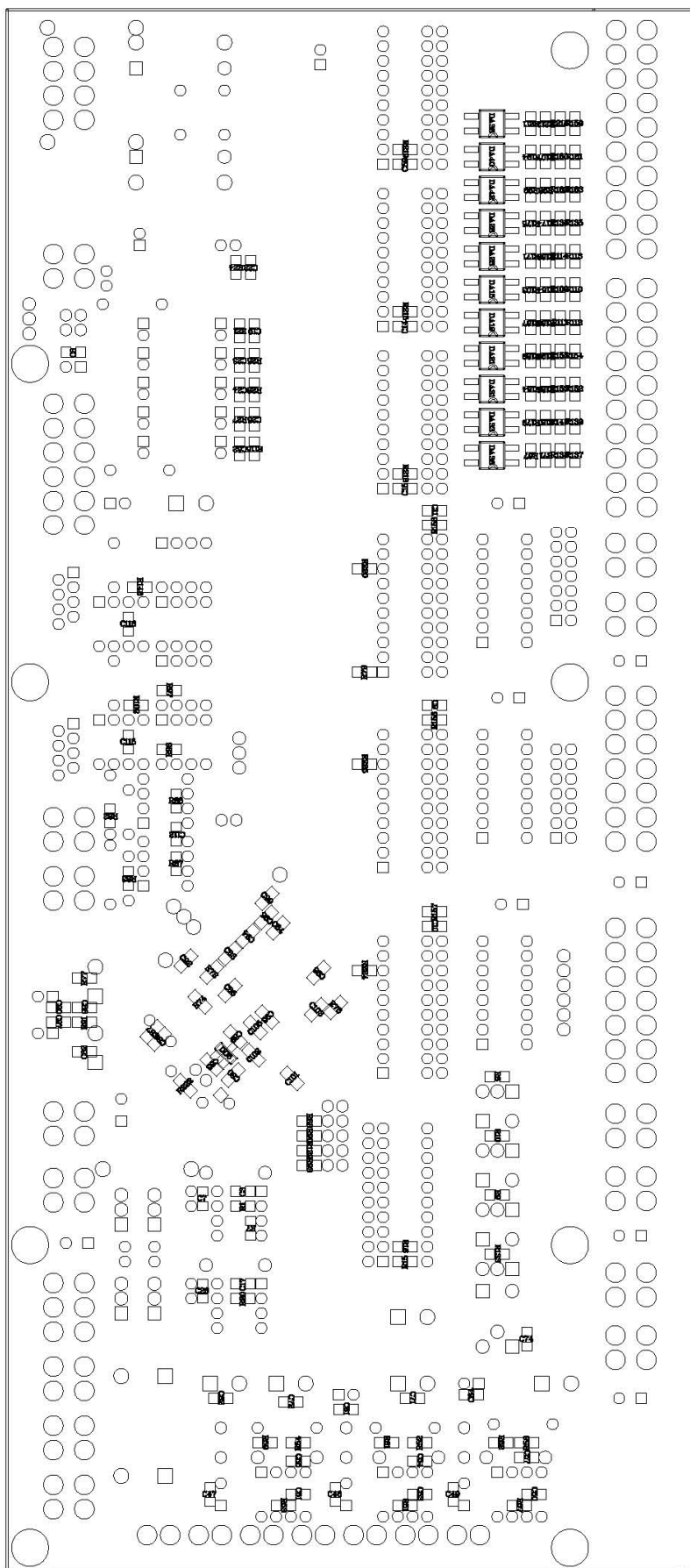


Рисунок 21. Монтажная схема платы плазменного контроллера, вид сверху.



**Рисунок 22. Монтажная схема платы плазменного контроллера,
вид снизу.**

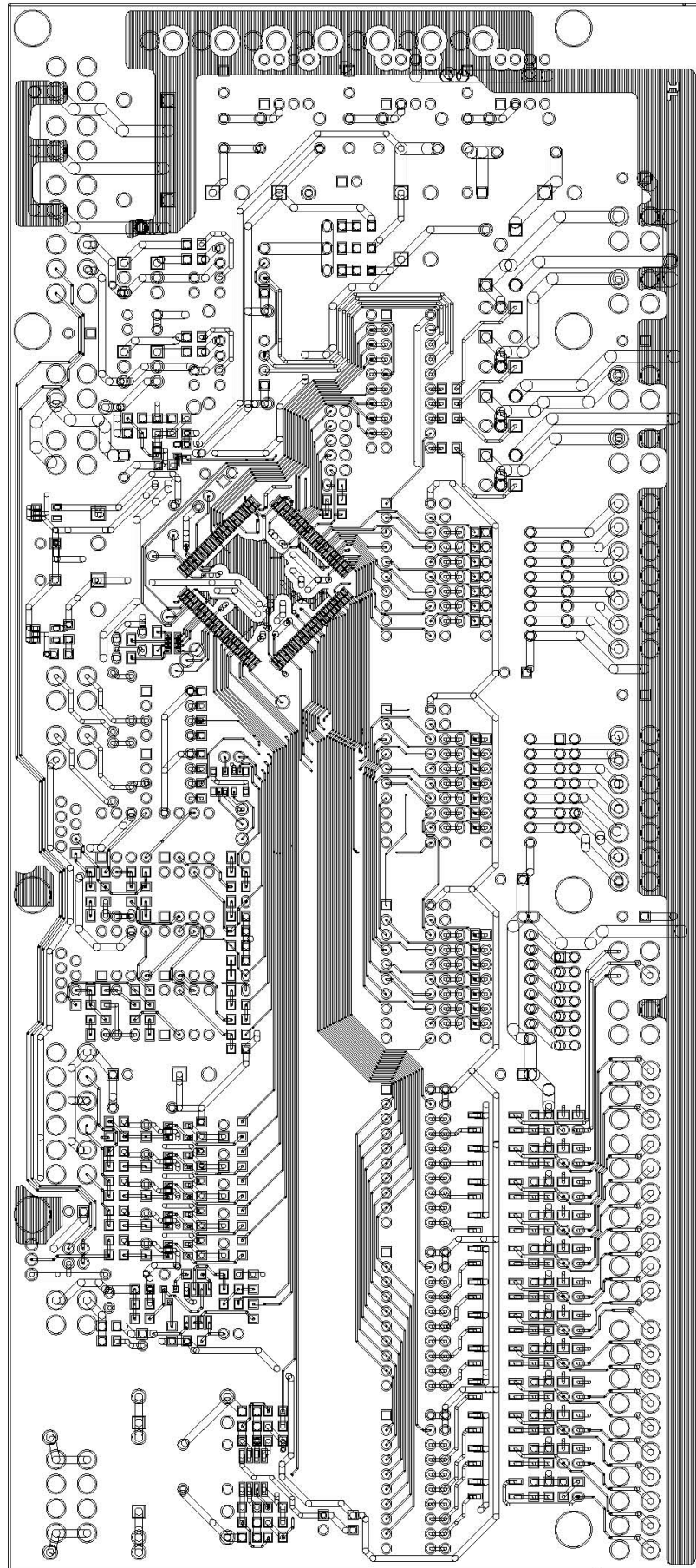


Рисунок 23. Топология платы плазменного контроллера, вид сверху.

Таблица 5

Спецификация платы контроллера электроавтоматики ARM_v2 (30.08.06)				
Обозначение	Наименование	Значение	Корпус	Примечание
Конденсаторы				
C1,C3,C7,C8,C17,C19, C22-C26,C50-C53,C61, C62,C64,C71,C72,C74,C82-C85,C88-C90,C92-C95, C97-C99,C101-C103,C105, C112,C115-C120	0805M	0,1mk		
C4,C5,C63	0805M	100p		
C46,C47,C49,C54,C55,C57	0805M	1n		
C6,C20,C21,C28	Электролит	47mk 25V		
C9-C11,C14,C15,C59	0805M	2,2n		
C12,C13,C65,C68,C121	Электролит	470mk 10V		
C16,C18,C29,C80	0805M	10n		
C27,C30-C33,C40,C41,C44, C48,C56,C58,C60	Электролит	47mk 10V		
C34,C37-C39,C42,C43,C45, C109,C122-C125	Электролит	220mk 35V		
C35,C36	Керамика	0,1mk		
C66,C76	Электролит	1000mk 25V		
C69,C78,C113	Электролит	1000mk 16V		
C70,C79	Электролит	2200mk 35V		
C75,C96,C104	Электролит	2200mk 6,3V		
C86, C87	0805M	12p		
C91,C100	Электролит	220mk 6,3V		
C110	0805M	22p		
Микросхемы				
DA1	TL331		SOT-23-5	
DA2,DA3	IR2104		DIP-8	
DA4	7805		TO-220	Кренка
DA5,DA7-DA10	AD8601		SOT-23-5	
DA6,DA24	AD8602		SOIC-8	
DA11,DA12,DA14	MC33063		DIP-8	DC/DC-конвертер
DA13,DA15,DA18-DA21, DA25,DA27-DA34,DA36-DA45	KPC357NT		SOIC-4	Оптрон
DA16	TPS76333		SOT-23-5	
DA17	TPS76301		SOT-23-5	
DA26,DA35	IR4427		DIP-8	
DD1,DD3-DD5	74LS245		DIP-20	
DD9,DD11,DD15	74LS273		DIP-20	
DD2	LPC2212FBD		SOT-23-3	
DD6	TPS3809K33		SOT-23-5	
DD13,DD14	SN74AHC1G14DBV			
Джамперы				
J3,J4,J7,J8,J10-J14	BREKER			2 штгыря
Дроссели				
L1,L2,L4	0,6A=K	220mkG		
Кварцевый резонатор				
Q1	CRYSTALL	16MHz		
Резисторы				
R1,R7,R19,R20,R88,R90, R93,R129	0805M	6,8k		
R2,R36,R41-R44,R82,R84,	0805M	360		

R85,R94,R116,R117,R123, R142,R145,R148,R149,R187				
R3,R108	0805M	5,6k		
R4-R6,R15,R16,R21,R24- R27,R38,R68-R70,R92,R95- R97, R118,R121,R122,R132, R134,R143,R144,R146,R150, R169,R170,R199-R202, R205,R208,R222	0805M	2k_1%		
R8-R10,R102,R109-R114, R135-R140, R152-R155, R159- R163,R215-R220, R221,R223- R225	0805M	10k		
R11	0805M	51k		
R12	MLT0125	2		
R13	MLT05	0,1		
R14	MLT0125	10		
R17,R18,R28,R34,R35,R37, R119,R151	0805M	47		
R22	0805M	100k		
R23,R30-R33,R54,R58	0805M	1k_1%		
R29,R72,R209	0805M	2		
R39,R45-R48,R60,R65,R67, R71,R98-R101,R103,R104, R106,R107,R115,R133, R164- R168,R171-R186, R188- R195,R206,R207, R210-R214	0805M	16k		
R40	0805M	6,8_1%		
R49,R50,R55,R56,R74,R126	0805M	2,2		
R51,R53,R57	0805M	0,33		
R52	0805M	3,3_1%		
R59	0805M	11k_1%		
R61	0805M	5,6k_1%		
R62,R127	0805M	4,7k		
R63,R64,R66	MLT0215	0,33		
R73,R105,R130,R141	NR9-1	10k		Резисторная сборка
R75	0805M	1,1k_1%		
R76	0805M	1,8k_1%		
R77,R91	0805M	1		
R78,R79	0805M	2k		
R80	MLT0125	360		
R89,R120,R147	NR9-1	3,3k		Резисторная сборка
R124	0805M	100		
R125	0805M	560		
R126	RCN164	2,2k		Резисторная сборка
R197,R198,R203,R204	MLT05	100к_2Вт		
Диоды				
VD1,VD11,VD12,VD14,VD19, VD21-VD27,VD30-VD40, VD44-VD72,VD74-VD77, VD79-VD81	LED_PL		0805	Светодиод планар- ный
VD2,VD6	1N4937			Диод
VD3-VD5,VD9	HF04BH60		TO-220	
VD7,VD8,VD10	1N5818			Диод
VD15,VD29,VD43,VD82,VD84	BZX55-C5V6			Стабилитрон
VD17,VD20,VD28,VD41,VD42	6N137		DIP-8	Оптрон
VD73	1N4148			Диод
VD83,VD85	R2K			Стабилитрон
Транзисторы				
VT1-VT3,VT9	TIP122		TO-220	
VT4-VT7	IRFZ48		TO-220	

VT8	BC847BTT1		SOT-416	
VT10-VT12	ULN2003A		DIP-16	Транзисторная сборка
Разъемы				
X1	MF-XMA12R			угловой
X2-X5,X7,X12,X14,X15,X26, X28,X32-X35	MF-XMA4R			угловой
X6	MF-XMA6R			угловой
X8,X9	WF3			прямой
X10,X27	MF-XMA20R			угловой
X16-X22	SER_3966-2R	НЕТ		Не используются (нет на плате)
X29,X30	RJ11			
X31	MF-XMA8R			угловой
X36,X37	MF-XMA14R			угловой
XT1	WF6			прямой
XT2,XT3	ВН14М			прямой