

Петренко, Ю. Н. Программное управление технологическими комплексами в энергетике: учебное пособие для вузов / Ю. Н. Петренко, С. О. Новиков, А. А. Гончаров. — Минск: Вышэйшая школа, 2013. — 406, [1] с.: ил. — (ВУЗ: студентам учреждений высшего образования). — Библиогр.: с. 398-401.

УДК 621.31:658.5.012:004.9(075.8) ББК 31

Ч/31 — 2 экз.

Рассматривается реализация проектов систем управления технологических комплексов на основе ПЛК. Описаны языки программирования ПЛК: RKC, LAD, FBD, STL, SCL, GRAPHSET, SFC, CFC.

Рассматриваются промышленные компьютерные сети, объединяющие ПЛК, интеллектуальные датчики и исполнительные устройства на основе технологий PROFINet, FIELDbus и PROFibus.

Изложены приемы и правила работы в системе программирования CoDeSys.

Для студентов учреждений высшего образования по энергетическим специальностям.

Будет полезно специалистам, занимающимся разработкой дискретных систем управления технологических комплексов.

Ю.Н. Петренко С.О. Новиков
А.А. Гончаров

ПРОГРАММНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Допущено
Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов
учреждений высшего образования
по энергетическим специальностям



Минск
«Вышэйшая школа»
2013

Оглавление

Предисловие	3
Список сокращений	5
Введение	7
Глава 1. Проектирование систем автоматизации	14
1.1. ПЛК как универсальное средство автоматизации	14
1.2. Порядок синтеза систем автоматизации	17
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	19
Глава 2. Цикловое программное управление технологическими комплексами	19
2.1. Функциональный состав цикловых систем программного управления	19
2.2. Способы формализации работы технологического оборудования	22
2.2.1. Таблицы истинности	24
2.2.2. Таблицы состояний	26
2.2.3. Циклограммы	27
2.2.4. Граф-схемы алгоритмов работы	31
2.2.5. Блок-схемы алгоритмов	32
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	33
Глава 3. Программное обеспечение ПЛК	34
3.1. Обзор языков программирования	34
3.2. Язык РКС	43
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	54
Глава 4. Расширение функциональных возможностей языка РКС: LAD и FBD	55
4.1. Операции бинарной логики	55

4.2. Функции для работы с памятью	70
4.3. Функции передачи	91
4.3.1. Блочный элемент MOVE	92
4.3.2. Перемещение операндов	95
4.4. Таймеры	95
4.4.1. Программирование таймера	97
4.4.2. Запуск таймера	99
4.4.3. Последовательность операций с таймерами	102
4.4.4. Импульсный таймер	103
4.4.5. Таймер задержки включения	104
4.4.6. Таймер задержки выключения	105
4.5. Счетчики	107
4.6. Функции сравнения	114
4.7. Арифметические функции	119
4.7.1. Обработка арифметической функции	120
4.7.2. Вычисления с типом данных INT	124
4.8. Функции преобразования	125
4.8.1. Обработка функции преобразования	125
4.8.2. Преобразование чисел типов INT и DINT	129
4.8.3. Преобразование чисел типа BCD	130
4.9. Обозначение функций (инструкций) для различных моделей ПЛК	131
<i>Контрольные вопросы и задания по языкам LAD – FBD</i>	134
Глава 5. Языки программирования STL и SCL	141
5.1. Двоичные логические операции в STL	141
5.2. Операции с памятью	153
5.3. Функции таймеров	166
5.4. Функции счетчиков	178
5.5. Операторы управления в языке SCL	183
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	189
Глава 6. Язык S7-GRAPH	189
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	197
Глава 7. Автоматизация производства на основе промышленных сетей ПЛК	197
7.1. Промышленная сеть PROFINet	197
7.1.1. Распределенные полевые устройства	203
7.2. Распределенная автоматизация	207
7.3. Коммуникации в PROFINet	211

7.4. Инсталляция сети	217
7.5. Топологии сетей	217
7.6. Технология PROFinet: кабели, розетки, коннекторы и коммутаторы	220
7.7. Интеграция с ИТ (Internet Technologies)	222
7.7.1. Интеграция систем полевых шин	226
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	230
Глава 8. Проектирование дискретной системы управления силовым столом	230
8.1. Общая компоновка станка для многопозиционной обработки	230
8.1.1. Циклограмма работы силового стола	231
8.1.2. Таблица функциональных назначений	233
8.1.3. Управляющая программа в символах РКС	235
8.1.4. Схема подключения входов и выходов	237
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	242
Глава 9. CoDeSys – система программирования ПЛК в стандарте МЭК 61131-3	242
9.1. Пишем первую программу	244
9.2. Визуализация	252
9.3. Контроль качества выполненных работ	255
<i>Контрольное задание</i>	258
Глава 10. Данные и переменные в CoDeSys	258
10.1. Типы данных	258
10.2. Элементарные типы данных	259
10.2.1. Целочисленные типы	259
10.2.2. Логический тип	261
10.2.3. Действительные типы	262
10.2.4. Интервал времени	262
10.2.5. Время суток и дата	263
10.2.6. Строки	264
10.2.7. Иерархия элементарных типов	265
10.3. Пользовательские типы данных	265
10.3.1. Массивы	265
10.3.2. Структуры	267
10.3.3. Перечисления	269
10.3.4. Ограничение диапазона	270
10.3.5. Псевдонимы типов	270
10.4. Переменные	272

10.4.1. Идентификаторы	272
10.4.2. Распределение памяти переменных	273
10.4.3. Прямая адресация	274
10.4.4. Поразрядная адресация	276
10.4.5. Преобразования типов	277
10.4.6. Особенности вычислений	278
10.4.7. Венгерская запись	282
10.4.8. Формат BCD	284

Глава 11. Языки SFC и CFC стандарта МЭК 61131-3

в CoDeSys	285
11.1. Проблема программирования ПЛК	285
11.2. ПЛК как конечный автомат	287
11.3. Сети Петри	289
11.4. SFC-диаграммы	291
11.5. Последовательные функциональные схемы (SFC)	292
11.5.1. Шаги	292
11.5.2. Переходы	293
11.5.3. Начальный шаг	293
11.5.4. Параллельные ветви	294
11.5.5. Альтернативные ветви	295
11.5.6. Переход на произвольный шаг	296
11.6. Упрощенный SFC	297
11.6.1. Входные и выходные действия	298
11.6.2. Механизм управления шагом	298
11.7. Стандартный SFC	300
11.7.1. Классификаторы действий	301
11.7.2. Действие – переменная	305
11.7.3. Механизм управления действием	306
11.7.4. Внутренние переменные шага и действия	308

Глава 12. Функциональные блоки и программы SFC 309

12.1. Отладка и контроль исполнения SFC	311
12.2. Пример реализации последовательного управления по времени (PRG LD, SFC)	312
12.3. Пример управления реверсивным приводом (SFC)	314

Глава 13. Графический редактор CFC 319

13.1. Наиболее важные команды редактора CFC	319
13.1.1. Соединение элементов	319
13.1.2. Удаление линий соединения	321
13.1.3. Вставка входов-выходов «на лету»	321

13.1.4. Порядок выполнения схемы	322
13.1.5. Обратные связи CFC	322
13.2. CFC в режиме Online	323
13.2.1. Мониторинг	323
13.2.2. Контроль потока	324
13.2.3. Точки останова	324
13.2.4. Метка Return	324
13.2.5. Выполнение программы по шагам	324

Глава 14. Примеры реализации в CoDeSys элементов систем управления 324

14.1. Регулятор	324
14.2. Широтно-импульсный модулятор на базе таймера	332
<i>Контрольные задания по гл. 10–14</i>	<i>335</i>

Глава 15. Имитационные и управляющие модели систем управления электроприводами 336

15.1. Имитационная модель управления шаговым двигателем ..	336
15.1.1. Описание шагового двигателя	336
15.1.2. Двигатели с переменным магнитным сопротивлением	337
15.1.3. Двигатели с постоянными магнитами	338
15.1.4. Гибридные двигатели	339
15.1.5. Биполярные и униполярные шаговые двигатели	341
15.1.6. Построение программных моделей	346
15.1.7. Результаты работы программы	354
15.1.8. Руководство по эксплуатации	356
15.1.9. Практический пример системы управления шаговым двигателем на основе микроконтроллера семейства AVR ...	359
15.2. Обзор возможностей системы CoDeSys 3.0	362
15.2.1. Система расширения реального времени	362
15.2.2. Работа с файлами в системе CoDeSys 3.0	363
15.2.3. Объектно-ориентированные расширения МЭК 61131-3	364
15.3. Имитационная модель управления ДПТ	370
15.3.1. Основные формулы, используемые при управлении ДПТ	370
15.3.2. Система управления ДПТ с ПИД-регулятором	372
15.3.3. Подключение силового ключа к выходу ШИМ	374
15.4. Реализация и анализ системы управления ДПТ	375
15.4.1. Разработка системы управления ДПТ в среде CoDeSys 3.0. Проектирование структуры системы управления	375

15.4.2. Технические характеристики двигателя	376
15.4.3. Статическая модель предмета разработки	377
15.4.4. Диаграммы изменения основных характеристик ДПТ и управляющих сигналов ПЛК	381
Задачи и упражнения	388
Примеры задач	396
Литература	398