



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Virumaa kolledž

Masina juhtimissüsteemi automatiseerimise projekt.

Machine control system automation project

Tootmise automatiseerimine õppekava lõputöö

Üliõpilane: Jevgeni Kuznetsov

Üliõpilaskood: 178727RDDR

Juhendaja: Sergei Pavlov, lektor



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Virumaa kolledž

Проект автоматизации системы управления станка

Tootmise automatiseerimine õppekava lõputöö

Üliõpilane: Jevgeni Kuznetsov

Üliõpilaskood: 178727RDDR

Juhendaja: Sergei Pavlov, lektor

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.

“23” mai 2021.

Autor: Jevgeni Kuznetsov

/ allkiri /

Töö vastab rakenduskõrgharidusõppe lõputööle/magistritööle esitatud nõuetele

“23” mai 2021.

Juhendaja: Sergei Pavlov

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“25” mai 2021.

Kaitsmiskomisjoni esimees: Sergei Pavlov

/ nimi ja allkiri /

LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS JA REPRODUTSEERIMISEKS

Mina **Jevgeni Kuznetsov** (sünnikuupäev: 20.10.1996)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose [Lõputöö pealkiri], mille juhendaja on **Sergei Pavlov**,
 - 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: Jevgeni Kuznetsov, 178727RDDR

Õppekava, peeriala: RDDR08/17, tootmise automatiseerimine

Juhendaja(d): lektor, Sergei Pavlov, sergei.pavlov@taltech.ee

Konsultant: Pavel Sobolev, director

UÜ Teravikprojekt, +37258116055, pavel@teravik.eu

Lõputöö teema:

1. (vene keeles) Проект автоматизации системы управления станка
2. (eesti keeles) Masina juhtimissüsteemi automatiseerimise projekt
3. (inglise keel) Machine control system automation project

Lõputöö põhieesmärgid:

- Lühiülevaade sellest masinast, tööpõhimõtetest ja juhtimissüsteemist.
- Programmi kirjutamine PLCs.
- Elektriskeemi joonistamine.

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Lõputöö teema valik ja tehnoloogilise protsessi ülevaade.	januar
2.	Masina põhiosade analüüs, automatiseerimise algoritmide selgitamine	Veebruar – märts
3.	Programmi kirjutamine PLCs, elektriskeemi joonistamine, ja lõputöö vormistamine	Aprill

Töö keel: vene

Lõputöö esitamise tähtaeg:

“1”juuni 2021.....a

Üliõpilane: Jevgeni Kuznetsov.....

/allkiri/

“23”veebruar 2021a

Juhendaja: Sergei Pavlov.....

/allkiri/

“23”veebruar 2021a

Konsultant: Pavel Sobolev.....

/allkiri/

“.....”..... 20.....a

Programmijuht:

“.....”..... 20.....

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	7
Введение	10
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	11
1.1 Токарно- карусельный станок SC27.....	11
1.2 Краткая характеристика электрооборудования	11
2. Вновь устанавливаемое оборудование.....	13
2.1 Устройство числового программного управления NC-230.....	13
2.1.1 Технические характеристики ЧПУ	13
2.1.2 Структурная схема NC-230.....	14
2.1.3 Канал энкодера	17
2.1.4 Канал ЦАП (Цифро - аналоговый преобразователь)	18
Рисунок 5 - расположение контактов разъёма [1].....	20
2.1.5 Входные/выходные сигналы	20
2.1.6 Пульт управления оператора. Элементы управления ПО	22
2.1.7 Схема подключения ЧПУ	24
2.2 Сервопривод DS300S	25
2.3 ТИРИСТОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ 4016	28
2.4 ЛИНЕЙНО ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА L18	30
3. Подготовка к установки системы CNC.....	32
3.1 Изменение кинематической схемы станка	32
Заключение	35
Коккuvõte	36
Использованная литература	37
Приложения	38
1. Принципиальная электрическая схема станка после первого этапа	38
Приложение 1 - управление левым суппортом.....	38
Приложение 2 - управление правым суппортом + моторы.....	39
Приложение 3 - управление боковым суппортом + моторы	40
Приложение 4 - сигналы управления контроллера	41
Summary	42

ПРЕДИСЛОВИЕ

Рассматриваемый станок находится в непрерывной эксплуатации, и ремонтируется, и модернизируется всё время с момента приобретения владельцем. Конечной целью установки автоматической системы управления является возможность обработки криволинейных поверхностей, а также повышение производительности путём обработки одной детали одновременным точением сразу двумя суппортами (при этом можно уменьшить время точения вдвое). На данный момент станок обладает возможностью точение только по двум перпендикулярным осям - одна часть суппорта движется вертикально, а другая горизонтально. Когда требуется проточить конус - можно повернуть вертикально расточной суппорт на определенный угол и подачей вниз проточить. Если поверхность криволинейна можно аппроксимировать данную кривую отрезками прямых, и проточить под разными углами. Для этого всё время нужно перестраивать данный суппорт (наклонять), либо инструмент в держателе поворачивать так, чтобы он резал под углом. Это не удобно и малопродуктивно. Для криволинейных перемещений нужно заменить привода вертикальной и горизонтальной осей суппорта так, чтобы они работали не независимо (сейчас они работают по очереди, переключаясь через электромагнитные муфты).

Система управления, которая должна управлять осями - это система программного управления (CNC), которую планируется установить на следующем этапе. Для системы CNC нужны сигналы положения осей. Первоначально для этого по осям были установлены линейные цифровые измерительные системы, и блок цифровой индикации, с помощью которой рабочий контролирует размеры перемещений. Дальше сигналы с измерительной системы планируется переключить на систему ЧПУ, которая может дальше работать по программе. Это целесообразно делать, когда будет заменен и второй узел станка - правый суппорт. Сейчас произведена замена приводов на левом суппорте, если и правый будет заменен, то логичный этап модернизации будет сразу же установить систему ЧПУ. Какая система ЧПУ будет устанавливаться пока не решено, возможно сложных функций не потребуется, вероятно владелец остановится на более простой и дешевой.

На станке имеется 3 суппорта: левый, правый, и боковой. Конструктивно они выполнены в виде однотипных механических узлов и управляются одинаковыми электрическими схемами. Электрическая схема станка также делится на несколько узлов. Для управления левым суппортом (приложение 1), и боковым суппортом

(приложение 3) применены одинаковые электрически и конструктивно части электрической схемы. Общая часть электрической схемы управляет вращением планшайбой и прочими функциями. При замене на сервопривод вся релейная часть его управления была демонтирована, и на её место установили контроллер, который выдает необходимый сигнал для сервоприводов. Почему понадобился контроллер (приложение 4) и можно ли было решить задачу более просто? Дело в том, что после того как механический узел левого суппорта был изменен были демонтированы маховики ручного поворота. Получилось, что оси станка могут передвигаться от электродвигателей, но не могут передвигаться вручную. Ручное перемещение необходимо для настройки, чтобы плавно подвести суппорт к детали. Поэтому пришлось установить дополнительный пульт управления со штурвалом (вращает круговой энкодер), которым оператор будет управлять. Энкодер выдает только какое-то количество импульсов. Нужно было сделать преобразование для передачи в сервопривод нужного количества импульсов. Этой функцией занимается контроллер. Также в него заложена дополнительная программа управления смазкой левого суппорта, т.к. при замене механики установили новую смазочную станцию. При дальнейшей эксплуатации станка механическую часть на правом суппорте планируется точно также изменить, и тогда можно было бы поставить второй контроллер на правый суппорт. Но тогда целесообразнее установить более мощный контроллер, который возьмёт на себя функции управления этими двумя приводами. Одновременно можно упростить электрическую схему и повысить надёжность её работы:

- заменить старую релейно-контактную часть электрической схемы;
- сделать новую схему управления и боковым суппортом;
- возложить на контроллер схему управления главным электроприводом, смазкой, переключения коробкой скоростей, что сейчас выполняет другие части электрической схемы.

Такие работы планируется на будущее, т.к. сейчас это делать экономически не целесообразно.

При дальнейшей модернизации можно установить систему CNC, которая может выполнять также все функции контроллера. Почему планируется выполнять эти работы частями? Потому что станок непрерывно работает, имеется у владельца в единственном числе и остановить надолго станок для полной переделки невозможно. Поэтому и был выбран вариант модернизации по отдельным узлам станка.

Благодарю руководителя Сергея Павлова и консультанта Павла Соболева за помощь в составлении дипломной работы.

Ключевые слова: станок, управления, автоматизация, датчики, система CNC, дипломная работа.

ВВЕДЕНИЕ

Тему для дипломной работы я выбирал на основании своей работы. На сегодняшний день данный станок находится в эксплуатации в фирме Multimill OÜ. Токарно-карусельный станок SC27 разработан для обработки заготовок, отличающихся внушительным диаметром и массой, но имеющих небольшую длину. Данный станок занимается обработкой габаритных маховых колес, шестерен и других похожих деталей. В процессе его эксплуатации станок периодически модернизируется, ремонтируется, и перепрограммируется.

Причиной модернизации желание владельца усовершенствовать станок до степени оснащения его системой CNC. Цель моей работы установить автоматическую систему управления CNC в данный станок. Систему CNC планируется установить после того, как будет закончена замена механической часть оборудования. Система CNC будет управлять автоматический двумя суппортами и планшайбой. В данное время работы по модернизации станка ещё ведутся. В данной работе я расскажу об основных характеристиках CNC уже освоенной в применении на других станках, продемонстрирую электрическую схему станка и приведу функциональную схему подключения системы CNC.

По моему личному мнению, зная электрическую и механическую часть данного станка можно внедрить систему управления CNC.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Токарно- карусельный станок SC27

Токарно-карусельный станок SC27 разработан для обработки заготовок, отличающихся внушительным диаметром и массой, но имеющих небольшую длину. Данный станок занимается обработкой габаритных маховых колес, шестерен и других похожих деталей. В процессе его эксплуатации станок периодический модернизируется, ремонтируется, и перепрограммируется. [5]

1.2 Краткая характеристика электрооборудования

Электрооборудование станков состоит из электродвигателей, электрических органов управления, конечных выключателей для ограничения перемещений подвижных составных частей станка и аппаратуры управления. [6]

На станках установлены шесть трехфазных асинхронных электродвигателей с коротко замкнутым ротором: главным приводом, привода насоса гидравлической части, перемещения поперечны, зажима и разжима поперечины, установочных перемещений правого суппорта (приложение 2), установочных перемещений левого суппорта и пять однофазных асинхронных конденсаторных электродвигателей с короткозамкнутым ротором для привода лубрикаторов (системы смазки поперечины, правого суппорта, левого суппорта). [6]

На станке приняты следующие величины напряжения: [6]

- переменного тока, частота 50Гц:

380V трехфазного тока – питание силовых цепей;

110V однофазного +тока – питания катушек магнитных пускателей и однофазных электродвигателей;

24V однофазного тока – питание ламп местного освещения и сигнализации;

- постоянного тока:

24V – питание цепей управления и электромагнитных муфт

Вся электроаппаратура управления станком размещена в электрическом шкафу. Управление станком осуществляется с подвесного пульта управления. Электрооборудование станка выполняет следующие функции: [6]

- Пуск и остановка главного привода.
- Управления планшайбой: [6]
 - пуск в рабочем режиме;
 - пуск в толчковом режиме;
 - реверсирование
 - ступенчатое изменение скорости при вращающейся планшайбе
 - поддержание ступенчато-постоянной скорости резания (изменение скорости вращения планшайбы с помощью кулачковой рейки и конечного выключателя);
 - останов планшайбы.
- Управление суппортами: [6]
 - рабочие подачи (выбор подачи и включение);
 - установочные перемещение (выбор скорости перемещение и включение).
 - перемещение поперечины.

Эксплуатация электрооборудования станков должна производиться в соответствии с действующими правилами технической эксплуатации электроустановок. При эксплуатации станка следует регулярно производить очистку электродвигателя и электроаппаратуры от пыли и грязи. При перегрузках электродвигателей станка срабатывают автоматические выключатели и тепловые реле, отключающие электродвигатели. Чтобы вновь включить электродвигатели, нужно установить причины перегрузки и устранять их. По истечении нескольких минут после отключения нажать расположения на панели кнопки возврата тепловых реле и автоматических выключателей, а затем пусковые кнопки на подвесном пульте управления. Колебания рабочего напряжения сети должна быть в пределах от -5% до +10%. [6]

2. ВНОВЬ УСТАНОВЛИВАЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

2.1 Устройство числового программного управления NC-230

Устройство числового программного управления NC-230 применяется в машиностроении, станкостроении, металлообрабатывающей, деревообрабатывающей и в других отраслях промышленности. ЧПУ используют как комплектующее изделие при создании комплексов «устройство – объект управления», например, технологических комплексов, установок, высокоавтоматизированных станков и обрабатывающих центров таких групп, как фрезерно–сверильно–расточные, токарно–карусельно–револьверные, газоплазменные, лазерные, деревообрабатывающие и т. д. [1]

2.1.1 Технические характеристики ЧПУ

- Предоставляю Технические характеристики ЧПУ (Таблица 1):

Таблица 1 – технические характеристики ЧПУ [1]

Число дискретных каналов вх./вых.	- 64/48,96/72,128/96
Дисплей:	
– цветной, с плоским экраном	- LCD TFT 10.4”
– разрешающая способность	- 640x480
– буфер кадра в составе ОЗУ	- 8MB
– интерфейс	- LCD 24bit
Клавиатура:	
– клавиатура УЧПУ	– 79 клавиш
– интерфейс	- EXT_KB
Интерфейсы внешних устройств ввода/вывода:	
интерфейс FDD на 2 FDD:3,5” (1,44MB)	- 1 канал
– интерфейс последовательный	- RS-232 (COM1)
– интерфейс Keyboard&Mouse	- клавиатура/мышь
– интерфейс VGA монитор	- внешний CRT
– интерфейс LAN	- Ethernet: 10/100Мбит/с
– интерфейс USB (в режиме УЧПУ)	- 2 канала USB (спецификация 1.1)
Номинальное напряжение питания	- ~220В, 50Гц
Потребляемая мощность (без периферии)	- 60ВА, не более

Потребляемый ток (без периферии)	- 250мА, не более
Степень защиты оболочкой:	
- лицевая панель	- IP54
- кожух	- IP20
Габаритные размеры (корпус А)	- 439х340х140мм
Масса	- 9,7кг, не более
Характеристики ПрО приведены в документе «Руководство про граммиста МС/ТС»	

2.1.2 Структурная схема NC-230

ЧПУ является программно управляемым устройством, имеет аппаратную и программную части. Структурная схема ЧПУ представлена на рисунке 1. Структура ЧПУ включает БУ, ПО и БП. Связь между составными частями ЧПУ и элементами конструкции. БУ управляет работой ЧПУ и внешнего подключаемого оборудования. БУ включает модули **CPU ECDA, I/O** и модуль шины ЧПУ NC230-4. Ядром БУ является плата **CPU**. Взаимодействие плат **CPU** и **ECDA** в модуле **CPU ECDA** обеспечивают сигналы внешней локальной шины процессора **ISA BUS 16**. Сигналы интерфейса ЧПУ формируются в плате **ECDA** NC230-25Н, где расположен контроллер периферии, который управляет всеми каналами связи с объектом управления. Модуль шины NC230-4 представляет собой конструктивное решение интерфейса ЧПУ. Модуль шины конструктивно и электрически объединяет периферийные модули **CPU ECDA** и **I/O**, через каналы которых осуществляется связь БУ с объектом управления, а также модуль шины обеспечивает связь БУ с ПО и БП. Через каналы платы **ECDA** осуществляется управление следующим периферийным оборудованием [1]:

- следящими электроприводами подач и главного движения (управление по входу аналоговым напряжением $\pm 10\text{В}$) с обратной связью; [1]
- преобразователями угловых перемещений фотоэлектрического типа в качестве ДОС (напряжение питания плюс 5В, тип выходного сигнала - прямоугольные импульсы); [1]
- электронным штурвалом фотоэлектрического типа (напряжение питания плюс 5В, тип выходного сигнала - прямоугольные импульсы); [1]
- датчиком касания. [1]

Модуль **I/O** имеет 64 входных и 48 выходных каналов (базовый вариант ЧПУ). По каналам входа/выхода обеспечивается двух направленная связь (опрос/управляющее воздействие) между ЧПУ и электрооборудованием управляемого объекта. Обмен информацией происходит под управлением ПрО.

Синхронный последовательный канал **SSB** позволяет подключить к УЧПУ внешние модули расширения входов/выходов **SSB-I/O**. Применение внешних модулей **SSB-I/O** позволяет увеличить базовое число входов/выходов ЧПУ. Один модуль **SSB-I/O** имеет 32 входа/24 выхода. ПрОЧПУ позволяет подключать от одного до двух внешних модулей **SSB-I/O**, что увеличивает число входов/выходов ЧПУ на 32/24 или на 64/48. Модули **SSB-I/O** подключаются к ЧПУ кабелем **SSB** последовательно. Управление каналом **SSB** производится контроллером периферии. Управление дополнительными устройствами ввода/вывода производится **CPU** через интерфейсы внешних устройств: **RS-232, FDD, VGA, LAN, KEYBOARD&MOUSE, USB**. [1]

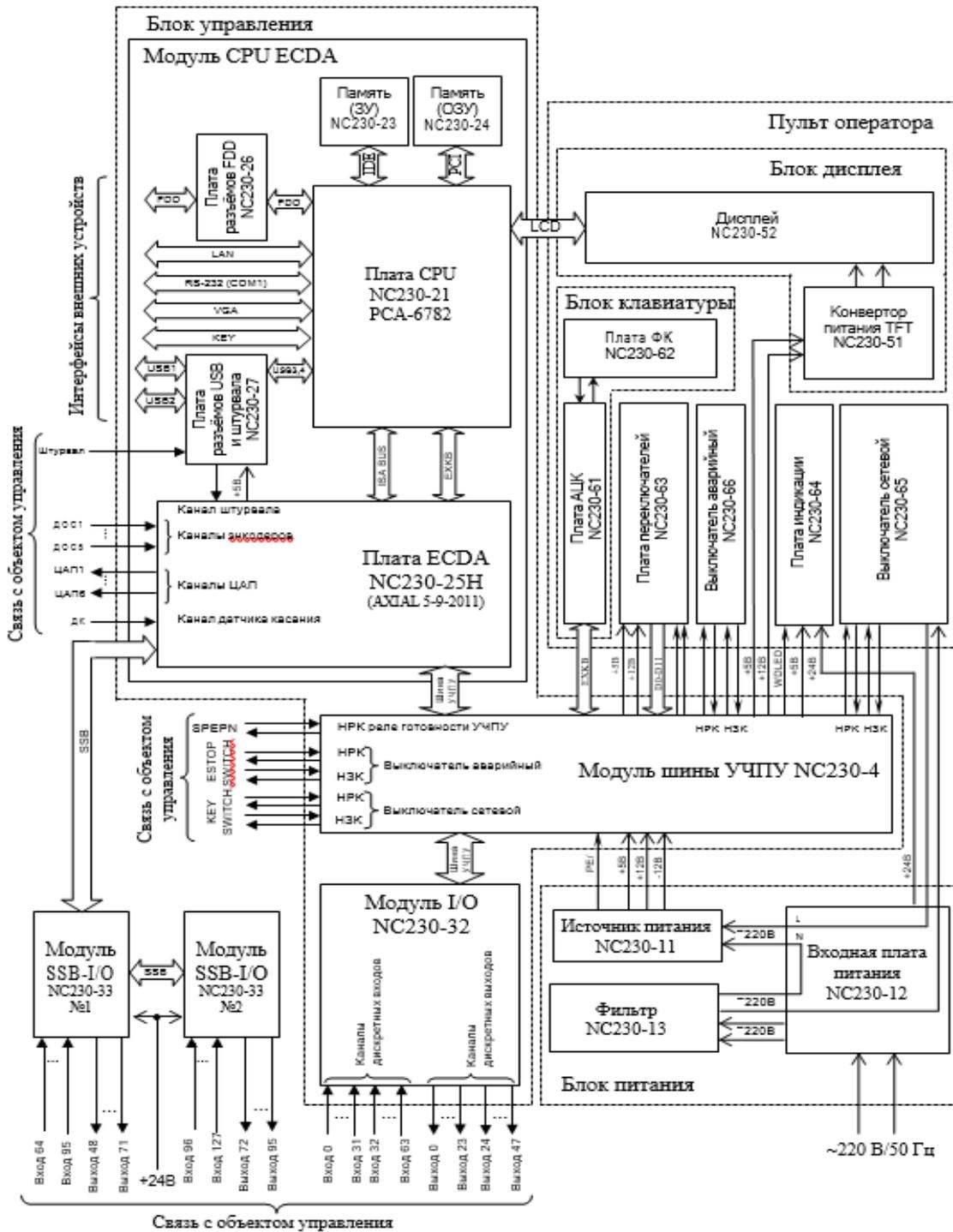


Рисунок 1 - Структурная схема ЧПУ [1]

2.1.3 Канал энкодера

Каналы энкодеров выведены на разъёмы «1» - «5» лицевой панели модуля CPU ECDA» (розетка DBR 9-F). Номер разъёма соответствует номеру канала датчика. Расположение контактов розетки DBR 9-F показано на рисунке 2. [2]

Таблица 2. Сигналы канала энкодера [2]

Контакт	Сигнал
1	A+
2	B+
3	Z+
4	+5B
5	Общий (GND)
6	A-
7	B-
8	Z-
9	+5B

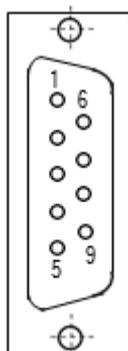


Рисунок 2 - Расположение контактов розетки DBR 9-F [1]

Подключение энкодеров к УЧПУ производится по схеме (рис.3)

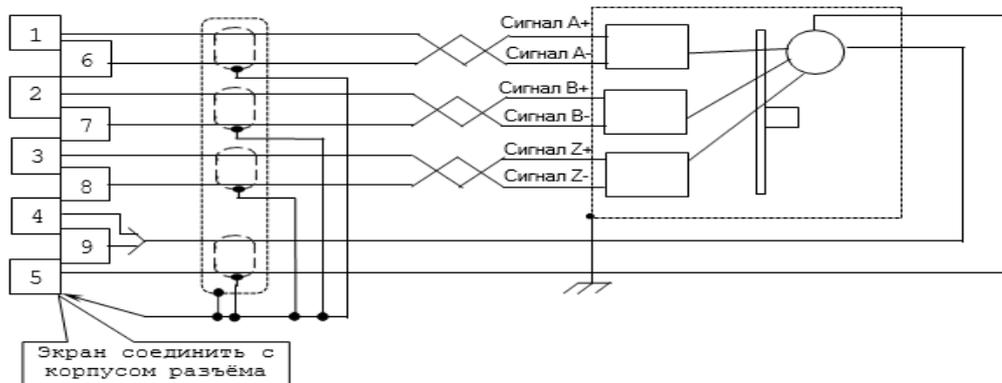


Рисунок 3 - подключение энкодеров к ЧПУ [1]

2.1.4 Канал ЦАП (Цифро - аналоговый преобразователь)

Плата ECDA NC230-25H (версия NC230E-AXIAL 16BIT V1.04 5-9-2011) имеет 6 каналов ЦАП (16 разрядов), что позволяет УЧПУ управлять четырьмя приводами, имеющими аналоговый вход управления. Каждый канал ЦАП построен на базе 16 разрядной м/схемы ЦАП AD5453 с последовательным входным интерфейсом. Канал ЦАП имеет следующие характеристики (Таблица 3):

Таблица 3 – характеристики ЦАП [1]

• разрешающая способность	16 разрядов
разряд)	(15 разрядов + зн.
• диапазон выходного сигнала	+10,0В
линейный участок	+8,5В
• номинальная дискретность:	
в диапазоне минус 10 - минус 5В	0,610мВ
в диапазоне минус 5 - плюс 5В	0,305мВ
в диапазоне плюс 5 - плюс 10В	0,610мВ
• выходное сопротивление	0,20м
• выходной ток	5мА
• основная погрешность преобразования:	
в диапазоне +0,15В	2,5мВ, не
более	
в остальном диапазоне	+1%
• дополнительная погрешность преобразования, вызванная изменением температуры	
• окружающего воздуха на каждые 100С:	не превышает основную

ЦАП может работать как при напряжении питания +12В от источника питания ЧПУ, так и при напряжении +15В, которое получают из +12В через преобразователь напряжения **DC1**. Выбор напряжения питания ЦАП производится переключателями **S15**, **S16**. По умолчанию устанавливают напряжение +12В. [1]

ЦАП преобразует корректирующие воздействия, выдаваемые CPU в 16 разрядном цифровом коде, в аналоговое напряжение. Напряжение поступает на приводы управляемого оборудования. Соответствие цифровых кодов выходным сигналам ЦАП (16 разр.) приведено в таблице 5.9. График выходного сигнала 16 разрядного ЦАП представлен на рисунке 4. [1]



Рисунок 4 - График выходного напряжения ЦАП (16 разр.) [1]

Каналы ЦАП выведены на разъем «6» лицевой панели модуля CPU ECDA. Сигналы каналов ЦАП приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Сигналы каналов ЦАП и ДК [1]

Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал
1	-	9	Канал ЦАП 4
2	Общий А ЦАП 5	10	Канал ЦАП 2
3	Канал	11	ДК-
4	Канал	12	Общий А ЦАП 4
5	Канал	13	Общий А ЦАП 3
6	ДК+	14	Общий А ЦАП 2

7	Общий А ЦАП 6	15	Общий А ЦАП 1
8	Канал ЦАП 6	-	-

Расположение контактов разъёма показано на рисунке 5.

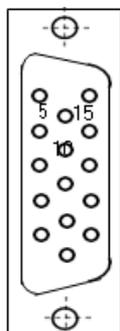


Рисунок 5 - расположение контактов разъёма [1]

2.1.5 Входные/выходные сигналы

Технические характеристики входов (Таблица 5):

Таблица 5 – технические характеристики входов [1]

а) количество входных каналов	64
б) уровень входного сигнала: логический «0» логическая «1»	(0-7)В (15-30)В
в) номинальный входной ток	12мА/24В
г) постоянная времени входного фильтра	5мс
д) электрическая прочность оптоизоляции	1500В, не менее

Технические характеристики выходов (Таблица 6):

Таблица 6 – технические характеристики выходов [1]

количество выходных каналов	48
тип выхода	Открытый коллектор

коммутируемое напряжение	(15-30) В
номинальный выходной ток	100Ма/24В

Каналы входов/выходов устанавливают физическую связь УЧПУ с элементами индикации, управления, контроля, защиты и т. д. в электрических цепях объекта управления. Сигналы каналов входа/выхода являются дискретными сигналами и могут принимать значения либо логической «1», либо логического «0». Входные сигналы информируют УЧПУ о состоянии опрашиваемого элемента (лог. «1»/лог. «0») в цепях управления. Выходные сигналы по каналам выхода поступают из УЧПУ в управляемое оборудование для ВКЛ/ВЫКЛ элементов в цепях управления. [1]

Для обеспечения помехозащищённости ЧПУ каждый канал входа/выхода имеет оптронную развязку, позволяющую исключить влияние цепей питания УЧПУ и объекта управления друг на друга. Для обеспечения работы оптронных цепей на плату NC230-32 через разъёмы входов/выходов «1»-«4» необходимо подать напряжение +24В от внешнего источника питания. Подключать каналы дискретных входов/выходов УЧПУ к объекту управления и подавать внешнее питание +24В на модуль **I/O** следует через внешние модули входов/выходов. Перечень внешних модулей входов/выходов, разработанных для ЧПУ, их характеристики, схема подключения к ЧПУ и таблицы распайки кабелей связи приведены в приложении. [1]

2.1.6 Пульт управления оператора. Элементы управления ПО

В ЧПУ функции ПО выполняют блок дисплея, блок клавиатуры, плата переключателей NC230-63, плата индикации NC230-64, сетевой выключатель NC230-65 и аварийный выключатель NC230-66. Все составные части ПО установлены на внутренней стороне лицевой панели ЧПУ. Элементы управления и контроля ПО через отверстия в лицевой панели выведены на её наружную поверхность. Таким образом, лицевая панель ЧПУ представляет собой панель ПО. Расположение элементов ПО показано на рисунке 6. [1]

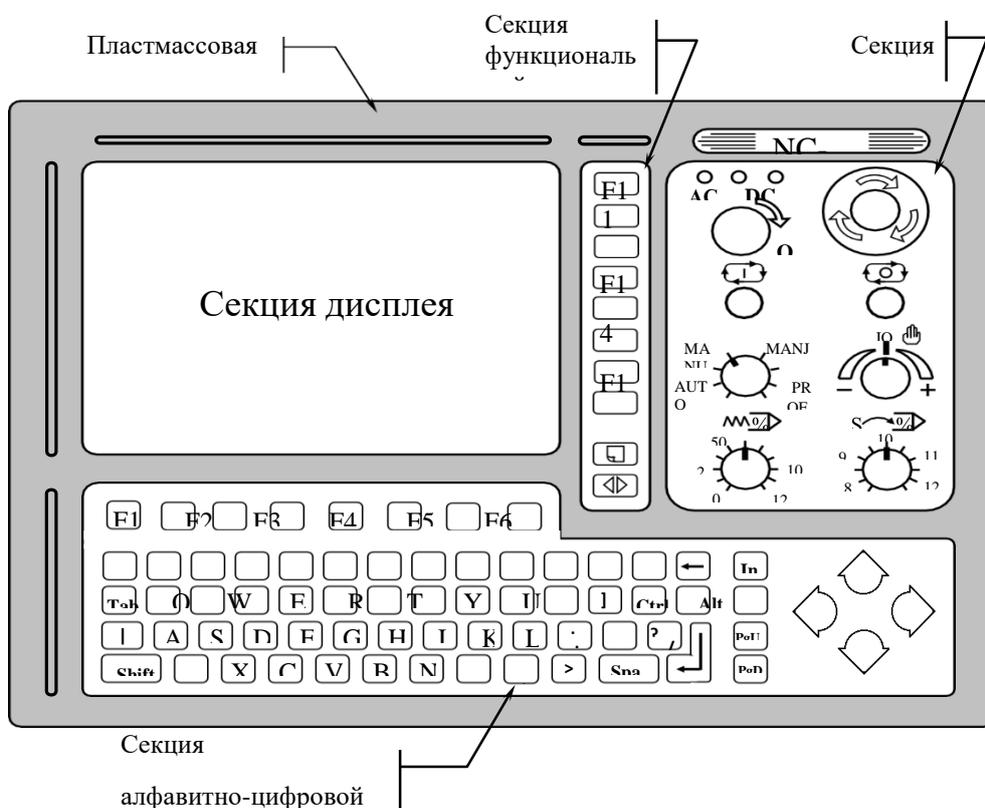


Рисунок 6 – Пульт оператора ЧПУ [1]

В качестве элементов управления ПО используются клавиши, кнопки и переключатели, а в качестве элементов контроля – дисплей и светодиоды. Эти элементы позволяют оператору управлять работой системы, вести с ней активный диалог, получать необходимую информацию о ходе управления объектом. Пластмассовая накладка делит ПО на четыре секции. Элементы

Порасположены в секциях следующим образом: дисплей - цветной, плоский экран, LCD TFT 10.4", 640x480 (LG LB104V03-A1); [1]

- секция алфавитно-цифровой клавиатуры (АЦК):

36 алфавитно-цифровых клавиш;

25 специальных клавиш;

8 функциональных клавиш «F1»-«F8»; [1]

- секция функциональной клавиатуры (ФК):

8 функциональных клавиш «F11»-«F18»;

2 специальные клавиши «ПРОКРУТКА» и «ПЕРЕХОД»; [1]

- секция станочной консоли (СК):

сетевой выключатель УЧПУ (замок с ключом);

светодиоды:

АС – индикатор сетевого питания УЧПУ;

ДС – индикатор вторичного питания УЧПУ;

ER – индикатор ошибки в работе УЧПУ, выявленной системой «WATCH DOG»; [1]

- кнопка «1» (ПУСК), обрабатывается базовым ПрО;
- кнопка «0» (СТОП), обрабатывается базовым ПрО;
- аварийный выключатель (кнопка-грибок красного цвета);
- корректор скорости подачи «F»;
- корректор скорости вращения шпинделя «S»;
- корректор направления и скорости ручных перемещений «JOG»;
- переключатель режимов работы «MDI,...RESET».бразом [1]

Описание назначения всех элементов управления ПО УЧПУ представлено в документе «Руководство оператора». [1]

2.1.7 Схема подключения ЧПУ

Схема подключения УЧПУ к объекту управления показана на рисунке 7.

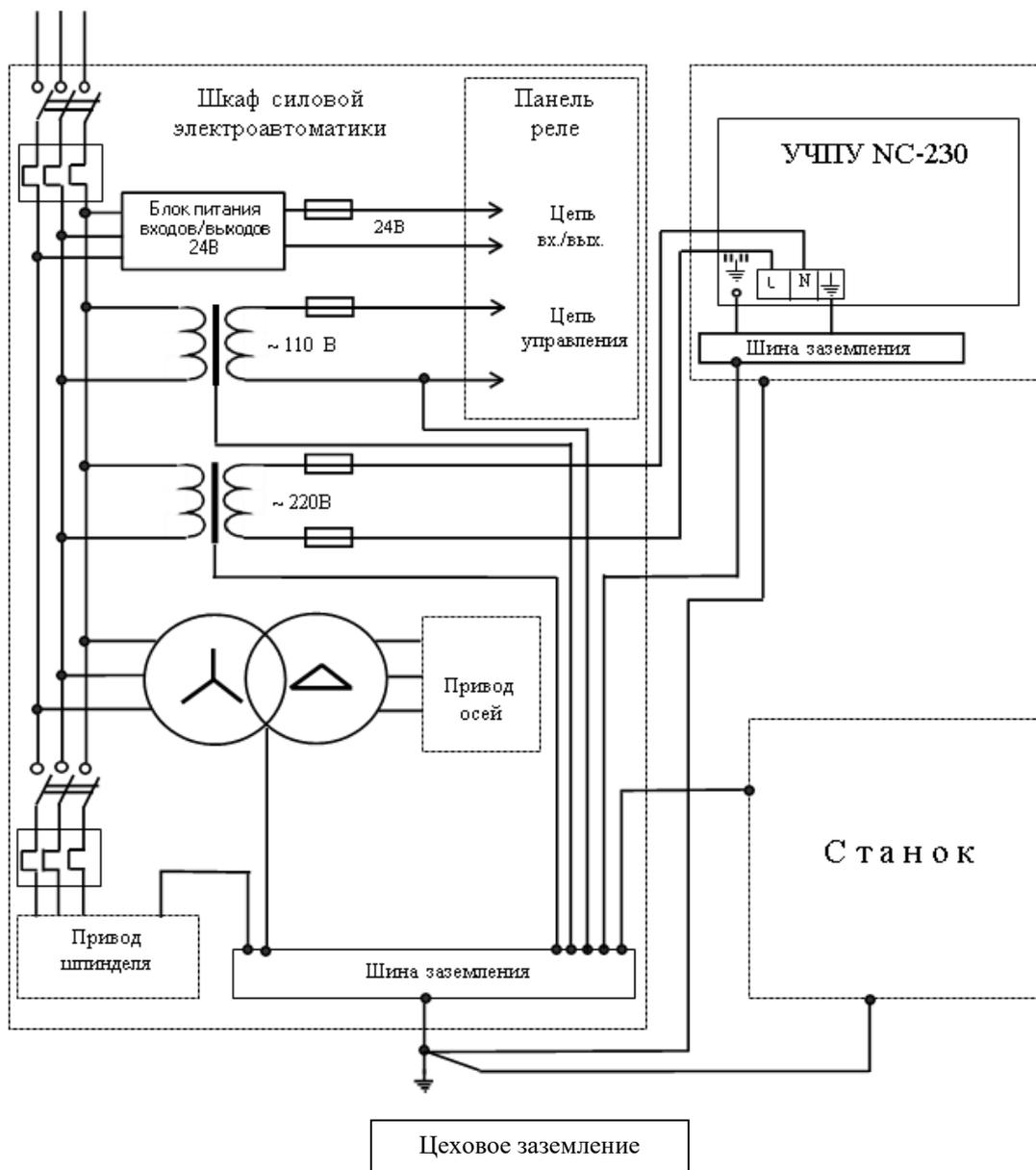


Рисунок 7 – Схема подключения ЧПУ [1]

2.2 СЕРВОПРИВОД DS300S

Сервопривод DS300S (рис. 8) - управляющее устройство в соответствии с заданной программой подает напряжение на сервопривод, который соединен с порталом станка. Двигатель перемещает рабочий орган. При этом энкодер вырабатывает импульсы, поступающие на контроллер. Подсчет их числа осуществляет управляющее устройство. Количество импульсов пропорционально перемещению портала. При достижении рабочим органом заданного положения на электромотор перестает поступать напряжение. Портал фиксируется. Пока число импульсов, зафиксированных контроллером с датчика, не достигнет запрограммированной величины, двигатель будет осуществлять перемещение рабочего органа. [2]

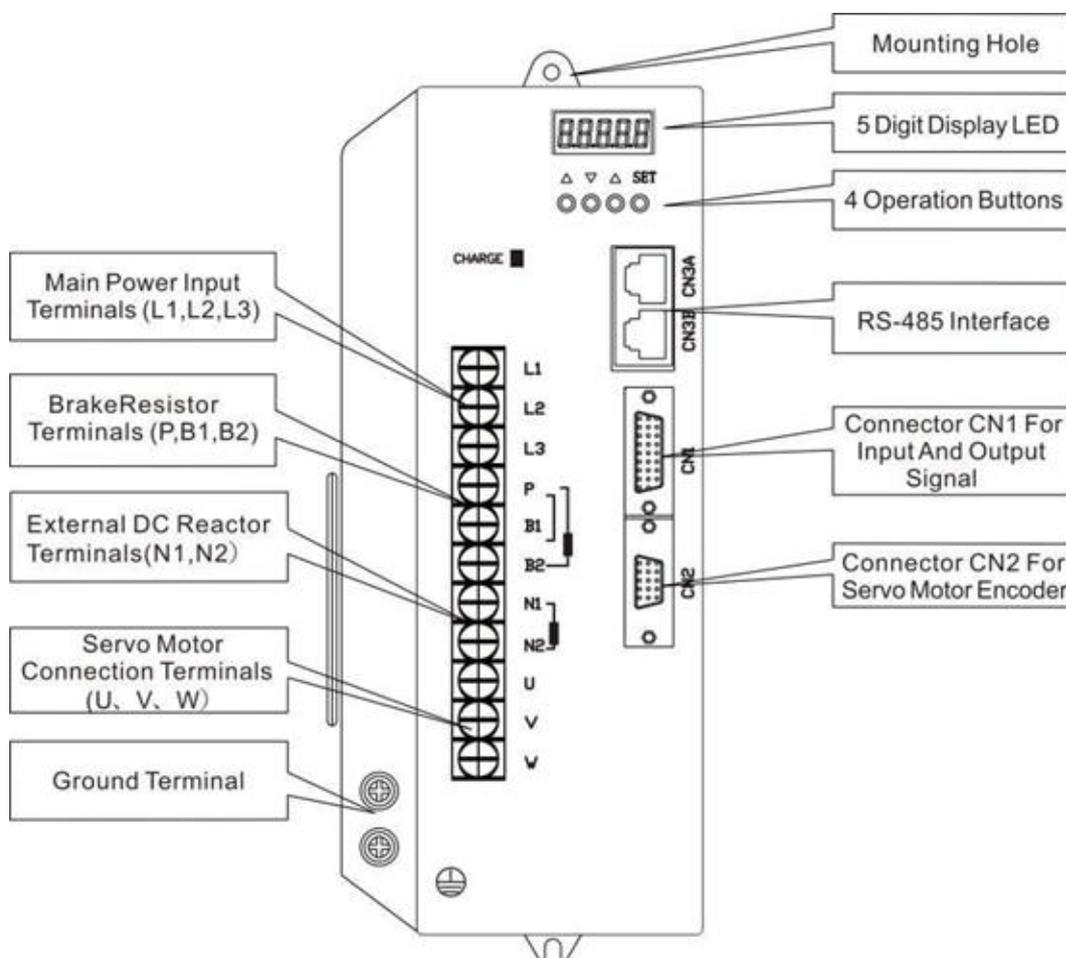


Рис. 8 – Сервопривод DS300S [2]

Предоставляю технические характеристики сервопривод DS300S.

- Техническая характеристика сервопривода (таб. 7): [2]

Модель	DS300S
Мощность	2KW~3.5KW
Источник питания	3 фазы AC380V
Контроль Метод	0 : Позиция. 1 : Скорость. 2 : Крутящий момент. 3 : Положение и скорость. 4 : Положение и крутящий момент 5 : Скорость и крутящий момент
Защитная функция	Превышение скорости, перенапряжение, пониженное напряжение, перегрузка, отклонение от нормы основного питания, отклонение от нормы энкодер, ошибка положения и т. д.
Монитор Функция	Скорость, Текущее положение, Накопление командных импульсов, Отклонение положения, Крутящий момент двигателя, Ток двигателя, рабочее состояние и т. д.
Управляющий вход	1 : Сервопривод включен 2 : Отключение аварийного сигнала 3 : Блокировка вращения против часовой стрелки 4 : Блокировка вращения по часовой стрелке 5 : Зазор счетчика отклонений

	6 : Блокировка командных импульсов 7 : Предел крутящего момента против часовой стрелки 8 : Предел крутящего момента по часовой стрелке	
Управляющий выход	Готовность сервопривода / Аварийный сигнал сервопривода / Завершение позиционирования / Механическое торможение	
Динамический Торможение	Встроенный вход/ Встроенный выход	
Нагрузка	Момент двигателя меньше чем в 3 раза	
Дисплей	5 светодиодных цифровых дисплеев и 4 клавиши	
Коммуникация	RS485	
Управление положением	Входной режим	0 : импульс + направление 1 : CCW / CW импульс 2 : ортогональный импульс фазы А / В 3 : Внутренний контроль положения
	Электронное передаточное отношение	1-32767/1-32767

2.3 ТИРИСТОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ 4016

Преобразователи серии 4XXX (рис. 9) являются новым поколением интеллектуальных тиристорных преобразователей, разработанных на базе современных цифровых технологий (DSP/FPGA) и питаются прямо из сети, обеспечивая четырехквadrантное двузонаное управление скорости двигателя. В первой зоне скорость регулируется по постоянному моменту, а во второй по постоянной мощности, в то же время, кроме режима регулирования скорости есть и режим ориентированного торможения. Настройка всех режимов работы преобразователя осуществляется при помощи системы параметров. Тиристорные преобразователи серии 4XXX универсальны и могут встраиваться в каждый станок с более высокими требованиями к электроприводу, одновременно с этим имеют встроенные функции, специфические для привода главного движения в станках с ЧПУ. Наличие расширенного интерфейса обеспечивает все варианты эксплуатации потребителем. [3]

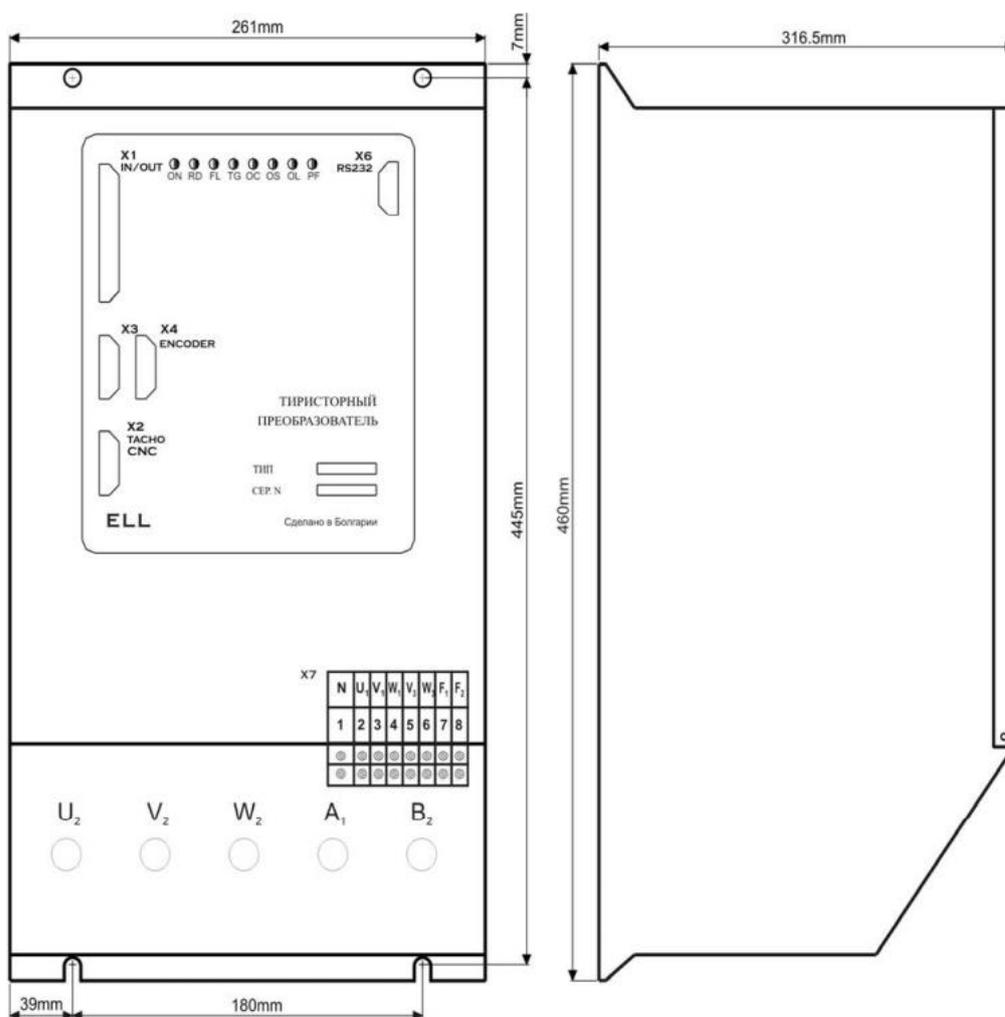


Рисунок 9 – Тиристорный преобразователь 4016 [3]

Предоставляю технические характеристики тиристорного преобразователя.

- Технические характеристики (таб. 8):

Таблица 8 – технические характеристики преобразователя серии 4XXX [3]

Тип	4016
Номинальный ток якоря	165A
Максимальный ток якоря	335A
Напряжение силового питания	3x380,+10 / -15%
Частота силового напряжение питания	45 ÷ 65
Максимальное напряжение якоря	440V
Номинальный ток возбуждения	4 / 6 / 12
Динамическое токоограничение якоря	Программируемое
Максимальное напряжение возбуждения	320VDC при $U_{вх} = 380VAC$
Датчик обратной связи по скорости/позиции	Тахогенератор или энкодер / энкодер
Задание для скорости	Аналоговое / паралельный код / серийный интерфейс
Задание для позиции	Паралельный код / серийный интерфейс
Диапазон регулирования скорости	1:1000
Ориентированное торможение	Встроенное
Максимальное напряжение тахогенератора	± 193 при N_{max}
Аналоговый вход	$\pm 10V / 0 \div 10V / 0 \div -10V, 10ком$
Аналоговые выходы	2 выхода, $\pm 10V, 2 mA$
Цифровые входы	18 входов, $\pm 24V, 10mA$
Цифровые выходы	5 выходов релейного типа, 100VAC

	/ 0.3А, 24VDC / 0.3А
Серийные интерфейсы	RS 232C до 9600 bps RS 485 до 115 200 bps
Режим работы	Продолжительный S1
Степень защиты	Продолжительный S1 Степень защиты IP 20
Габариты ВхШхГ	460x261x316,5

2.4 ЛИНЕЙНО ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА L18

Фотоэлектрический преобразователь линейных перемещений закрытого типа L18 (рис. 10) предназначен для преобразования линейных перемещений рабочих органов станков в электрические сигналы, содержащие информацию о величине и направлении этих перемещений. Преобразователь состоит из жесткого пустотелого профиля с закрепленной в нем растровой стеклянной шкалой и считывающей головки, перемещающейся по шкале на подшипниках качения. Преобразователь снабжен защитными губками, предохраняющими его от попадания охлаждающей жидкости, стружки и пыли. Для обеспечения повышенной защиты от пыли в преобразователь может подаваться фильтрованный сжатый воздух. [4]



Рис. 10 - линейно измерительная линейка L18 [4]

Предоставляю технические характеристики L18.

- Технические характеристики L18 (таб. 9):

Таблица 9 - технические характеристики L18 [4]

Исполнение	L18-A ~ 11 мкА
Питание	+5 В ±5% / < 90 мА
Источник света	Светодиод
Дискретность	Зависит от внешнего интерполятора
Информационные сигналы	Квазисинусоидальные I1 и I2 при нагрузке 1 кОм: I1= 7-16 мкА I2= 7-16 мкА
Сигнал начала отсчета	I квазитреугольный I0 при нагрузке 1 кОм: I0 = 2-8 мкА
Макс. частота сигналов	50 кГц
Направление следования сигналов при перемещении головки слева направо	I1 опережает I2
Длина кабеля (стандарт)	3 м, без разъёма
Максимальная длина кабел	5 м
Примечание: рекомендуется, чтобы при использовании кабеля-удлинителя сечение его провода электропитания было не менее 0,25 мм ² .	

3. ПОДГОТОВКА К УСТАНОВКИ СИСТЕМЫ CNC

3.1 Изменение кинематической схемы станка

На данный момент станок обладает возможностью точение только по двум перпендикулярным осям- одна часть суппорта движется вертикально, а другая горизонтально. Оси станка могут передвигаться от электродвигателей, но не могут передвигаться двигаться вручную. Ручное перемещение необходимо для настройки, чтобы плавно подвести суппорт к детали. Поэтому пришлось установить дополнительный пульт управления со штурвалом (вращает круговой энкодер), которым оператор будет управлять. Энкодер выдает только какое-то количество импульсов. Нужно было сделать преобразование для передачи в сервопривод нужного количества импульсов. Этой функцией занимается контроллер. Также в него заложено дополнительная программа управления смазкой левого суппорта, т.к. при замене механики установили новую смазочную станцию. (рис. 11)

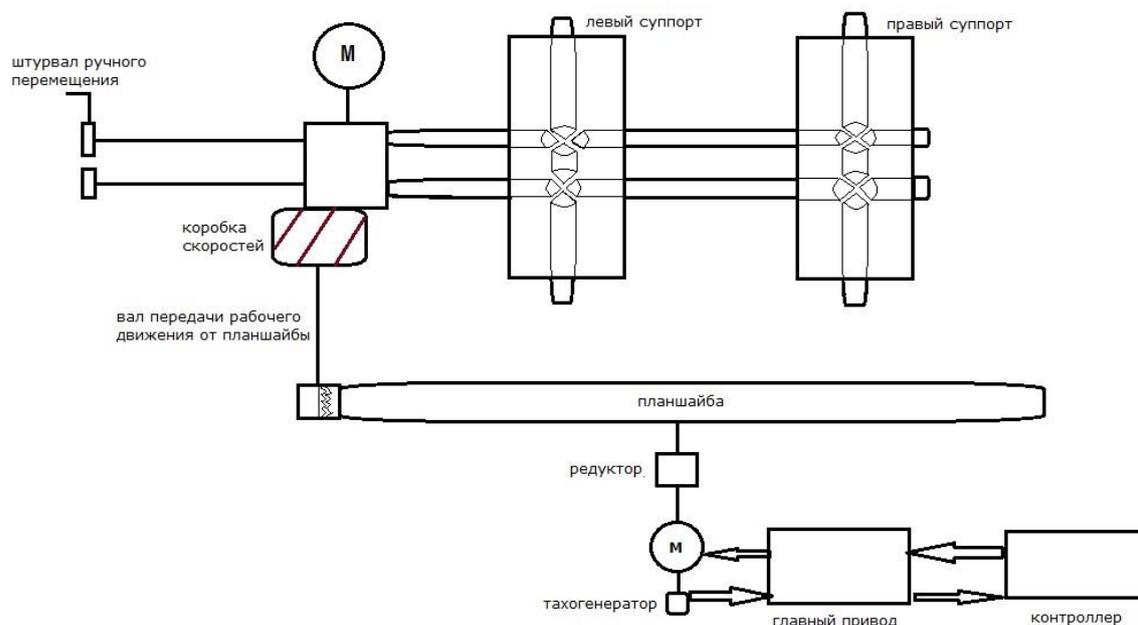


Рис. 11 - существующая кинематическая схема станка

- 1) 1 этап - это изменение кинематической схемы для возможности установки CNC (разделение движение осей на два независимых канала) (рис. 12)

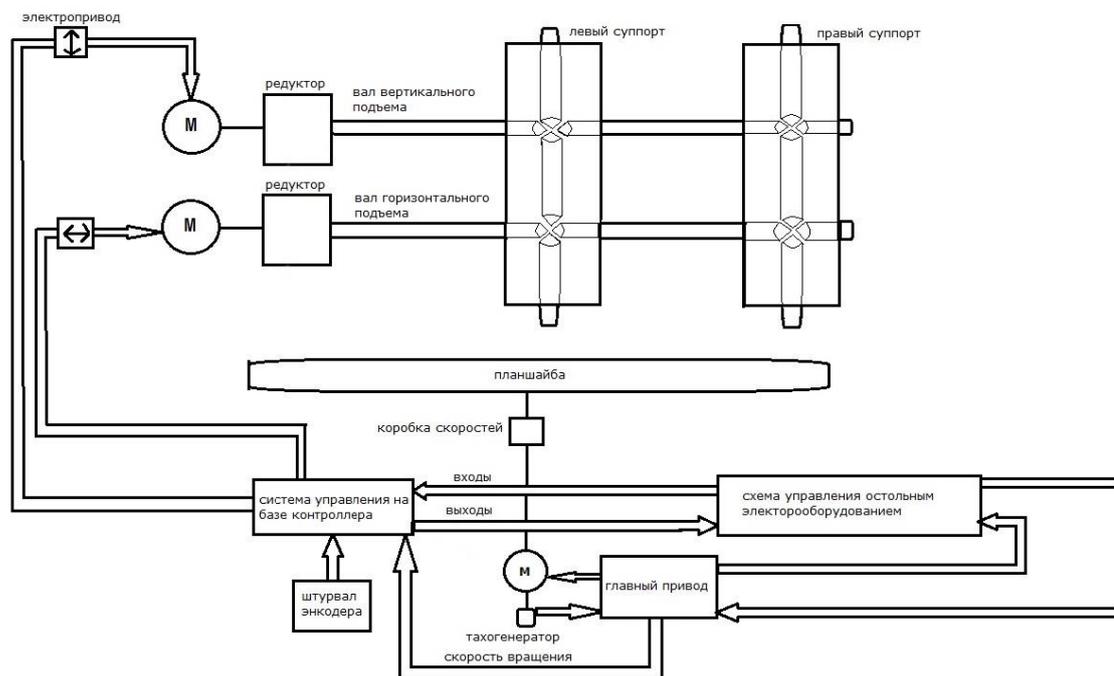


Рис. 12 – кинематическая схема для возможности установки CNC

На данной схеме показан 1 этап модернизации станка. При дальнейшей эксплуатации механическую часть на правом суппорте планируется точно также изменить, и тогда установиться второй контроллер на правый суппорт. Целесообразнее установить более мощный контроллер, который возьмёт на себя функции управления этими двумя приводами. Для управления левым суппортом, и боковым суппортом применены одинаковые электрически и конструктивно части электрической схемы. При замене на сервопривод вся релейная часть его управления была демонтирована, и на её место установили контроллер, который выдает необходимый сигнал для сервоприводов.

1) 2 этап – изменение кинематической схемы (рис. 13)

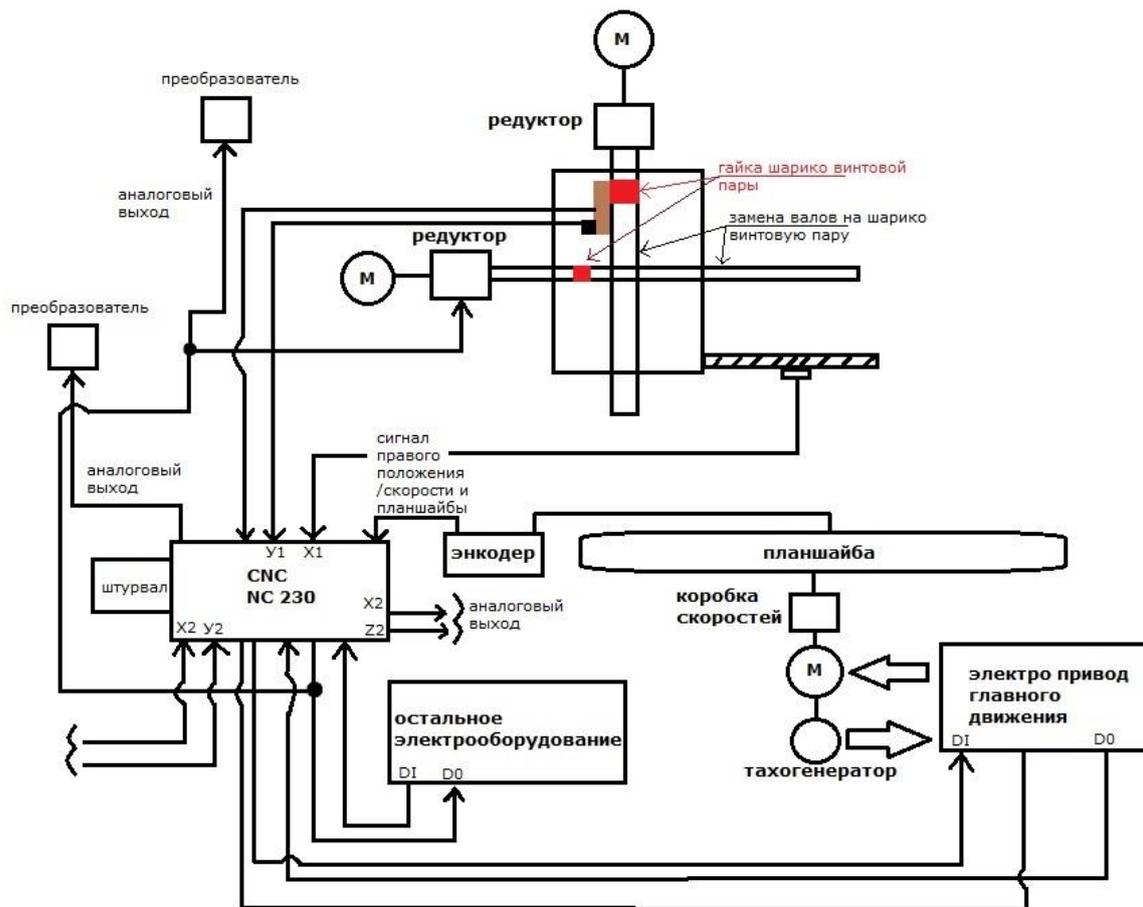


Рис. 13 - кинематическая схема с установленной системой CNC

На данной схеме показан последний этап, в котором система управления должна будет управлять осями - это система программного управления CNC. Для системы CNC нужны сигналы положения осей. Первоначально для этого по осям были установлены линейные цифровые измерительные системы, и блок цифровой индикации, с помощью которой рабочий контролирует размеры перемещений. Дальше сигналы с измерительной системы планируется переключить на систему ЧПУ, которая может дальше работать по программе. Сейчас произведена замена приводов на левом суппорте, если и правый будет заменен, то логичным этапом модернизации будет сразу же установить систему ЧПУ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении хочу сказать, что поставленная цель она выполнима и установить автоматическую систему на данный станок не составит проблем.

На основании проделанной нами работы и тех устройств, которые были использованы в данной работе можно сделать вывод, что её можно внедрять и в другие промышленные станки. В заключении отметим, что если мы устанавливаем CNC в станок будь это фрезерный, токарный, деревообрабатывающий или любой другой промышленного типа, то нужно будет изменить механическую часть, демонтировать не нужные электрические устройства управления. После чего можно устанавливать дополнительные электродвигателя, сервопривода, и т.д. (случае необходимости). Опять же не стоит забывать о том, что на предприятиях промышленные станки у разных фирм они разные у каждого свои габариты, свои задачи, свои рабочие узлы и органы управления. Надежность работы станка определяется не только правильным выбором устанавливаемого на нем оборудования, но и уровнем организации его эксплуатации, составными частями которой являются техническое обслуживание и ремонты. Поэтому нужно ссылаться и обращать внимание на документацию о самом механизме чтоб правильно было подобрано оборудование. И не стоит забывать о том, что оборудование стоит покупать с точки зрения экономической выгоды и чтоб КПД был максимальным.

Главным итогом данной работы является решение вопроса о установке автоматической системы управления. Таким образом, задачи решены в полном объеме, цель достигнута – были продемонстрированы все этапы установки, описаны все оборудования, которые будут входить в работу, и подключения самого ЧПУ.

KOKKUVÕTE

Kokkuvõtteks tahan öelda, et seatud eesmärk on teostatav ja automaatse süsteemi installimine sellele masinale ei tekita probleeme.

Minu tehtud töö ja selles töös kasutatud seadmete põhjal võime järeldada, et seda saab rakendada ka teistes tööstusmasinates. Kokkuvõtteks märkime, et kui paigaldame CNC masinasse, olgu see siis freesimine, treimine, puidutöötlemine või mõni muu tööstuslik tüüp, siis peame muutma mehaanilist osa, demonteerima tarbetuid elektrilisi juhtimisseadmeid. Seejärel saate paigaldada täiendavaid elektrimootoreid, servoajamid jne. (kui vajalik). Jällegi ärge unustage, et erinevate ettevõtete tööstusmasinate ettevõtetes on nad erinevad, mõlemal on oma mõõtmed, oma ülesanded, oma tööüksused ja juhtelemendid. Masina töökindluse määrab mitte ainult sellele paigaldatud seadmete õige valik, vaid ka selle töö korraldamise tase, mis hõlmab hooldust ja remonti. Seetõttu peate viima mehhanismi enda dokumentatsioonile ja pöörama sellele tähelepanu, et seade oleks õigesti valitud. Ja ärge unustage, et seadmed on väärt majanduslikku kasu ja maksimaalset efektiivsust.

Selle töö peamine tulemus on automaatse juhtimissüsteemi paigaldamise küsimuse lahendus. Nii said ülesanded täielikult lahendatud, eesmärk täidetud - demonstreeriti kõiki paigaldamise etappe, kirjeldati kõiki töösse lisatavaid seadmeid ning CNC enda ühendusi.

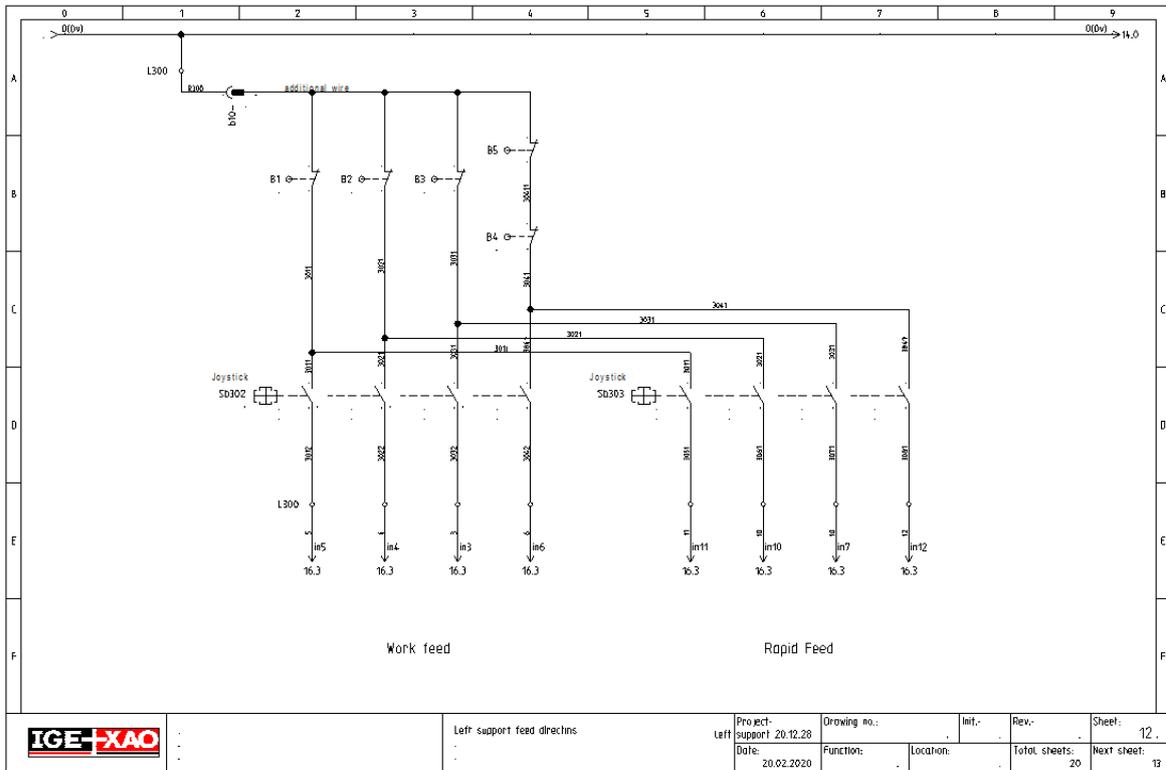
ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по эксплуатации NC 230 [WWW] Режим доступа – URL <https://bssystem.ru/Portals/0/store/docs/CNC/ПЭ%20NC-230.pdf> 16.05.2021
2. Техническое описание электропривода DS300S [WWW] Режим доступа – URL <http://www.hzmgdj.com> 16.05.2021
3. Тиристорный преобразователь 4016 [WWW] Режим доступа - URL https://www.веспер.бел/files/UGrSPD88_402-2018_07_26--1-.pdf 16.05.2021
4. Линейно измерительная система L18 [WWW] Режим доступа – URL https://bssystem.ru/Portals/0/store/docs/ENC/Linear/L18_Prospru_2014_Rev.3.pdf 16.05.2021
5. Токарно-карусельный станок SC-27 [WWW] Режим доступа – URL http://www.pitermash.ru/catalog/tokarnye-stanki/karuselnye/remont_i_modernizaciya/tokarno_karuselnyy_stanok_sc27 16.05.2021
6. Руководство по эксплуатации электрооборудования токарно-карусельных станков [WWW] Режим доступа – URL <http://www.станкпресс.пф/component/virtuemart/details/286/30/elektrooborudovanie/elektrooborudovanie-stanka-1550-1563-ku-64-ku-65-1580l.html> 16.05.2021

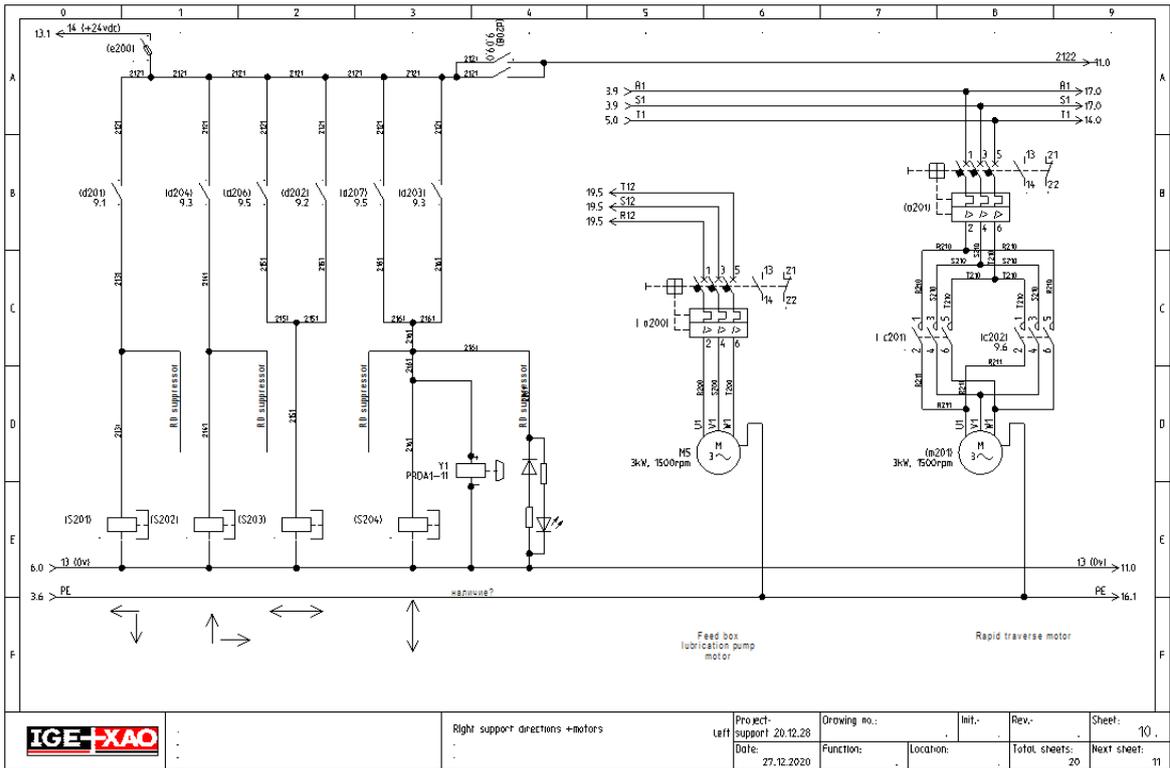
ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Принципиальная электрическая схема станка после первого этапа

- Приложение 1 - управление левым суппортом



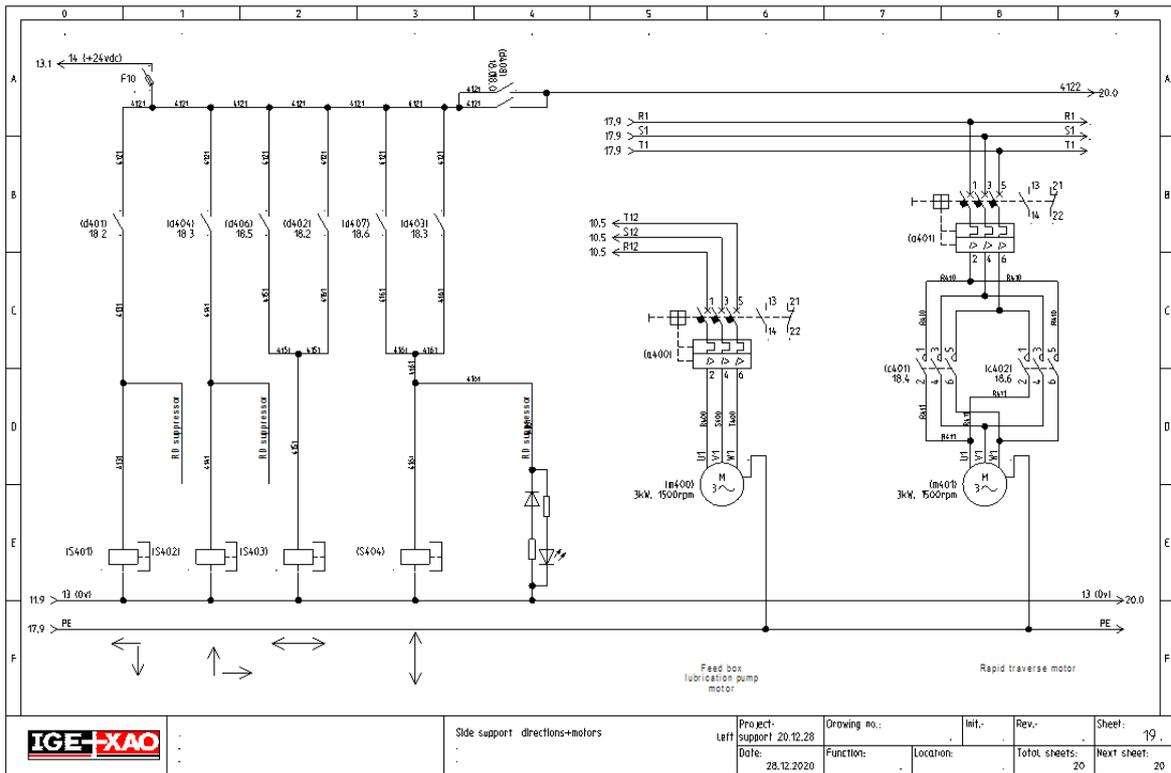
• Приложение 2 - управление правым суппортом + моторы



Right support directions + motors

Project- support 20.12.28	Drawing no.:	Init.:	Rev.:	Sheet: 10
Date: 27.12.2020	Function:	Location:	Total sheets: 20	Next sheet: 11

• Приложение 3 - управление боковым суппортом + моторы



Side support directions+motors

Project: support 20.12.20
Date: 28.12.2020

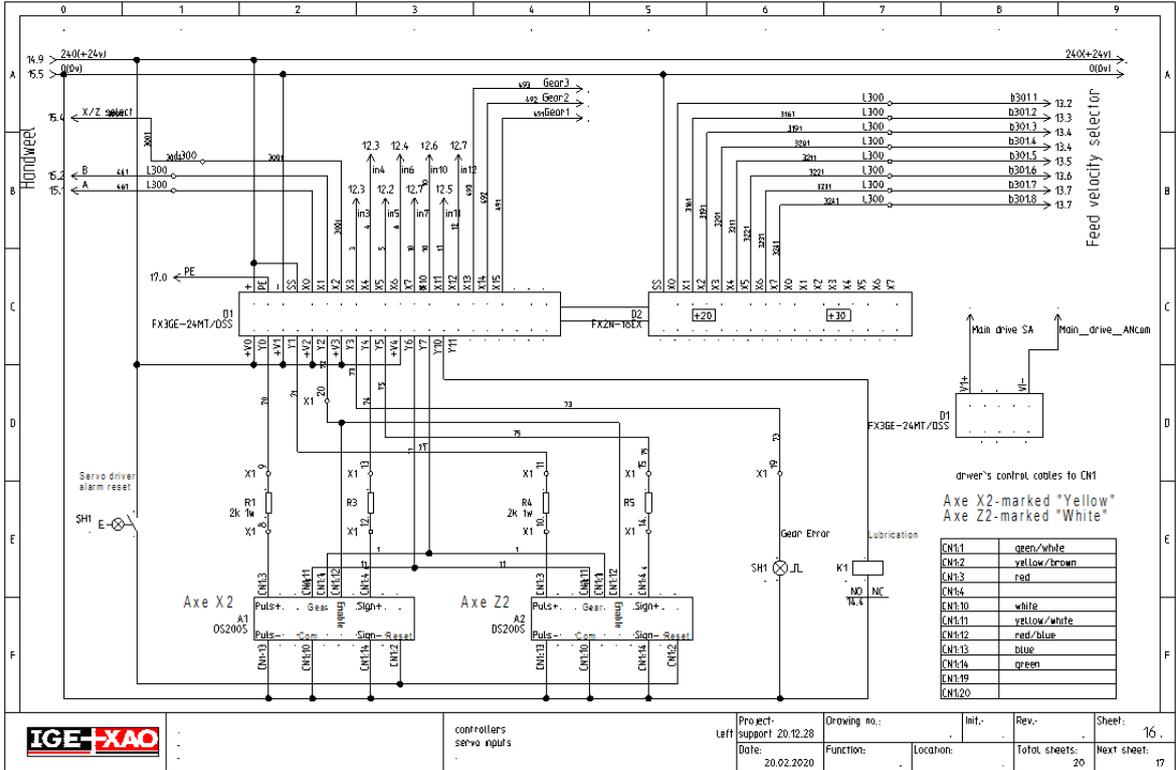
Drawing no.:
Function:

Location:

Rev.:
Total sheets: 20

Sheet: 19
Next sheet: 20

• Приложение 4 - сигналы управления контроллера



controllers
servo inputs

Project- support 20.12.28
Date: 20.02.2020
Drawing no.:
Function: Location:
Rev.:
Total sheets: 20
Sheet: 16
Next sheet: 17

SUMMARY

My name is Jevgeni Kuznetsov and I want to say the following... I chose the topic for my thesis based on my work.

The purpose of my work is to install an automatic CNC control system in this machine. Based on the work done and the devices that were used in this work, it can be concluded that this can be implemented in other industrial machines. The ultimate goal of installing an automatic control system is the ability to process curved surfaces, as well as increase productivity by processing one part with simultaneous turning with two calipers. The CNC system is planned to be installed after the replacement of the mechanical part of the equipment is completed. The CNC system will automatically control two calipers and a faceplate.

The main result of this work is the solution to the issue of installing an automatic control system. Thus, the tasks were solved in full, the goal was achieved - all stages of the installation were demonstrated, all the equipment that will be included in the work was described, and the connections of the CNC itself.