



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Virumaa kolledž

**Tantaalkondensaatorite kvaliteedi kontrolli
automatiseerimine**

Automation of the tantalum capacitors quality control

TOOTMISE AUTOMATISEERIMISE ÕPPEKAVA LÕPUTÖÖ

Üliõpilane: Maksim Ivanov

Üliõpilaskood: 178506

Juhendaja: Olga Ruban, lektor



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Virumaa kolledž

**Автоматизация контроля качества танталовых
конденсаторов**

TOOTMISE AUTOMATISEERIMISE ÕPPEKAVA LÕPUTÖÖ

Üliõpilane: Maksim Ivanov

Üliõpilaskood: 178506

Juhendaja: Olga Ruban, lector

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

“...” 20.....

Autor:

/ allkiri /

Töö vastab rakenduskõrgharidusõppe lõputööle/magistritööle esitatud nõuetele

“...” 20.....

Juhendaja:

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“...” 20.....

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS JA REPRODUTSEERIMISEKS

Mina Maksim Ivanov (sünnikuupäev: 4.11.1997)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Tantaalkondensaatorite kvaliteedi kontrolli automatiseerimine mille juhendaja on Olga Ruban,
 - 1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja elektroonilise avaldamise eesmärgil, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
 - 1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. Olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta kolmandate isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ja teistest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

TalTech Inseneriteaduskond Virumaa kolledž

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Maksim Ivanov, 178506RDDR

Õppekava, peeriala: RDDR08/17 - Tootmise automatiseerimine

Juhendaja(d): Lektor, Olga Ruban, olga.ruban@taltech.ee

Konsultant: Kristian Piir, Industrial Engineering & Automation Manager

Enics, +372 56 691 662, kristjan.piir@enics.com

Lõputöö teema:

(eesti keeles) Elektroonika komponentide kvaliteedi kontrolli automatiseerimine

(inglise keeles) Automation of the electronic components quality control

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Sobivate seadmete valik
2. PLC programmi kirjutamine
3. Roboti HMI projekterimine

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Sobivate seadmete valik	8.03.2021
2.	PLC programmi kirjutamine	5.04.2021
3.	Roboti HMI projekterimine	10.05.2021

Töö keel: vene

Lõputöö esitamise tähtaeg:

“.....” 10.05.2021a

Üliõpilane:

“.....” 20.....a

/allkiri/

Juhendaja:

“.....” 20.....a

/allkiri/

Konsultant:

“.....” 20.....a

/allkiri/

Programmijuht:

“.....” 20.....a

/allkiri/

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	8
АББРЕВИАТУРЫ И СОКРАЩЕНИЯ	9
1. ВВЕДЕНИЕ	10
2. ТЕОРИЯ	11
2.1. Виды дефектов	11
2.2. Особенности хранения	12
2.3. Отбраковка	12
2.3. Размеры компонента.....	12
3. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КОНСТРУКЦИИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО МОДУЛЯ .	14
3.1 ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ МОДУЛЬ	14
3.2. Компаратор.....	14
3.3. Конструкция измерительного модуля	15
3.3.1. Роли элементов на схеме	15
4. КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА	18
4.1. Подключения к контроллеру	18
4.2. Лентопротяжный механизм	19
4.2.1. Позиционирование компонента	19
4.3. Циклограмма процесса	20
4.4. Комплектация.....	21
5. ПРИНЦИПЫ ДЕЙСТВИЯ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДАТЧИКОВ	26
5.1. Датчик Холла	26
5.2. Волоконно-оптический датчик положения	26
5.3. Оптический датчик наличия ленты.....	26
6. ПНЕВМАТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	27
7. АЛГОРИТМ	29
8. ПРОЕКТ	33
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	38
КОККУVÖТТЕ	39
РЕЗЮМЕ	40
SUMMARY	41
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ	42

ПРЕДИСЛОВИЕ

Дипломная работы была выполнена по техническому заданию выданному автору, представителями компании Enics Eesti AS, в период прохождения автором второй профессиональной практики на вышеуказанном предприятии.

Автор выражает благодарность: Ольгт Андреевнт Рубан за помощь при написании и оформлении данной дипломной работы.

Аббревиатуры и сокращения

SMD (surface mounted device) – компоненты поверхностного монтажа

SMT (surface mount technology) – технология поверхностного монтажа

ЭДС – электродвижущая сила

АЦП – аналого-цифровой преобразователь

ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь

ПО – программное обеспечение

1. ВВЕДЕНИЕ

Одним из наиболее важных требований к промышленной электронике является надёжность.

Танталовые конденсаторы ввиду особенностей процесса их производства, а также нарушения правил транспортировки и хранения могут иметь структурные дефекты. Перед автором работы была поставлена задача автоматизировать проверку SMD танталовых конденсаторов типа D на наличие дефектов.

Так как на тот момент предварительная проверка компонентов проводилась вручную, линию пришлось продумывать с нуля.

В работе решены следующие задачи:

- Определиться принципом отбраковки конденсатора,
- составить концепцию автоматизированной линии,
- продумать оптимальный для производства процесс отбраковки,
- составить комплектацию будущего устройства.
- создать алгоритм программы,
- написать программу.

2. ТЕОРИЯ

Танталовые твердотельные конденсаторы широко применяются в современной технике требующей повышенной надёжности. К сферам их применения можно отнести промышленную, аэрокосмическую, автомобильную и военную технику. [14]

Танталовые конденсаторы, используемые в современной электротехнике, представляют собой чип-компоненты малого размера, которые монтируются по SMT технологии. Танталовый конденсатор относится к электролитическому типу. [14]

Подобные компоненты обозначаются аббревиатурой SMD, что дешифруется как «компоненты поверхностного монтажа». [14]

Однако подобные конденсаторы также имеют небольшой изъян. Их производство требует строгого соблюдения производственного процесса и правильного хранения. При несоблюдении любого из вышеперечисленного конденсатор может стать дефектным.

2.1. Виды дефектов

Существует несколько основных видов дефектов.

Механические дефекты диэлектрика.

Существует два типа механических дефектов.

Первый тип подобных дефектов возникнет при формировании слоя электролита во время производства конденсатора. Образование слоя электролита на поверхности анода происходит при помощи восстановления MnO_2 из солей марганца, что представляет собой достаточно бурную реакцию с выделением газов и тепла. Структура поверхности танталового анода состоит из множества мелких пор. Совместное действие теплового удара вкуче с давлением расширяющихся газов внутри микропор анода может вызвать повреждение диэлектрика. [13]

Второй тип механических дефектов появляется в результате повреждения уже выращенного слоя диэлектрика. Подобное может случиться при физическом воздействии на конденсатор, к примеру при ударе о твёрдую поверхность при транспортировке. [13]

Примеси и включения в диэлектрике.

При нарушении технологии производства конденсатора на поверхности тантала могут появиться инородные примеси и включения – углерод и металлы, приводящие к неравномерности диэлектрического слоя. [14]

Участки кристаллизовавшегося диэлектрика, возникшие при производстве.

Подобные участки возникают во время процесса изготовления устройства. Кристаллизация может происходить из-за несоответствия состава электролита технологическим требованиям и неправильного температурного режима процесса, избытке кислорода в среде при создании танталового анода. [13]

2.2. Особенности хранения

Твердотельные конденсаторы сохраняют свои характеристики в течение долгого времени, это связано с отсутствием явных механизмов старения. [13]

Но даже при соблюдении нужного режима (температура до +40°, относительная влажность 60%) конденсатор при длительном хранении теряет способность к пайке, сохраняя другие рабочие характеристики. [14]

2.3. Отбраковка

Конденсаторы выбраковываются по величине тока утечки. Если ток утечки превышает максимально допустимое значение, это означает что конденсатор имеет структурные дефекты, вследствие чего его пробивное напряжение не может соответствовать заявленному производителем.

2.3. Размеры компонента

SMD компоненты имеют стандартизированные размеры и упаковочные ленты. Ниже (см. Рис 2.3.1) представлен чертёж компонента типа D и приведены размеры как его самого, так и ячейки ленты EIA стандарта типа EIA 7343-31.

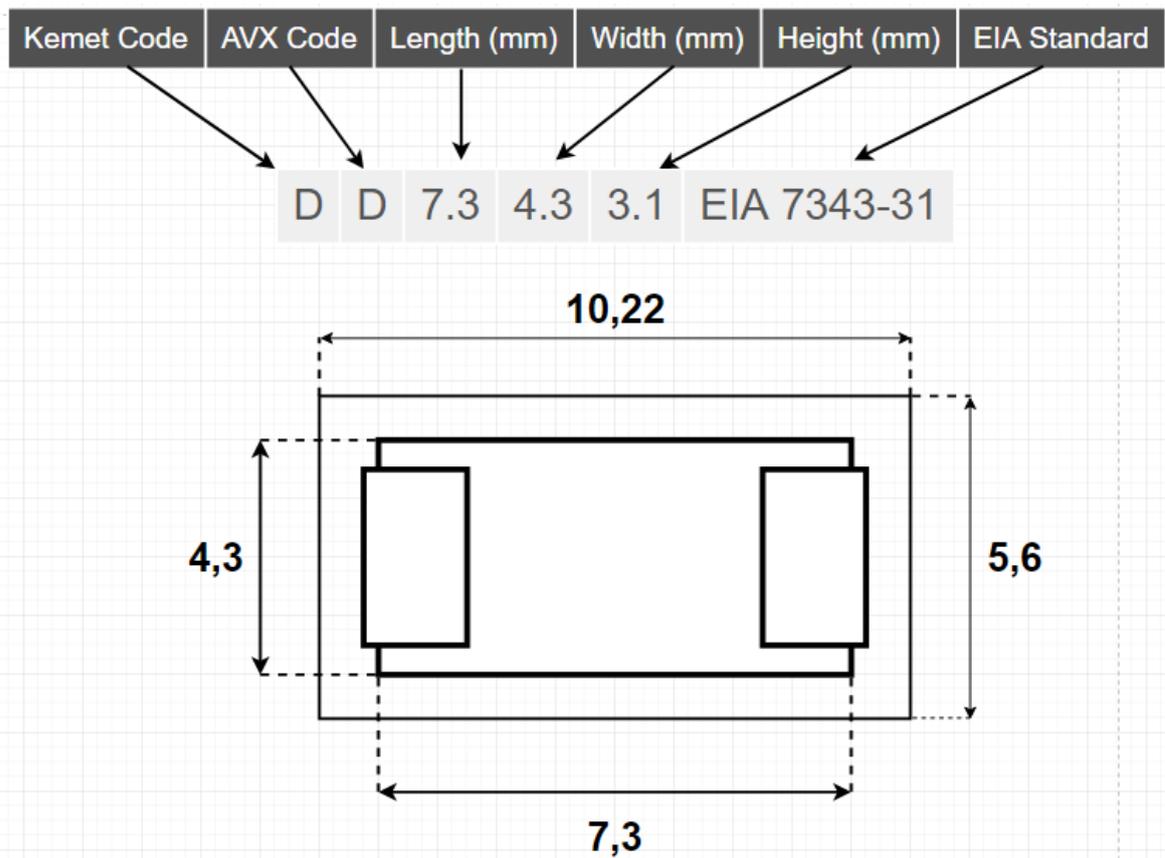


Рис. 2.3.1 Чертёж танталового конденсатора типа D и ячейки ленты под него типа EIA 7343-31

3. Обоснование выбора конструкции измерительного модуля

Импеданс исправного танталового конденсатора в заряженном состоянии должен быть не менее 1 МОм, что при его проверке подразумевает применение высокоомного делителя напряжения с измерением напряжения в средней точке.

Однако входное сопротивление контроллера в режиме аналогового измерения порядка 100 кОм. При попытке измерения напряжения на конденсаторе будет шунтировано плечо делителя напряжения с TEST-R9 (см. Рис 3.3.1), и корректное измерение будет невозможно.

Отсюда возникает необходимость в устройстве, имеющем достаточно высокое входное сопротивление.

3.1 ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ МОДУЛЬ

Для проверки конденсаторов на отсутствие дефектов был разработан измерительный модуль на основе двух компараторов. Устройство предназначено для отображения процесса проверки конденсаторов, имеющего аналоговую природу, в цифровой форме.

Проверка пригодных к использованию конденсаторов происходит с помощью измерения импеданса конденсатора в заряженном состоянии, что, по сути, является проверкой их на ток утечки. В случае, если импеданс конденсатора больше, чем импеданс эталонного резистора, модуль подаёт на вход контроллера единицу. Если же импеданс конденсатора меньше эталона, то на вход контроллера подается ноль.

3.2. Компаратор

Компаратор — сравнивающее устройство - логический электронный прибор с двумя входами и одним выходом. Компаратор выдает высокое напряжение (логическая 1) в случае, если напряжение на первом (прямом) входе выше, чем на втором (инвертирующем) и низкое выходное напряжение (логический 0) если напряжение первого входа ниже вольтажа второго. [12]

Основное назначение компараторов - оцифровка аналоговых сигналов. С помощью компараторов осуществляется связь между непрерывными сигналами,

например, напряжения и логическими переменными цифровых устройств. Применяются в различных электронных устройствах, АЦП и ЦАП, устройствах сигнализации, допускового контроля. [12]

3.3. Конструкция измерительного модуля

На рисунке (см. Рис. 3.3.1) изображён измерительный модуль, собранный на основе аналоговых компараторов.

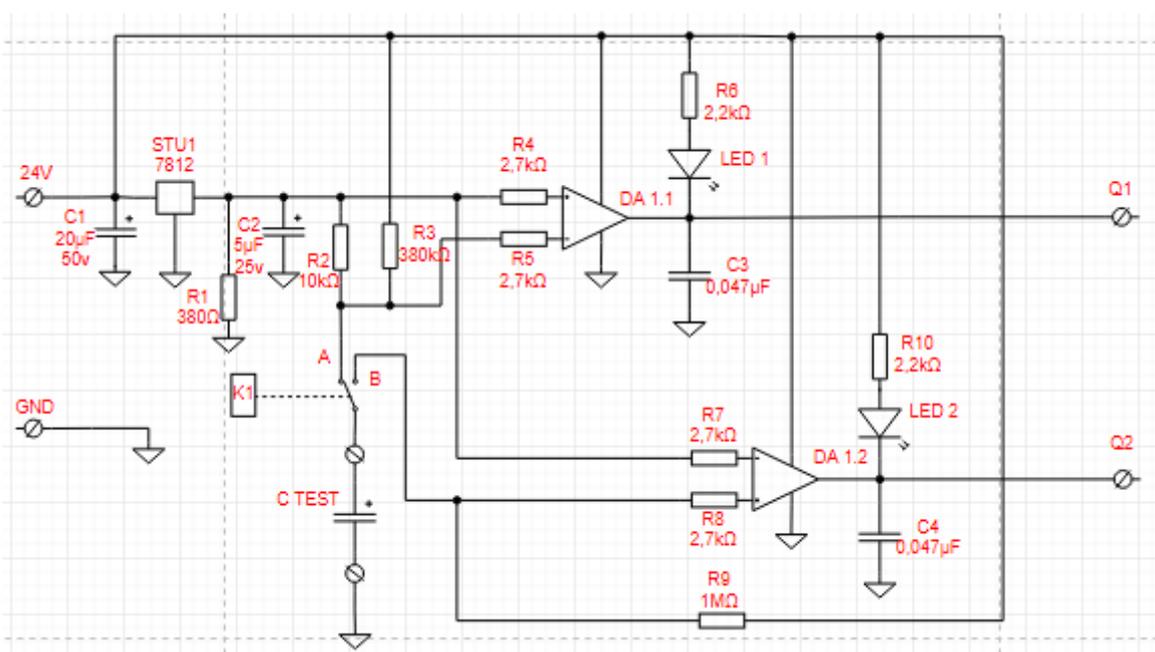


Рис. 3.3.1 Схема измерительного модуля

3.3.1. Роли элементов на схеме

C1, C2, R1 – Обеспечивают устойчивую работу стабилизатора.

R2 – Нагрузка цепи заряда конденсатора.

R3 – Обеспечивает смещение компаратора DA 1.1 в исходном состоянии(ноль).

R4, R5, R7, R8, C3, C4 – Повышают помехоустойчивость компараторов.

R6, R10, Led 1, Led 2 – Нагрузка открытых коллекторов компараторов и индикация.

R9, C Test – Образуют контрольный делитель напряжения.

DA1.1 и DA1.2 – Компаратор LM2903P

K1 – Реле смены режимов модуля

3.4. Принцип действия компараторного модуля измерения

Устройство построено на двух аналоговых компараторах и имеет два отдельных выхода на контроллер.

В исходном состоянии на обоих выходах низкое напряжение (логический ноль).

В начале процесса проверки конденсатора модуль находится в положении А(заряда). При подключении испытуемого конденсатора происходит падение напряжения на делителе R3-R2, подключенном к инвертирующему входу компаратора, с плавным возрастанием по мере зарядки конденсатора.

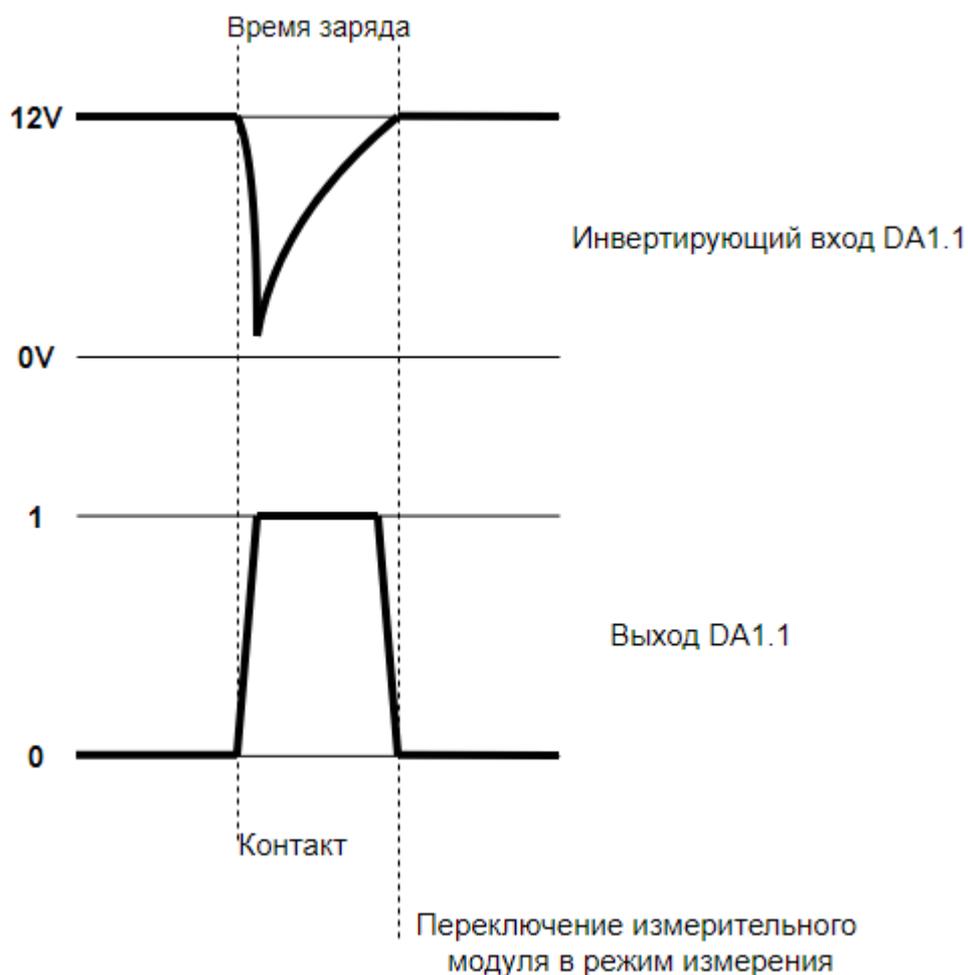


Рис. 3.4.1 Осциллограмма процесса зарядки конденсатора

Соответственно во время зарядки конденсатора до требуемого значения напряжения на выходе компаратора DA 1.1 будет высоким – единица. Длительность импульса на выходе компаратора определяется постоянной времени RC цепочки (R2-C TEST).

Наличие единицы на выходе Q1 является сигналом о наличии контакта и сбросу таймера контакта. Спад импульса является сигналом к переключению контроллером реле контактов из положения А в положение Б.

При этом заряженный до требуемого значения (12В) конденсатор подключается через резистор 1МОм к шине питания 24В, образуя таким образом делитель напряжения.

Ток утечки конденсатора в заряженном состоянии обратно пропорционален его импедансу.

В случае импеданса конденсатора ниже 1 МОм напряжение на средней точке делителя, подключённой к прямому входу компаратора DA 1.2, будет меньше 12В. Значением входного сопротивления компаратора можно в данном случае пренебречь, поскольку оно больше сопротивления измеряемого плеча делителя примерно в сто раз. Поскольку на инвертирующем входе компаратора присутствует стабилизированное напряжение 12В, на выходе DA 1.2 будет логический ноль. Контроллер, не получая сигнала об исправности бракует конденсатор.

Если же ток утечки конденсатора не превышает заданного предельного значения (сопротивление не меньше R9), то напряжение в контрольной средней точке делителя будет несколько превышать 12В. Соответственно, напряжение на прямом входе компаратора DA 1.2 будет превышать напряжение на его инвертирующем входе, и на выходе Q2 будет логическая единица.

Схема достаточно универсальна, и при необходимости на ее основе можно построить дополнительные сменные модули для проверки конденсаторов при других значениях заряда и требуемого импеданса.

4. КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА

На схеме (см. Рис. 4.1) изображён общий вид планируемой системы.

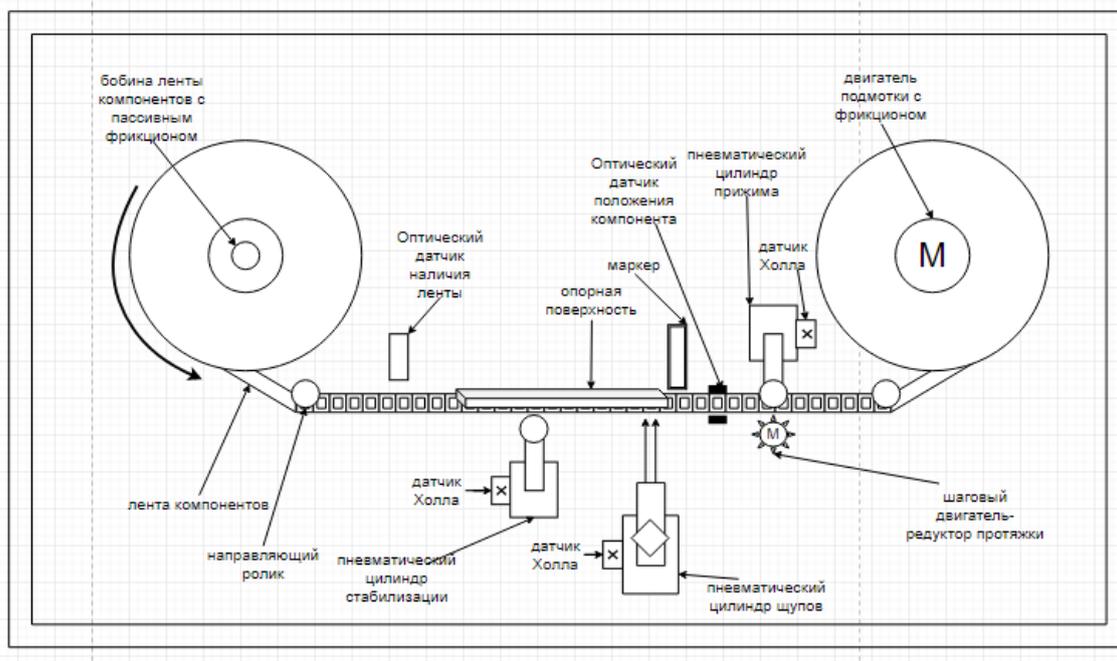


Рис. 4.1 Общий вид планируемой системы

Компоненты хранятся в специальных лентах, из которых затем подаются в SMT линию. Желательно не доставать компоненты из упаковок, чтобы не усложнять процесс. Поэтому разрабатываемая система будет протыкать ленту в местах нахождения контактных поверхностей компонентов тестовыми иглами, проводить измерение и на основе полученного результата отмечать на ленте дефектный конденсатор маркирующим устройством.

4.1. Подключения к контроллеру

Ниже (см Рис. 4.1.1) представлена схема подключения оборудования к контроллеру.

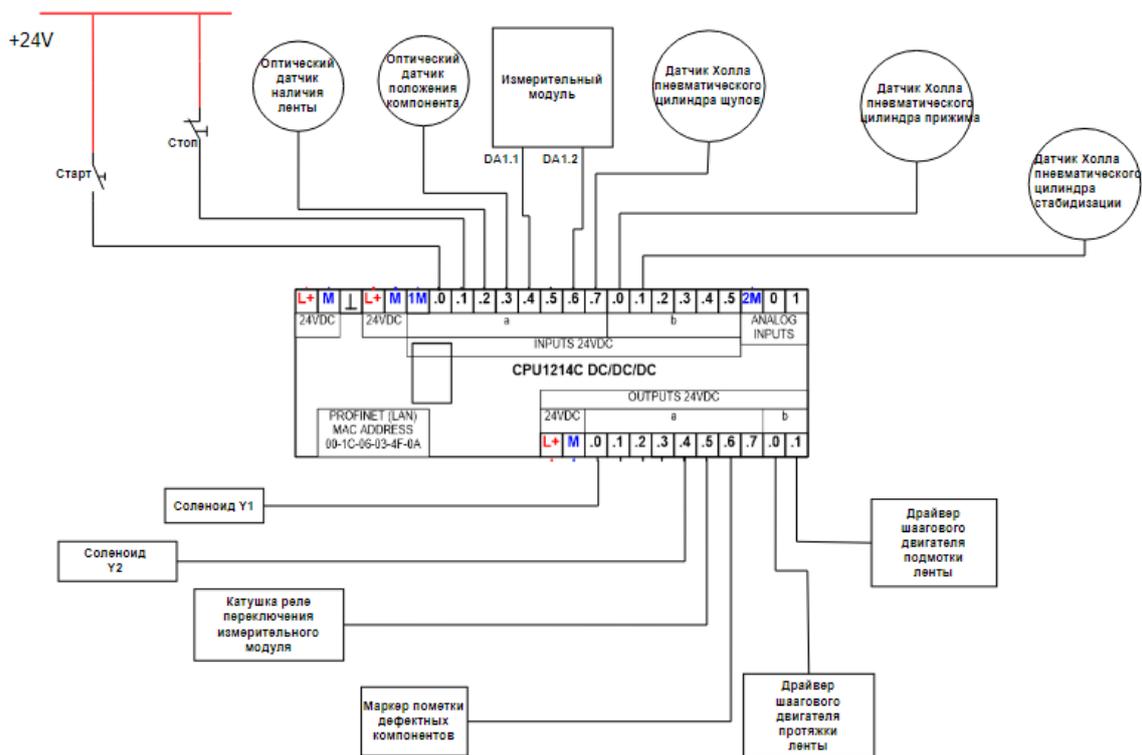


Рис. 4.1.1 Схема подключения оборудования к контролеру

4.2. Лентопротяжный механизм

В разрабатываемом устройстве протяжка ленты будет осуществляться при помощи зацепа ленты за её перфорацию. Перфорация ленты расположена на одинаковом расстоянии с интервалом 5 мм. Сцепление с лентой будет поддерживаться шестернёй с расстоянием между зубцами, равным интервалу перфорации ленты.

4.2.1. Позиционирование компонента

Позиционирование компонента будет осуществляться по геометрии ленты при помощи волоконно-оптического датчика положения с погрешностью измерения 0,1 мм.

Исходя из точности датчика положения и шага двигателя становится понятно, что необходимо использование редуктора. К примеру, при использовании шестерни протяжки с диаметром 100 мм, при шаге двигателя 1,8 градуса на один импульс расстояние, которое пройдёт шестерня за один шаг, можно рассчитать по формуле:

$$(\text{длина окружности}/360) * 1,8$$

Это при использовании шестерни диаметром 100 мм дало бы длину шага 1,57 мм, что делает затруднительным точное позиционирование. Для достижения максимальной точности позиционирования длину шага нужно сократить как минимум до величины погрешности измерения датчика положения. Для этого используется редуктор с соответствующим передаточным числом.

При использовании редуктора 1:30 шаг двигателя сократится в 30 раз и будет составлять примерно 0,052 мм что вдвое меньше точности датчика и обеспечит достаточную точность позиционирования.

Настройка шаговых двигателей осуществляется через прилагаемое ПО драйверов SMPG10WIN. Драйверы могут иметь до 4 отдельных профилей скорости.

Шаг ячейки составляет 1 см, что означает, что при частоте 200 Hz и передаточном числе редуктора 1:30 на подмотку ленты до следующего компонента тратится 1 секунда.

4.3. Циклограмма процесса

Ниже представлена циклограмма процесса проверки конденсаторов (см. Рис. 4.3.1).

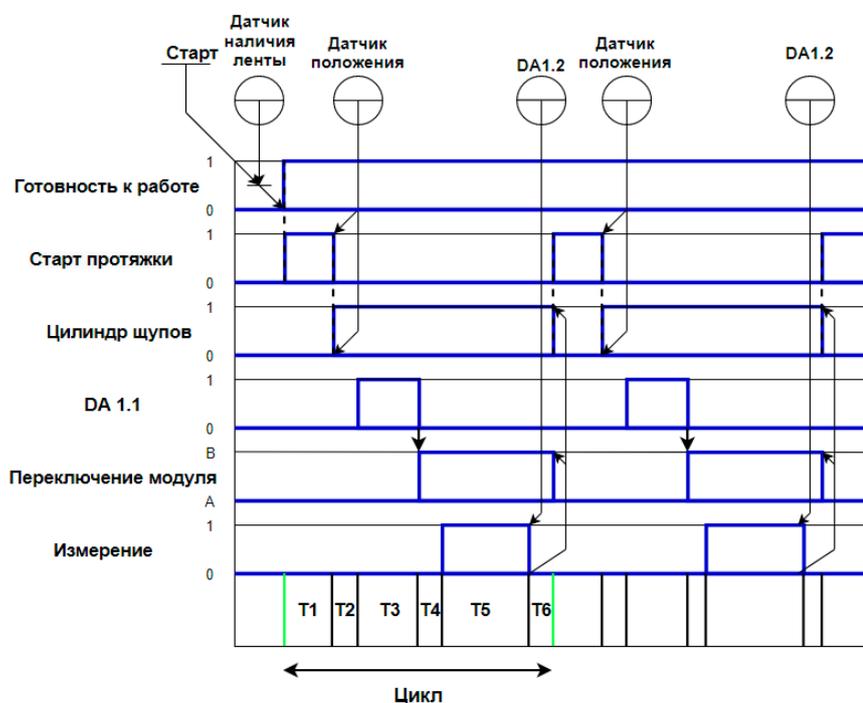


Рис. 4.3.1 Циклограмма процесса

Время полного цикла состоит из:

T1 – время протяжки ленты до регистрации следующего компонента. Согласно расчётам, не превышает 1 секунды.

T2 – время от выдвижения щупа до регистрации контакта. Время выдвижения пневматического цилиндра 50 миллисекунд.

T3 – время заряда конденсатора (постоянная времени RC)

T4 – время между переключением измерительного модуля в положение измерения и началом измерения. Время на просадку конденсатора для надёжности замера 10 миллисекунд.

T5 – время измерения, почти мгновенное.

T6 – время между окончанием измерения и возвратом пневматического цилиндра щупов в исходное положение. Время возвращение пневматического цилиндра 50 миллисекунд.

Исходя из этого, время полного цикла проверки конденсатора не превышает 1,110 секунд.

4.4. Комплектация

2 шаговых двигателя

17HS08-1004S [4]

В проекте используются шаговые двигатели по причине минимальной инерции у данного двигателя и наличии режима удержания, что делает возможным почти мгновенную и точную остановку ленты. Шаг используемого двигателя 1,8 градуса.

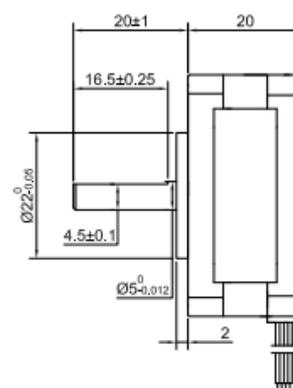
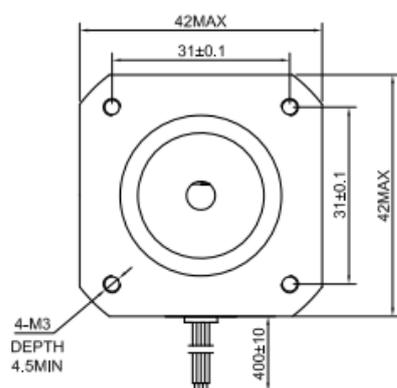


Рис 4.4.1 17HS08-1004S [4]

2 драйвера со встроенным генератором импульсов

MBC25P11 [5]

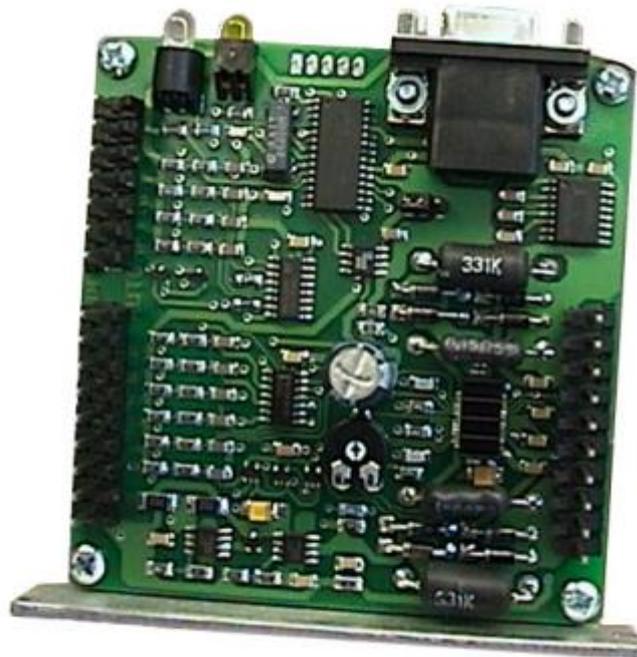


Рис 4.4.2 MBC25P11 [5]

Прямоугольные головки волоконно-оптических датчиков

E32-LT35Z [2]

Программируемый цифровой волоконный усилитель

E3X-HD41 2M [1]



Рис 4.4.3 E3X-HD41 2M Omron [1]

Оптический датчик наличия ленты

E3RA-DP21 Omron [3]



Рис 4.4.4 E3RA-DP21 Omron [3]

3 датчика Холла

SDAS-MHS-M40-1L-PNLK-PN-E-2.5-LE Festo [10]



Рис 4.4.5 SDAS-MHS-M40-1L-PNLK-PN-E-2.5-LE Festo [10]

Маркер – подойдёт любой способ отметки бракованных компонентов. Использование определённого устройства не принципиально.

Контролер

S7-1200 Siemens [8]

CPU – 1214C DC/DC/DC

Модель – 6ES7 214-1AG40-0XB0



Рис 4.4.6 S7-1200 Siemens [8]

Блок питания

HDR-30-24 Mean Well [9]



Рис 4.4.7 HDR-30-24 Mean Well [9]

3 пневматических цилиндра

ADN-12-A-PPS-A Festo [7]



Рис 4.4.8 ADN-12-A-PPS-A Festo [7]

2 распределителя с электромагнитным управлением

VSNC-FC-M52-MD-G14-F8-1B2 [6]



Рис 4.4.9 VSNC-FC-M52-MD-G14-F8-1B2 [6]

5. ПРИНЦИПЫ ДЕЙСТВИЯ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДАТЧИКОВ

5.1. Датчик Холла

В этом проекте используются датчики Холла. Датчики Холла отслеживают наличие магнитного поля. [14]

Подобные датчики применяются в проекте в роли датчика положения рабочего элемента, в данном случае - штока цилиндра. На штоке расположен магнит, создающий магнитное поле, которое регистрирует датчик Холла. Датчик Холла был выбран, так как не требует физического контакта с отслеживаемым элементом.

5.2. Волоконно-оптический датчик положения

В данном проекте используется волоконно-оптический датчик барьерного типа. В оптических датчиках данного типа излучатель излучает прямой луч света, направленный на приёмник луча. При пересечении луча объектом приёмник луча регистрирует его исчезновение и подаёт сигнал контроллеру. [15]

В проекте используется этот тип датчика, так как отслеживаемый объект не прозрачен, а значит успешно регистрируется этим датчиком. Также данный датчик бесконтактный, благодаря чему подходит для отслеживания геометрии ленты компонентов или, в случае если лента прозрачная, переднего края компонента

5.3. Оптический датчик наличия ленты

Для определения наличия ленты компонентов в устройстве используется оптический датчик диффузионного типа способный воспринимать рассеяно отражённые объектом оптические сигналы. [15]

В проекте используется данный тип датчика так как он позволяет обнаруживать даже частично прозрачные объекты. Например, ленту компонентов из прозрачного пластика.

6. ПНЕВМАТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

На рисунке (см. Рис. 6.1) приведена пневматическая схема. На рисунке (см. Рис. 6.2), являющемся дополнением к Рис. 6.1, изображена электрическая схема подключения электромагнитных распределителей и катушек активации переключения схемы и маркера.

Изображённые на схеме цилиндры 1.0 и 2.0 являются цилиндрами прижима и стабилизации и выдвигаются одновременно. Цилиндр 3.0 подводит измерительные щупы к измеряемому конденсатору.

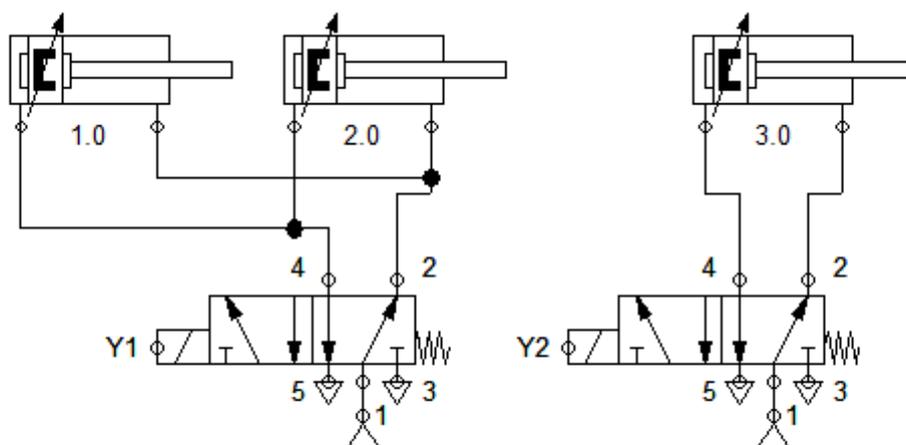


Рис. 6.1 Пневматическая схема

Катушка K1 является катушкой реле переключения измерительной схемы. Катушка K2 управляет реле активации маркера.

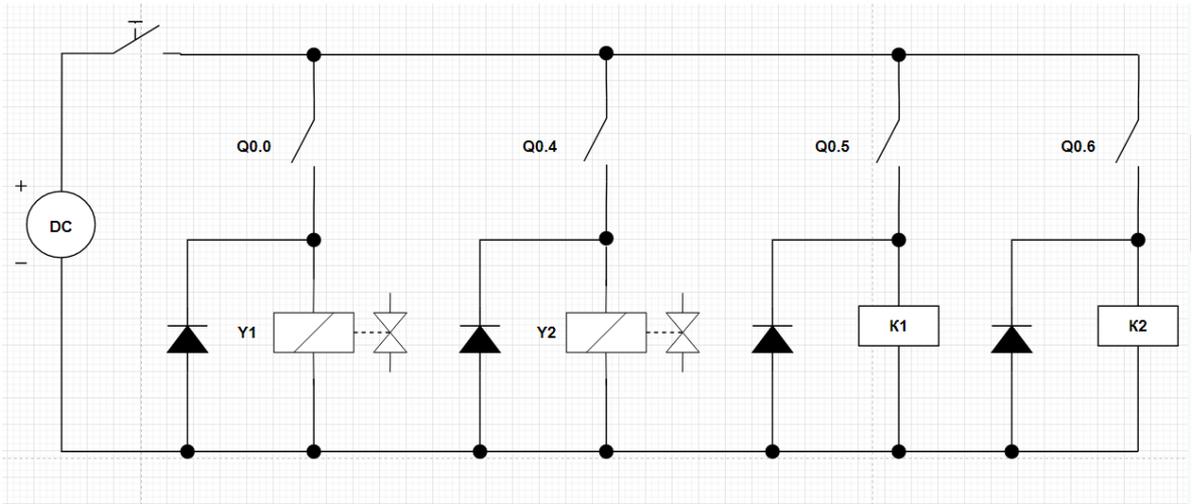


Рис. 6.2 Электрическая схема подключения электромагнитных распределителей и катушек реле

7. АЛГОРИТМ

Ниже (см. Рис. 7.1) изображена блок схема общего алгоритма проверки конденсаторов.

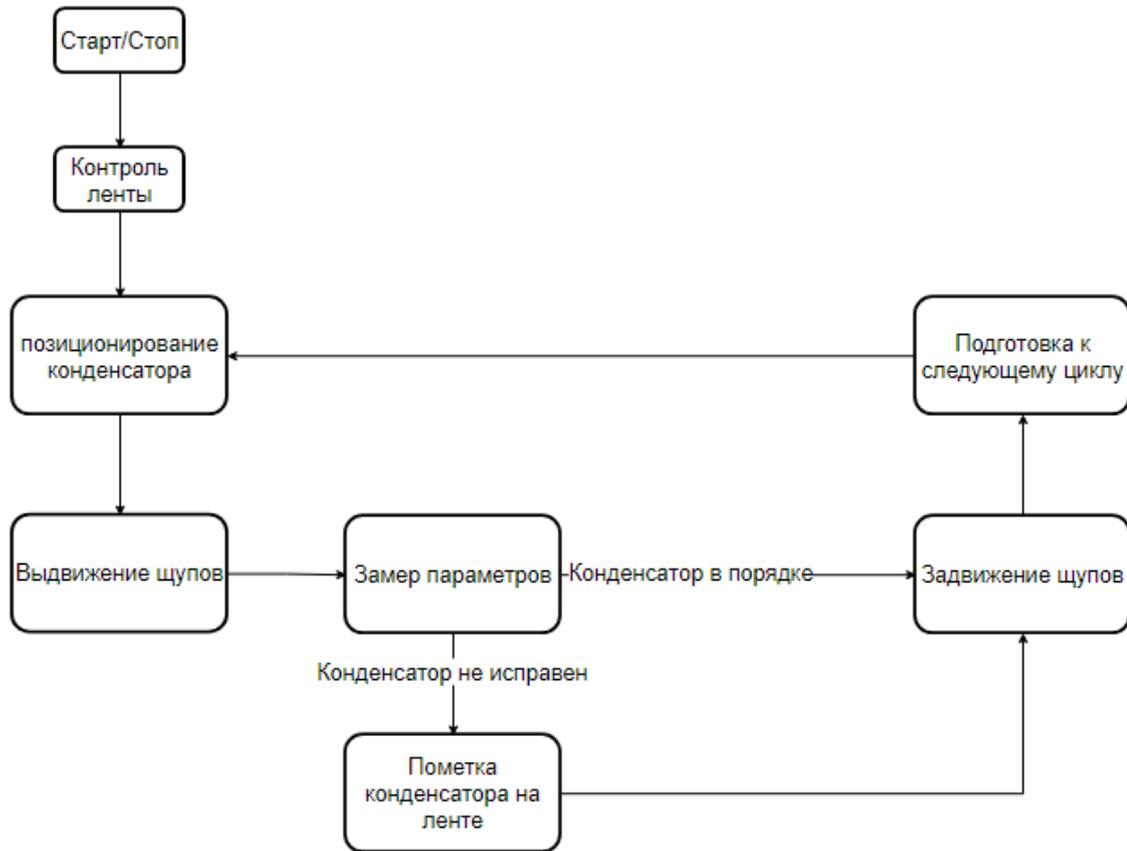


Рис. 7.1 Алгоритм проверки конденсаторов

Алгоритм работы программы изображён на рисунке ниже (см. Рис. 7.2).

При нажатии кнопки "Start" активируется шаговый двигатель подтяжки ленты, обеспечивающий натяжение ленты, выдвигается шток цилиндра стабилизации и цилиндра прижима, активируются датчики Холла выдвинутого положения цилиндров.

Роль этих цилиндров в том, чтобы зафиксировать ленту компонентов в нужном положении и обеспечить надёжный захват ленты шаговому двигателю протяжки. Затем оптическим датчиком наличия ленты проверяется наличие ленты компонентов. При выполнении вышеперечисленных условий линия может начать работу.

В случае если волоконно-оптический датчик положения компонента не обнаруживает компонент включается функция протяжки ленты и активируются шаговые двигатели. Лента продолжает движение до пересечения компонентом волоконно-оптического датчика. Активация волоконно-оптического датчика останавливает шаговые двигатели. Выдвигается шток пневматического цилиндра щупов, подводящий измерительные контакты и активирующий датчик Холла выдвинутого положения цилиндра.

Одновременно с этим происходит активация таймера контакта. Таймер контакта сбросится только в случае, если контроллер получит сигнал о наличии контакта между с проверяемым конденсатором и активации нижнего датчика холла пневматического цилиндра. Если таймер не сбрасывается вовремя, то он посылает сигнал на вход ошибки и прерывает цикл устройства.

Одновременно со сбросом таймера контакта происходит активация таймера заряда и начинается заряд конденсатора для подготовки его к тестированию. В случае, если время заряда превышает заданное значение, конденсатор бракуется. С окончанием заполнения конденсатора до нужного уровня активируется реле, переключающее измерительный блок устройства в режим измерения.

В случае, если импеданс конденсатора в пределах установленного значения, на вход контроллера от измерительного модуля приходит соответствующий дискретный сигнал.

Если конденсатор не проходит отбраковку, активируется счётчик брака и маркером на ленте отмечается отбракованный компонент. Прошедшие проверку конденсаторы не отмечаются.

По завершению измерения шток пневматического цилиндра щупов задвигается обратно. Активируется датчик Холла задвинутого положения цилиндра.

Контроллер получает сигнал о возврате цилиндра в исходное положение и деактивирует реле, переключающее измерительный модуль в режим заряда.

Активируется временная блокировка волоконно-оптического датчика положения, которая по истечению заданного времени отключается. Данная блокировка требуется для запуска двигателя протяжки, работа которого невозможна с активным волоконно-оптическим датчиком положения. Лента продолжает своё движение до тех пор, пока не пересечёт зону видимости волоконно-оптического датчика положения. Следующий конденсатор готов к проверке.

8. ПРОЕКТ

Цель этого участка программы (см. Рис. 8.1) в осуществлении возможности прерывания программы в случае ошибки или экстренной остановки линии.

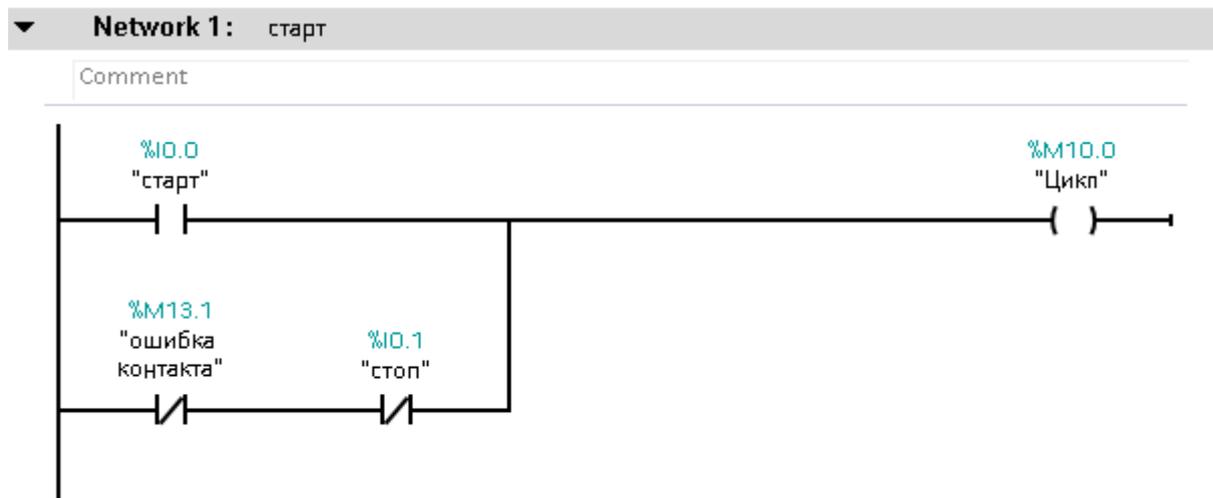


Рис. 8.1 Участок программы прерывания программы

Данный участок программы (см. Рис. 8.2) осуществляет подготовку линии к работе.



Рис. 8.2 Подготовка линии к работе

Если линия готова к работе, то следующий участок программы включает протяжку ленты компонентов, когда не активна оптопара 2 или включена её блокировка. (см. Рис. 8.3)

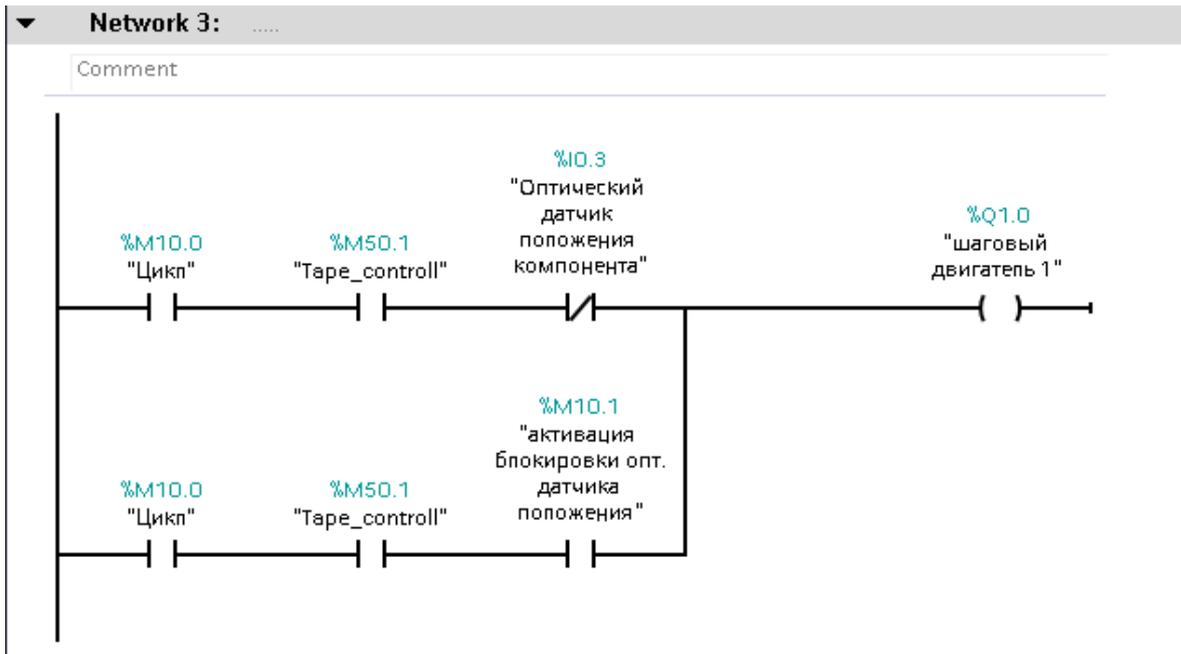


Рис. 8.3 Участок программы протяжки ленты

При активации датчика положения компонента данный участок программы (см. Рис. 8.4) включает таймер контакта и выдвигает шток цилиндра щупов. При истечении времени таймера включается ошибка контакта, дающая знать оператору, что контакт с компонентом не произошёл.

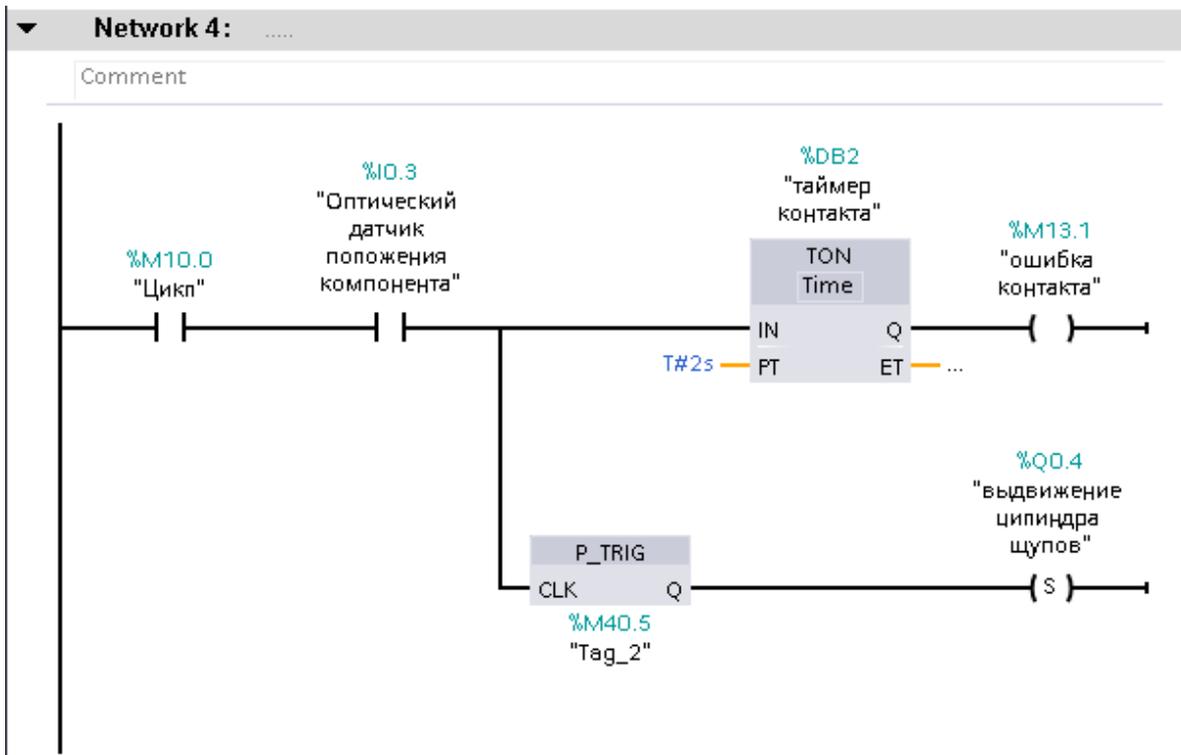


Рис. 8.4 Участок программы выдвижения штока цилиндра и ошибки контакта

Данный участок программы (см. Рис. 8.5) отвечает за регистрацию контакта щупов с компонентом, сброс таймера контакта, старт таймера заряда конденсатора, регистрацию завершения заряда и переключение измерительного модуля в режим измерения. Если время зарядки конденсатора превышает установленное на таймере заряда значение, конденсатор бракуется. По окончании зарядки конденсатора модуль измерения прекращает подавать сигнал контакта, и происходит активация реле и переключение измерительного модуля в режим измерения.

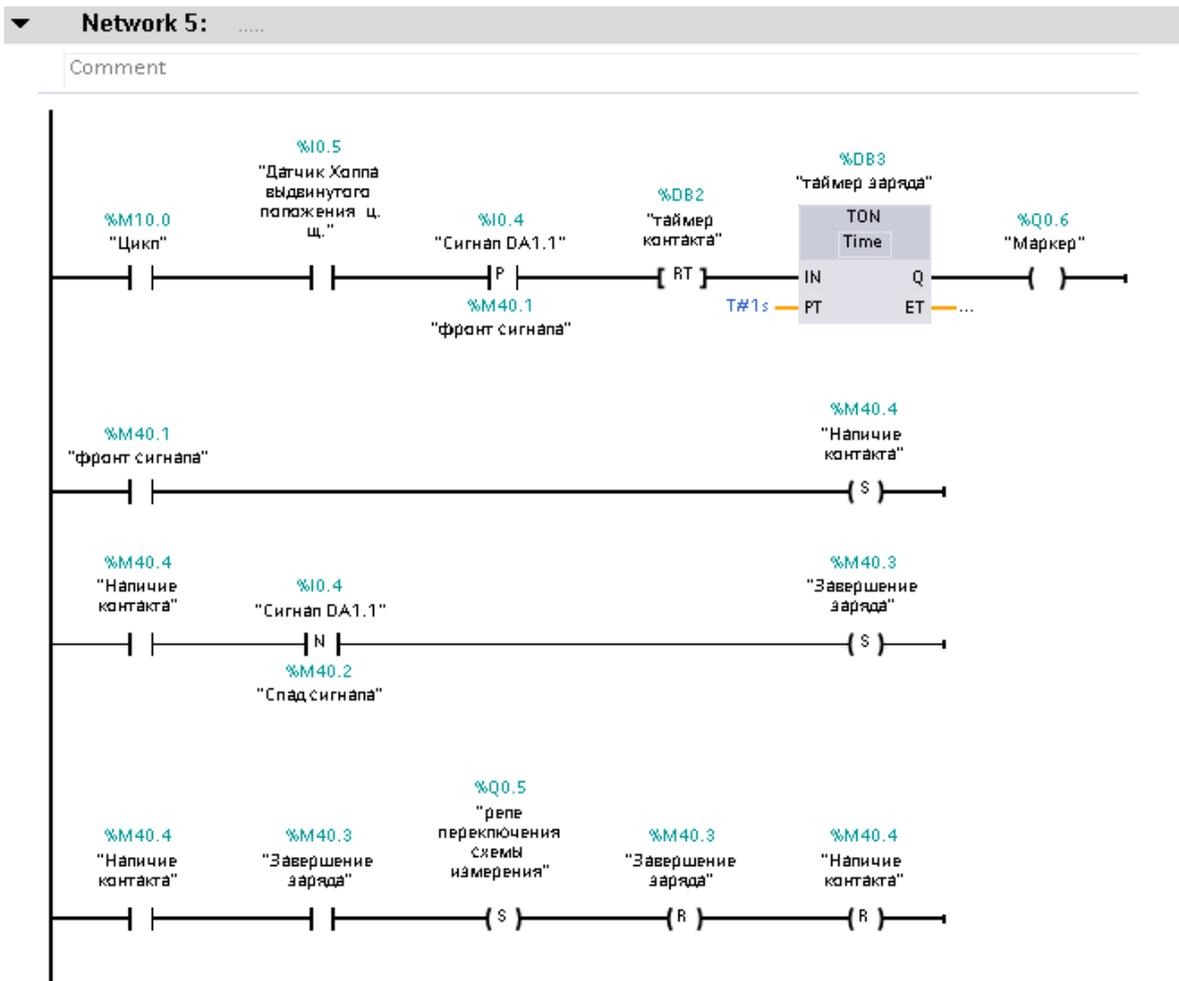


Рис. 8.5 Участок программы регистрации контакта, переключения измерительного модуля, проверки конденсатора на способность держать заряд и окончания зарядки

Следующий участок программы (см. Рис. 8.6) после активации реле переключения измерительной схемы включается таймер измерения, который при отсутствии сигнала об исправности измеряемого конденсатора по истечении заданного времени активирует маркер и помечает бракованный компонент.

Если модуль измерения подаёт сигнал об исправности конденсатора, таймер измерения сбрасывается.

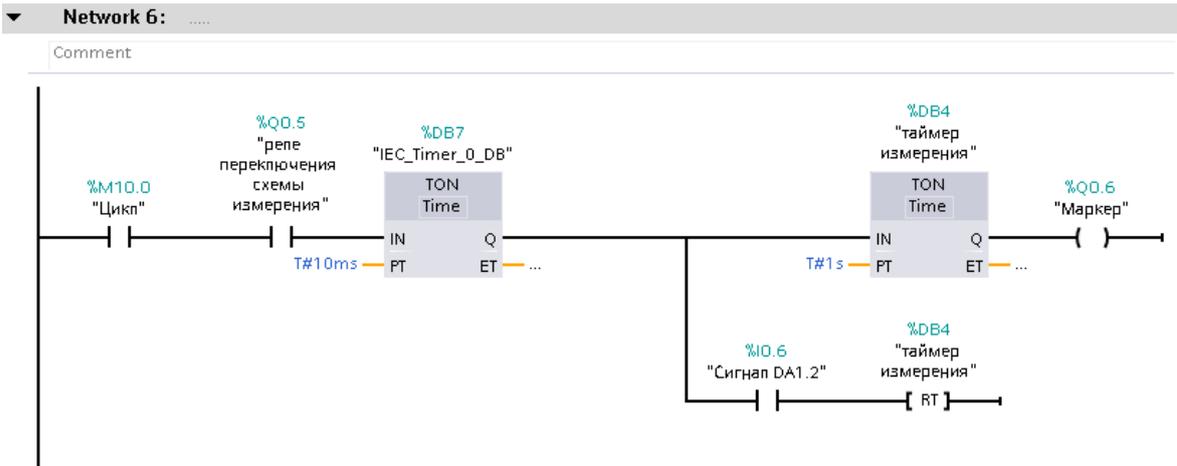


Рис. 8.6 Участок программы проверки конденсатора

На рисунке (см. Рис. 8.7) показано, что при активации маркера счётчик брака и счётчик циклов увеличивается на один. Если конденсатор исправен, то активируется только счётчик циклов. В любом из случаев цилиндр щупов задвигается в исходное положение и активируется меркер завершения цикла.

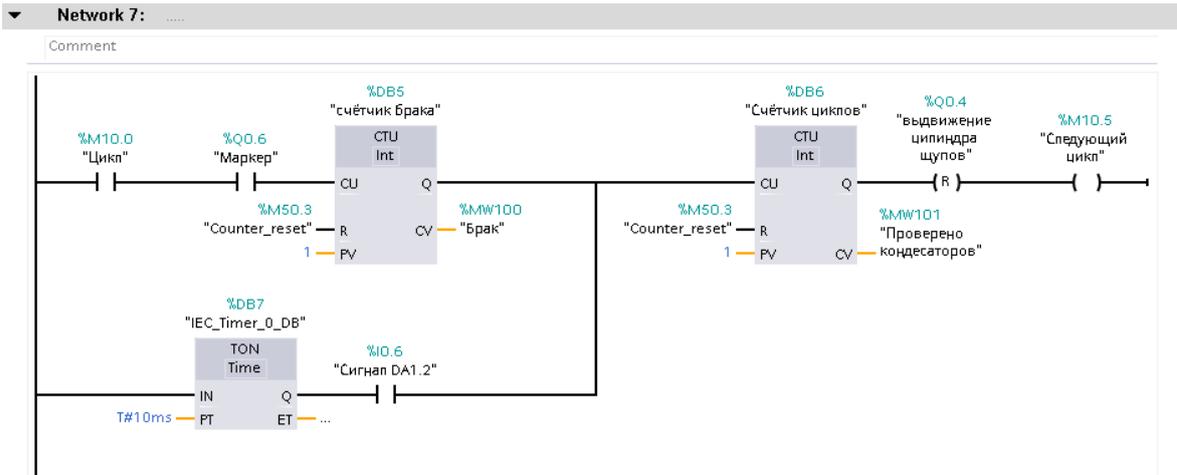


Рис. 8.7 Участок программы подсчёта бракованных и общего количества проверенных конденсаторов

По окончании цикла, если цилиндр щупов вернулся в исходное положение, активируется временная блокировка оптопары 2 требующаяся для возобновления протяжки ленты компонентов. Сбрасывается реле схемы измерения (см. Рис. 8.8).

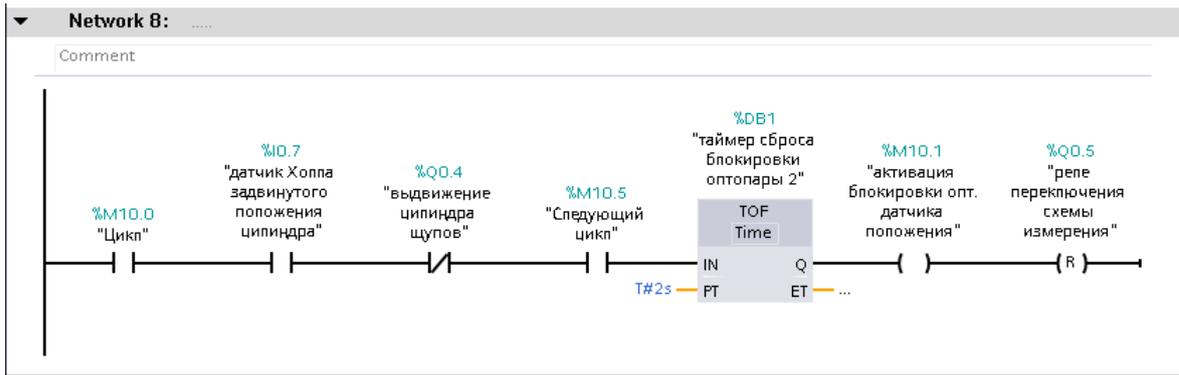


Рис. 8.8 Участок программы возврата к исходному положению

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения заключительной работы был выполнен ряд задач.

Разработан измерительный модуль, переводящий аналоговый процесс заряда и проверки конденсатора в цифровую форму.

Разработан оптимальный для производства процесс проверки конденсаторов.

Созданы кинематическая и пневматическая схемы устройства.

Составлена предварительная комплектация устройства.

Составлен алгоритм и согласно составленному алгоритму написана программа контроллера.

Несмотря на то, что автором было также запланировано создание HMI, проект не достиг той стадии, где это было бы актуально.

В будущем планируется усовершенствование устройства для осуществления проверки различных конденсаторов.

KOKKUVÖTTE

Lõpp töö peamine eesmärk on D-tüüpi SMD tantaalkondensaatorite kontrollimiseks lekkevoolu mõõtmise ja seeläbi sisemiste defektide tuvastamise automatiseeritud süsteemi projekteerimine.

Töö käigus oli analüüsitud ja valitud tantaalkondensaatorite kontrollimise optimaalne meetod.

On arendatud mõõtemoodul kahe komparaatorite alusel, mis muudab kondensaatori laadimise ja testimise protsessi analog iseloomu digitaalseks.

Said valitud kontrollmõõteriistad (asendiandurid) ja reguleeritavad täiturid (samm-mootorid ja pneumaatilised silindrid).

Sai arendatud töö algorütm. Kogu algorütm juhtimine toimub kontrolleris Siemens S7-1200. Programmeerimine toimus STEP 7 TIA Portal V13.1 keskkonnas. Programmeerimisel kasutati LD keelt.

Süsteem on projekteerimise varajases staadiumis. Süsteemi teostamine töötava seadmena odatav lähitulevikus, kuna selle järel on tootmises tungiv vajadus.

Arendatud lahendust saab muuta teist tüüpi kondensaatorite testimiseks.

РЕЗЮМЕ

Главной целью дипломной работы является проектирование автоматизированной системы проверки SMD танталовых конденсаторов типа D на наличие дефектов путём замера тока утечки, итогом чего является сокращение брака итоговой продукции.

Был проанализирован и подобран оптимальный процесс проверки танталовых конденсаторов.

Был разработан измерительный модуль на основе двух компараторов, переводящий аналоговый процесс заряда и проверки конденсатора в цифровую форму.

Были подобраны контрольно-измерительные приборы (датчики положения) и регулируемые исполнительные механизмы (шаговые двигатели и пневматические цилиндры).

Был разработан алгоритм проверки. Всё управление алгоритмом проходит в контроллере Siemens S7-1200. Программирование было реализовано в STEP 7 TIA Portal V13.1. При программировании использовался язык LD.

Система находится на ранней стадии проектирования. Воплощение системы в виде рабочей установки и её отладка произойдут в недалёком будущем ввиду острой необходимости в ней на производстве.

Разработанное автоматизированное решение может быть модифицировано для проверки других типов конденсаторов.

SUMMARY

The main goal of the thesis is to design an automated system for checking SMD type D tantalum capacitors for defects by measuring the leakage current, the result of which is to reduce amount of the defect of the final product.

The optimal test process for tantalum capacitors was analyzed and determined.

A measuring module on two comparators was developed, which converts the analog process of charging and testing a capacitor into digital form.

Were chosen suitable instrumentation (position sensors) and adjustable actuators (stepper motors and pneumatic cylinders).

A verification algorithm was developed. All algorithm control takes place in the Siemens S7-1200 controller. The programming has been done in STEP 7 TIA Portal V13. Used programming language is LD.

The system is at an early stage of design. The implementation of the system in the form of a working unit and its debugging expected to take place soon due to the urgent need for it in the production.

The developed automated solution can be modified to test other types of capacitors.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. E3X-HD41 2M Программируемый цифровой волоконный усилитель [Online]
http://www.ia.omron.com/data_pdf/cat/e3x-hd_ds_e_7_2_csm1012032.pdf?id=3103 (18.05.2021).
2. E32-LT35Z Оптоволоконные датчики положения [Online]
http://www.ia.omron.com/data_pdf/cat/e32-lt35z_e451-e1-01_csm1048853.pdf?id=3462 (18.05.2021).
3. E3RA-DP21 Omron Оптический датчик наличия ленты [Online]
http://www.ia.omron.com/data_pdf/cat/e3fa_e3ra_e3fb_e3rb_e424-e1_1_11_csm1006569.pdf?id=3130 (15.05.2021).
4. 17HS08-1004S Шаговый двигатель [Online]
<https://www.oyostepper.com/images/upload/File/17HS08-1004S.pdf>
(15.05.2021).
5. MBC25P11 Драйвер со встроенным генератором импульсов [Online]
<https://www.anaheimautomation.com/manuals/stepper/L010128%20-%20MBC25P11%20Users%20Guide.pdf> (15.05.2021).
6. VSNC-FC-M52-M-1B2 Festo Распределитель с электромагнитным управлением [Online]
https://www.festo.com/cat/ru_ru/data/doc_ru/PDF/RU/VSNC_RU.PDF
(13.05.2021).
7. ADN-12-A-P-A Festo Пневматический цилиндр [Online]
https://www.festo.com/cat/en-gb_gb/data/doc_RU/PDF/RU/ADN_RU.PDF
(13.05.2021).
8. S7-1200 Siemens Контролер [Online]
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/465/36932465/att_106119/v1/s71200_system_manual_en-US_en-US.pdf (13.05.2021).
9. HDR-30-24 Mean Well Блок питания [Online]
<https://www.meanwell.com/webapp/product/search.aspx?prod=HDR-30>
(13.05.2021).
10. SDAS-MHS-M40-1L-PNLK-PN-E-2.5-LE Festo Датчик Холла [Online]
https://www.festo.com/cat/ru_ru/data/doc_engb/PDF/EN/SDAS-MHS_EN.PDF
(03.05.2021).
11. Компаратор. Принцип работы компаратора [Online]
<http://mobilradio.ru/information/vocabulary/comparator.htm> (24.04.2021).
12. Танталовые конденсаторы: особенности применения [Online]
<https://www.compel.ru/lib/58952> (23.04.2021).
13. Мельник А. Все о танталовых конденсаторах [подробная статья] 20.01.2021 [Online]
<https://www.radioelementy.ru/articles/tantalovye-kondensatory/> (04.04.2021).
14. Новиков В. П. Автоматизация литейного производства Ч. 1: Управление литейными процессами МГИУ, 2008. ст.82
15. Зудин В., Маланов А., Жуков Ю. Датчики: измерение перемещений, деформаций и усилий 2-е изд. Учебное пособие 2021. стр.145-146