



Universitatea Tehnică a Moldovei

Programul de masterat **Inginerie Electrică**

**DEZVOLTAREA SISTEMULUI SCADA
PENTRU STAȚIILE DE POMPARE**

Teză de master

Masterand: Ian ZABRODNÎ

Conducător: dr.conf.univ. Vadim CAZAC

Chișinău – 2024

REZUMAT

Teza conține 56 pagini, 36 imagini, 7 tabele și 26 surse bibliografice.

Scopul tezei: Dezvoltarea sistemului SCADA pentru stațiile de pompare, dezvoltarea algoritmilor de control a stației de pompare și elaborarea sistemelor de protecție a stației de pompare.

Obiect de studiu: Stație de pompare a apelor uzate.

Cuvinte cheie: Stația de pompare, sistem SCADA, logica, schneider, siemens, Wilo, convertizor de frecvență Danfoss.

În primul capitol S-a realizat analiza pompelor de apă. S-a făcut descriere stației de pompare de apă potabilă, după ce s-a descris principiul și algoritmul ei de lucru. Este dat un exemplu de stație de pompare din oraș Leova. S-a realizat descriere stației de pompare pentru api uzate. S-a descris algoritmul lor și principiile de lucru. A fost dat un exemplu de stație de canalizare tot cu panou de comandă. S-a descris convertizorul de frecvență și accesoriile lui. Au fost descriși parametrii principali privind programarea convertizoarelor de frecvență pentru stația de pompare. Este indicat că convertizorul de frecvență are posibilitate să fie conectat cu sistem SCADA după protocol de transmitere a datelor RS485.

Capitolul doi Este dedicat pentru un studiu de sisteme SCADA și protocoale de comunicare. Sistemele de automatizare industrială, inclusiv controlul proceselor, monitorizarea și alte aplicații, beneficiază de utilizarea RS485 datorită fiabilității și capacității sale de a face față cerințelor mediilor industriale exigente. S-a făcut descriere a programei pentru crearea logică a proceselor industriale Schneider EcoStruxure Machine Expert. Este prezentată informație despre SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). Principalele caracteristici ale SCADA includ: Monitorizare, Control, Colectare de date, Automatizare. SCADA asigură gestionarea mai eficientă și fiabilă a proceselor de producție, ajutând operatorii să reacționeze rapid la schimbări și situații de urgență. Au fost descrise tipurile de transmitere datelor în sistem SCADA. A fost ales program pentru a face un algoritm corect de lucru a stației de pompare și pentru a face intrări și ieșiri digitale pentru a face comunicare corectă a unui sistem SCADA.

În capitolul trei S-a proiectat un algoritm de lucru pentru stație de pompare a apelor uzate cu 3 pompe. Algoritmul lucrează în așa fel, că în caz de o greșeală în lucru sau va arde alarma și stația va lucra mai departe, sau va arde alarma și stația nu va lucra deloc. În timp de lucru vor lucra totdeauna 2 pompe din 3 și pompa care nu va lucra totdeauna se schimbă, ca a face un timp de lucru apropiat de egal pentru toate 3 pompe.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Диссертация содержит 56 страниц, 36 изображений, 7 таблиц и 26 библиографических источников.

Цель дипломной работы: Разработка системы SCADA для насосных станций, разработка алгоритмов управления насосными станциями и разработка систем защиты насосных станций.

Объект исследования: Канализационная насосная станция.

Ключевые слова: насосная станция, система SCADA, логика, schneider, siemens, Wilo, преобразователь частоты Danfoss.

В первой главе был проведен анализ водяных насосов. Описана насосная станция питьевой воды, после описания принципа и алгоритма ее работы. Приведен пример насосной станции в городе Лёва. Создано описание насосной станции сточных вод. Описан их алгоритм и принципы работы. Был приведен пример канализационной станции также с щитом управления. Описан преобразователь частоты и его принадлежности. Описаны основные параметры программирования преобразователей частоты для насосной станции. Указано, что преобразователь частоты имеет возможность подключения к системе SCADA по протоколу передачи данных RS485.

Глава вторая посвящена изучению систем SCADA и протоколов связи. Системы промышленной автоматизации, включая управление процессами, мониторинг и другие возможности, реальны благодаря протоколу связи RS485 из-за его надежности и способности соответствовать требованиям сложных промышленных условий. Приведено описание программы для логического построения промышленных процессов Schneider EcoStruxure Machine Expert. Представлена информация о SCADA. К основным функциям SCADA относятся: Мониторинг, Управление, Сбор данных, Автоматизация. SCADA обеспечивает более эффективное и надежное управление производственными процессами, помогая операторам быстро реагировать на изменения и нештатные ситуации. Описаны виды передачи данных в системе SCADA. Была выбрана программа для составления правильного алгоритма работы насосной станции и создания цифровых входов и выходов для корректной связи с системой SCADA.

В третьей главе был спроектирован алгоритм работы канализационной насосной станции с 3-мя насосами. Алгоритм работает таким образом, что в случае ошибки в работе либо загорится сигнальная лампа и станция продолжит работу, либо загорится сигнальная лампа и станция вообще не будет работать. В течение рабочего времени всегда будут работать 2 из 3 насосов, а насос, который не будет работать, всегда будет меняться, чтобы время работы всех 3 насосов было примерно одинаковым.

SUMMARY

The contents of the thesis are 56 pages, 36 images, 7 tables, and 26 bibliographic sources.

The purpose of thesis: Development of SCADA system for pumping stations.

Object of study: Logical system for wastewater pumping station.

Keywords: Pump station, SCADA system, logic, schneider, siemens, Wilo, Danfoss frequency converter.

In the first chapter, the analysis of the water pumps was carried out. The drinking water pumping station was described, after describing its working principle and algorithm. An example of a pumping station in the city of Leova is given. A description of the wastewater pumping station was created. Their algorithm and working principles were described. An example of a sewage station was given also with a control panel. The frequency converter and its accessories have been described. The main parameters for programming the frequency converters for the substation were described. It is indicated that the frequency converter has the possibility to be connected with the SCADA system according to the RS485 data transmission protocol..

Chapter two is dedicated for a study of SCADA systems and communication protocols. Industrial automation systems, including process control, monitoring and other applications, benefit from the use of RS485 due to its reliability and ability to cope with the demands of demanding industrial environments. Description of the program for the logical creation of industrial processes Schneider EcoStruxure Machine Expert. Information about SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) is presented. The main features of SCADA include: Monitoring, Control, Data Collection, Automation. SCADA ensures more efficient and reliable management of production processes, helping operators to react quickly to changes and emergency situations. The types of data transmission in the SCADA system were described. The program was chosen to make a correct working algorithm of the pumping station and to make digital inputs and outputs to make correct communication of a SCADA system.

Chapter three A working algorithm was designed for a sewage pumping station with 3 pumps. The algorithm works in such a way that in case of a mistake in the work, either the alarm will light up and the station will continue to work, or the alarm will light up and the station will not work at all. During working time 2 out of 3 pumps will always work and the pump that will not work always changes, so as to make a working time close to equal for all 3 pumps.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	11
1. ОСНОВНЫЕ И ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ.....	13
1.1. Основные принципы и понятия о насосах.....	13
1.1.1. Основы насосной станции повышения давления	15
1.1.2. Основы канализационной насосной станции.....	17
1.2. Основные принципы и понятия о частотных преобразователях	20
2. ОСНОВНЫЕ И ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ SCADA СИСТЕМ	28
2.1. Программа для работы с логической частью – EcoStruxure Machine Expert	28
2.2. Основные принципы SCADA систем.....	29
2.3. Выбор программы для создания логики насосной станции.....	34
3. РАЗРАБОТКА SCADA СИСТЕМЫ ДЛЯ МОНИТОРИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИЕЙ.....	35
3.1. Проектирование схемы работы логики.....	35
3.2. Создание автоматизации насосной станции для дальнейшего привязывания её к SCADA системе	37
3.2.1. Запуск программы.....	40
3.2.2. Контроль процессов старт/стоп при помощи поплавков	41
3.2.3. Контроль нижнего уровня при запуске насосов.....	42
3.2.4. Контроль верхнего уровня	43
3.2.5. Контроль запуска насосов	44
3.2.6. Контроль остановки насосов.....	45
3.2.7. Контакт ПЛК с ЧП Данфосс.....	46
3.2.8. Регистры статуса для передачи данных в систему SCADA	50
3.2.9. Регистры аварий для SCADA системы	52
3.3. Проектирование SCADA системы.....	53
ВЫВОДЫ.....	54
БИБЛИОГРАФИЯ.....	55

ВВЕДЕНИЕ

Канализационная насосная станция (сокр. КНС) представляет собой целый комплекс гидротехнического оборудования и сооружений, который используется для перекачки хозяйственно-бытовых, промышленных или ливневых сточных вод в тех случаях, когда их отведение самотёком невозможно. [1].

Главными целями создания насосных станций было повышение эффективности производства и улучшение качества жизни людей. Они позволяют перекачивать жидкости на большие расстояния без потерь и утечек, что обеспечивает экономию времени и ресурсов. Также используются для обеспечения водоснабжения населенных пунктов, дренажных систем для управления уровнем воды и для других целей.

Сегодня насосные станции имеют разнообразные конструкции и могут быть выполнены для различных целей. Они могут быть как стационарными, так и передвижными, иметь различные типы насосов и другое оборудование в зависимости от задач, которые им предстоит выполнять. Одним из главных преимуществ насосных станций является их способность работать автономно, без необходимости постоянного присутствия оператора. [2]

Повторным использованием сточных вод называют процесс преобразования сточных вод в воду, которая может быть повторно использована для других целей. Такие могут включать в себя орошение садов и сельскохозяйственных угодий или пополнение поверхностных и подземных вод. Повторно используемую воду можно направить на удовлетворение определенных потребностей в жилых помещениях (например, смывание воды в туалетах), на предприятиях и в промышленности, и даже может быть обработана с достижением стандартов питьевой воды. Последний вариант называется либо «прямым повторным использованием питьевой воды», либо «косвенным повторным использованием питьевой воды», в зависимости от используемого подхода.

Управления санитарией сточных вод требует уделения внимания, но окупается положительными моментами, связанными с сокращением затрат на утилизацию продуктов человеческой жизнедеятельности. Достижения в области технологии очистки сточных вод позволяют повторно использовать воду для разных целей. Вода обрабатывается по-разному в зависимости от источника и использования воды, а также от того, как она доставляется.

Многokrратно циркулируя по планетарной гидросфере, вся вода на Земле является оборотной водой, но термины «оборотная вода» или «рекультивированная вода» обычно означают сточные воды, отправляемые из дома или предприятия через канализационную систему на очистные сооружения, где они очищаются до уровня, соответствующего их целевому назначению. [3]

Перекачка (или подача) сточных вод - это процесс направленного движения стоков по трубопроводам с заданным давлением или расходом, осуществляемое насосным оборудованием. В данном процессе задействовано специальное оборудование - горизонтальные или вертикальные насосные станции.

Условно все КНС можно разделить на 4 группы:

- Для перекачки бытовых сточных вод
- Для перекачки производственных сточных вод
- Для перекачки атмосферных вод
- Для перекачки осадков очистных сооружений

При этом КНС, относящиеся к первой группе, бывают районными и главными. Районные перекачивают сточную жидкость из отдельных коллекторов в основную, а главные – на очистные сооружения.

КНС второй группы обустроены защитой оборудования от агрессивных стоков, здесь предусматривается периодическая промывка.

Течение стоков в КНС третьей группы предусмотрено в сети дождевой канализации, в случаях, если отвод дождевой воды самотечным режимом на этом отрезке невозможен.

КНС четвертой группы являются частью очистных сооружений. Они перекачивают осадок из первичных сборников на оборудование по обработке активного ила, песка. Кроме того в их задачу входит повышение напора в канализационных магистралях большой протяженности. [4]

SCADA-система выполняет визуализацию данных на диспетчерском пункте, с помощью которых оператор (диспетчер) контролирует работу всей АСУ ТП, при необходимости выдает технологические команды или изменяет параметры автоматического управления. Понятие SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) системы расшифровывается как диспетчерское управление и сбор данных.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. *Канализационные насосные станции*. [online], 2023, [accesat 23.09.2023].
Disponibil: <https://clck.ru/37cNya>.
2. *Общие понятия о насосных станциях*. [online], 2023, [accesat 23.09.2023].
Disponibil: <https://clck.ru/37cQEp>.
3. *Повторное использование сточных вод*. [online], 2023, [accesat 05.10.2023].
Disponibil: <https://clck.ru/37cQgC>.
4. *Основные понятия о перекачке сточных вод*. [online], 2023, [accesat 05.10.2023].
Disponibil: <https://clck.ru/37cRDj>.
5. *Wilo. Официальный сайт*. [online], 2023, [accesat 05.10.2023].
Disponibil: <https://wilo.com>.
6. *Тех. книжка щита управления насосами Xtreme*. [online], 2023, [accesat 07.10.2023].
Disponibil: <https://axima.md/app/uploads/2021/04/Fisa-Tehnica-Panou-XTREME.pdf>.
7. *Частотный преобразователь*. [online], 2023, [accesat 07.10.2023].
Disponibil: <https://clck.ru/37cxDD>.
8. *Частотный преобразователь Danfoss AquaDrive*. [online], 2023, [accesat 07.10.2023].
Disponibil: <https://clck.ru/37cxsz>.
9. *Документация Danfoss AquaDrive*. [online], 2023, [accesat 08.10.2023].
Disponibil: <https://files.danfoss.com/download/Drives/MG21A550.pdf>.
10. *Инструкция EcoStruxure Machine Expert*. [online], 2023, [accesat 08.10.2023].
Disponibil: <https://clck.ru/37d6qB>.
11. *Принцип работы SCADA*. [online], 2023, [accesat 16.10.2023].
Disponibil: <https://clck.ru/37dYjE>.
12. *SCADA системы Израиля*. [online], 2023, [accesat 20.10.2023].
Disponibil: <https://clck.ru/37dZ7a>.
13. *Связь со SCADA*. [online], 2023, [accesat 20.11.2023].
Disponibil <https://clck.ru/37djAm>.
14. *Modbus*. [online], 2023, [accesat 20.11.2023].
Disponibil: <https://clck.ru/37dh4n>.
15. *Open Platform Communications*. [online], 2023, [accesat 20.11.2023].
Disponibil <https://clck.ru/ZMyvK>.
16. *Distributed Network Protocol*. [online], 2023, [accesat 20.11.2023].
Disponibil <https://clck.ru/37dhNp>.
17. *Ethernet*. [online], 2023, [accesat 20.11.2023].

- Disponibil <https://clck.ru/9cJay>.
18. *Recommended Standard 485*. [online], 2023, [accesat 20.11.2023].
Disponibil <https://clck.ru/gwGrr>.
19. *Message queuing telemetry transport*. [online], 2023, [accesat 20.11.2023].
Disponibil <https://clck.ru/WNZyF>.
20. *HyperText Transfer Protocol*. [online], 2023, [accesat 20.11.2023].
Disponibil <https://clck.ru/9sidY>.
21. *EcoStruxure Machine Expert*. [online], 2023, [accesat 20.11.2023].
Disponibil <https://clck.ru/37dv5j>.
22. . *Схема одного из типов КНС*. [online], 2023, [accesat 20.11.2023].
Disponibil <https://clck.ru/37e2zR>.
23. Tudor Ciuru, *Echipamente Moderne de Automatizare si Utilaje Tehnologice Industriale*.
Руководство по документации, программированию и практическому применению.
Техническое издательство -Кишинев 2009.
24. P. Todos. – *Acțiunea electrică și automatizarea mecanismelor industriale tipice*.
Disponibil: <http://elearning.utm.md/moodle/course/view.php?id=9>.
25. Rachier, Vasile – *Controlere și automate programabile: Indicații metodice pentru orele practice și de seminar / Vasile Rachier, Vadim Cazac; Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Energetică și Inginerie Electrică, Departamentul Inginerie Electrică*. – Chișinău: Tehnica-UTM, 2022. – 95 p. ISBN 978-9975-45-770-5.
26. Tarlajanu, Alexandru – *Teoria sistemelor și reglare automată: Note de curs / Alexandru Tarlajanu; Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Energetică și Inginerie Electrică, Departamentul Inginerie Electrică*. – Chișinău: Tehnica-UTM, 2022. – 141 p. ISBN 978-9975-45-855-9.