



Э Л Т Е Р А

Программное обеспечение "ВЧРП"

Описание технической архитектуры программного обеспечения

Оглавление

1. Введение
2. Описание архитектуры
3. Система управления: режимы, сигналы и принципы работы
4. Управление электродвигателем

1. Введение

Встроенное программное обеспечение для платы центрального управления (ЦПУ) частотных преобразователей «ПЧ-ЭЛТ» производства ООО "ЭЛТЕРА".

Основные функции – формирование сигналов управления силовыми ячейками в соответствии с заданным алгоритмом, обработка сигналов с датчиков тока и напряжения, реализация защитных функций, возможность местного и удаленного управления ПЧ, связь с внешними системами и устройствами.

2. Описание архитектуры

ПО хранится и выполняется в ЦПУ модуле и взаимодействует со следующими компонентами: модуль ШИМ (широкотно-импульсной модуляции), плата аналоговых вводов и выводов, плата дискретных вводов и выводов, кросс-плата, коммуникационная плата, модуль интерфейса пользователя, внешние системы.

Используемый язык программирования – С.

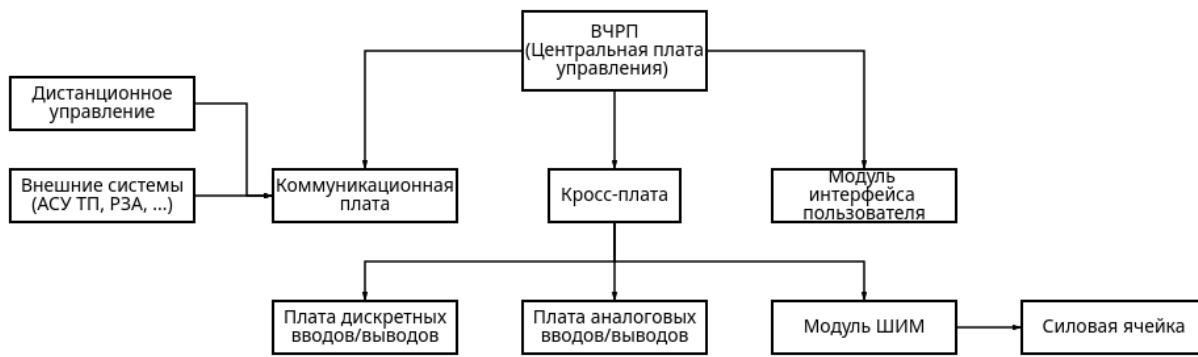


Рис. 2.1 – Блок-схема модулей, с которыми взаимодействует ВЧРП

3. Система управления: режимы, сигналы и принципы работы

Система управления ПЧ организована на основе дискретных управляющих сигналов (входные и выходные команды), реализующих полный цикл управления электроприводом.

Основные входные сигналы (от оборудования/оператора к ПЧ):

- Команды управления (Пуск, Стоп, Сброс, Аварийный останов)
- Сигналы переключения режимов (Местный/Дистанционный, ПЧ/Сеть, Прямое/Реверс)
- Сигналы контроля состояния вспомогательных систем (возбудитель, выключатели)
- Запросы синхронизации и переключения источников

Основные выходные сигналы (от ПЧ к системе управления/индикации):

- Сигналы состояния ПЧ (Работа, Авария, Готовность, Предупреждение)
- Управляющие сигналы для коммутационной аппаратуры (включить/отключить выключатели)
- Сигналы управления вспомогательными системами (возбудитель, синхронизация)
- Сигналы синхронизации и синхроископа

Для каждого сигнала предусматривается возможность контроля выхода за установленные пределы и возврата сигнала, в норму. Выход за пределы (возврат в норму) квалифицируется как событие в том числе выход за аварийный предел квалифицируется как тревога. События регистрируются в системе с присвоением метки времени, отображаются на экранах операторских станций.

3.1 Сценарий: переключение ручки режима с местного на дистанционный

Для примера рассмотрим механизм переключения режима управления с местного на дистанционный.

Этап 1: Начальное состояние (Режим Местный)

Параметр	Значение	Описание
Положение ручки режима	МЕСТНЫЙ	Ручка ориентирована на позицию "МЕСТНЫЙ"
Уровень сигнала на входе	LOW (0В)	Контакт выключателя разомкнут
Текущий режим управления (в ПО)	Местный	ПО использует входные данные с кнопок панели
Активный источник команд	Кнопки панели управления	Пуск/Стоп вводятся оператором вручную
Выход "Режим местный/дистанционный"	НЕАКТИВЕН (разомкнут)	На выходе релейного контакта — разомкнутая цепь

Этап 2: Физическое действие (Оператор поворачивает ручку)

Временной момент	Физическое событие	Контакт выключателя
t = 100 мс	Начало поворота	Ещё разомкнут (LOW)
t = 150 мс	Ручка в промежуточном положении	Переходное состояние (может быть дребезг)
t = 200 мс	Ручка достигла положения "ДИСТАНЦИОННЫЙ"	Контакт начинает замыкаться
t = 210 мс	Контакт замкнулся	Уровень сигнала HIGH (24В)

Этап 3: Дребезг контактов

При переключении электромеханического переключателя возникает дребезг — серия быстрых замыканий и размыканий контакта. Дребезг длится обычно 20–100 мс.

Этап 4: Фильтрация дребезга

Процесс фильтрации:

Время (мс)	Сырой сигнал	Результат фильтра	Действие
t=200	LOW→HIGH	Обнаружено изменение, запущен таймер	Ждём 50 мс
t=205	HIGH→LOW (дребезг)	Таймер сброшен	Ждём 50 мс
t=210	LOW→HIGH	Таймер сброшен	Ждём 50 мс
t=215	HIGH→LOW (дребезг)	Таймер сброшен	Ждём 50 мс
t=220	LOW→HIGH	Таймер сброшен	Ждём 50 мс
t=230	HIGH (стабилен)	—	—
t=280	HIGH (прошло 50 мс стабильно)	Фильтр принял значение HIGH	Вызывается обработчик события

Этап 5: Обработка события изменения режима

После того как фильтр подтверждает изменение, вызывается обработчик события

Этап 6: Обновление входных/выходных сигналов

На дискретном выводе “Режим работы” устанавливается высокий уровень сигнала (HIGH) – дистанционное управление.

Этап 7: Логирование события

ПО записывает событие в журнал событий

Этап 8: Переход в режим дистанционного управления

После полного переключения режима ПО работает в новой конфигурации:

Функция	Статус	Описание
Дистанционное управление	АКТИВНО	ВЧРП управляется дистанционно
Выходной сигнал “Режим дист.”	HIGH	Внешняя система видит, что ПЧ находится в дистанционном режиме
Текущий алгоритм управления	Без изменений	Текущий алгоритм продолжает работать, изменился только источник команд
Вывод на экран (если входит в комплектацию)	Информационный	“ДИСТАНЦИОННЫЙ РЕЖИМ”

Интерфейсы связи	АКТИВНЫ	RS-485 (Modbus) работает независимо от режима
------------------	---------	---



Рисунок 3.1 – Диаграмма обработки входных сигналов

3.2 Аварийные режимы

В системе ПО VCHRP реализована двухуровневая система сигнализации о проблемах в работе ПЧ:

- **Авария ПЧ** — критическое состояние, требующее немедленного останова

- **Предупреждение ПЧ** — предупредительное состояние, при котором ПЧ может продолжать работу

Оба сигнала используют релейные выходы (НО контакты) для информирования внешних систем управления и панелей индикации.

Авария ПЧ — это критическое состояние системы, при котором ПЧ неспособен нормально управлять двигателем и должен немедленно перейти в безопасное состояние (отключение, торможение).

Предупреждение ПЧ — это состояние, при котором ПЧ продолжает работу, но параметры приближаются к опасным значениям или обнаружена потенциальная проблема, требующая внимания оператора. ПЧ остаётся полнофункциональным, но нуждается в корректирующих действиях.

Параметр	Авария ПЧ	Предупреждение ПЧ
Степень серьёзности	Критическая	Предупредительная
Управление двигателем	Останавливается	Продолжается normally
Выходной сигнал	"Авария ПЧ" (красный)	"Предупреждение ПЧ" (жёлтый)
Напряжение выхода	0 В	Номинальное или снижено
LED индикация	Красный, мигающий	Жёлтый, постоянный
Звуковая сигнализация	ВКЛЮЧЕНА (приоритет)	Может быть отключена
Двигатель	Останавливается	Работает, возможно снижение мощности
Требует действия	срочно	В течение некоторого времени
Автоматическое отключение	Нет (требует сброса)	Да (при исчезновении причины)
Передача на SCADA	Да, критическое сообщение	Да, информационное сообщение
Таймер диагностики	Немедленное срабатывание	Зависит от типа
Возврат к работе	Требует ручного сброса	Автоматический

Оба типа событий полностью логируются.

4. Управление электродвигателем

Плавное управление двигателем в ПО VCHRP обеспечивается за счёт широтно-импульсной модуляции (ШИМ) с точным регулированием рабочего цикла сигналов, подаваемых на силовую часть. При этом плата управления задаёт параметры импульсов, которые подаются непосредственно с платы ШИМ.

Как реализуется плавное управление:

1. Настройка параметров разгона и торможения

ПО содержит заранее заданные и настраиваемые параметры плавного изменения скорости: время разгона, время торможения, профиль изменения (например, S-образный или линейный).

2. Получение команд на изменение скорости или пуска/остановки

Команды подаются либо с панели управления (местный режим), либо дистанционно (Modbus и др.).

3. Расчёт текущего шага изменения частоты

На каждом цикле управления производится вычисление текущего задания частоты в зависимости от времени с начала изменения по установленному профилю. Это позволяет избегать резких скачков и плавно доводить значение до заданного.

4. Расчёт рабочего цикла ШИМ

На основе текущей желаемой частоты и других контролируемых параметров (напряжение, ток) ПО рассчитывает требуемую скважность импульса — отношение времени включения импульса к периоду. Чем выше скважность, тем выше среднее напряжение, подаваемое на двигатель.

5. Генерация управляющих сигналов для платы ШИМ

На основе рассчитанного рабочего цикла формируется последовательность управляющих параметров (например, длительность включения каждого из трех фазных ключей) и передаётся на плату ШИМ.

При этом соблюдаются ограничения на минимальный и максимальный рабочий цикл, мёртвое время переключения ключей и синхронизация с сигналами обратной связи

6. Обратная связь и корректировка

ПО получает данные с датчиков тока, напряжения и положения, анализирует реальные параметры работы двигателя, и при необходимости корректирует параметры ШИМ для обеспечения стабильного, плавного и эффективного управления.

7. Защита и безопасность

Если в ходе работы обнаруживаются перегрузки, искривления сигнала, перегревы или несоответствия, идет автоматическое снижение заданного рабочего цикла или активация защитных механизмов, предотвращающих резкие переходы, обеспечивая безопасность двигателя и оборудования.