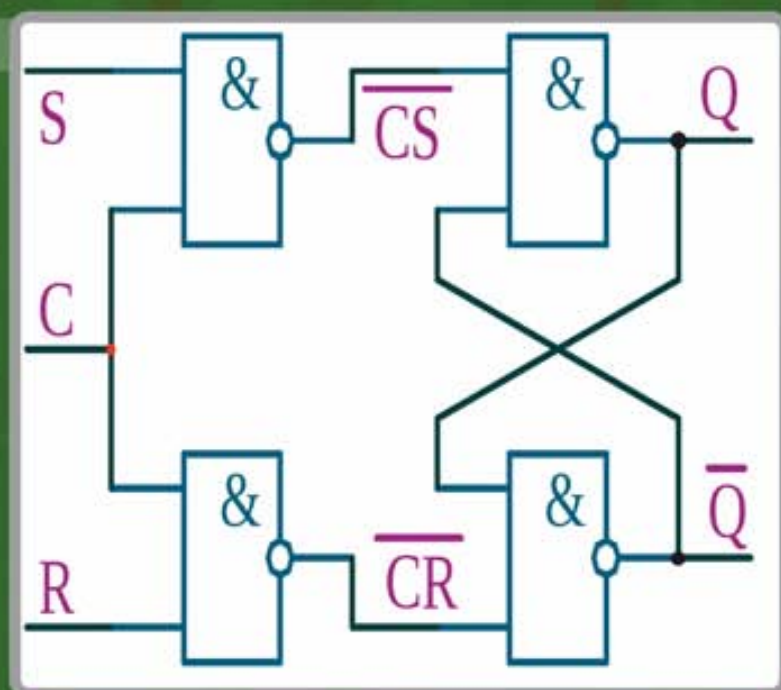


М. И. Стальная, С. Ю. Еремочкин

СИНТЕЗ ДИСКРЕТНЫХ САУ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Учебное пособие



ООО «МЦ ЭОР»
Барнаул - 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет
им. И. И. Ползунова»

ООО «Межрегиональный центр электронных образовательных ресурсов»

М. И. Стальная, С. Ю. Еремочкин

СИНТЕЗ ДИСКРЕТНЫХ САУ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Учебное пособие

Рекомендовано Межрегиональным центром электронных образовательных ресурсов к сертификации и государственной регистрации в качестве издания для вузов



ООО «МЦ ЭОР»

Барнаул • 2018

УДК 681.511.013:62-83 (075.8)

Стальная М. И. Синтез дискретных САУ электропривода [Текст] : учебное пособие / М. И. Стальная, С. Ю. Еремочкин. – Барнаул : ООО «МЦ ЭОР», 2018. – 51 с.

ISBN 978-5-6040354-0-5

В данном учебном пособии рассмотрены методы анализа релейно-контакторных схем и синтеза дискретно-логических систем автоматического управления. Также приведены примеры и различные варианты выполнения систем автоматического управления на дискретно-логических элементах электропривода с синхронно-шаговым двигателем. Рассмотрены вопросы аналитического нахождения записи алгебрологических уравнений для систем автоматического управления с обратными связями и памятью.

Рецензент: д.т.н., профессор А. А. Багаев,
ФГБОУ ВО Алтайский государственный аграрный университет.

ISBN 978-5-6040354-0-5



© Стальная М. И., Еремочкин С. Ю., 2018
© ООО «МЦ ЭОР», 2018

Содержание

Введение.	4
1. Синтез УЛУ.	8
2. Методы синтеза СУ	12
2.1. Синтез СУ по словесному алгоритму	12
2.2. Приемы составления математического описания релейно-контакторных схем. Особенности	15
2.3. Составление математического описания релейно-контакторных сложных САУ.	18
2.4. Нахождение математического описания САУ на ЛЭ	29
2.5. Синтез САУ с обратными связями	30
3. Примеры синтеза САУ на основе СШД.	34
3.1. Коммутатор шагового двигателя.	35
3.2. Реверсивные распределители импульсов.	38
3.3. Методы дробления шага.	40
3.4. Естественное дробление шага.	40
3.5. Искусственное дробление шага.	42
3.6. Стартстопный режим работы электропривода с СШД.	43
3.7. Стартстопное управление СШД с дроблением шага	45
3.8. Электропривод СШД с программным разгоном.	46
3.9. Привод с шаговым двигателем в режиме самокоммутации.	48
Заключение.	50
Литература.	51

Введение

Синтез автоматических систем управления (АСУ) начинается с технического задания (ТЗ). Синтез дискретных автоматических систем управления электропривода, производимый даже по четко сформулированному ТЗ, в общем виде имеет бесчисленное множество решений. Во-первых, из-за многообразия технических решений по объекту управления; во-вторых, из-за разнообразных решений по АСУ объектом; в-третьих, из-за разнообразных способов реализации СУ. Например, надо разработать АСУ, обладающую точностью 0,1%, быстродействием $\sim 0,1$ с, перерегулированием 10%, определенной устойчивостью (с запасом по амплитуде – 12...8 дБ и по фазе – 35°), времени достижения первого максимума – 0,04 с, колебательностью – 2 и т.д. Здесь сразу же возникает вопрос. На каком объекте все эти начальные показатели необходимо достигнуть (реализовывать): на баке с водой, электровозе, в печи, прокатном стане, котле и т.д. и т.п. Т.е. уже тут возникает бесчисленное множество решений. При этом, чтобы сузить задачу синтеза, всегда на первом этапе обозначают объект, для которого будет создаваться АСУ. Тогда задачу синтеза АСУ можно разбить на десять основных этапов (рисунок 1.1).

На первом этапе осуществляется выбор объекта, для которого разрабатывается АСУ: (трубопровод, электродвигатель, котел, станочная линия, бак с водой, мартеновская печь и т.д.

На втором этапе определяются исходные величины:

1. определяют выходную величину, которая варьируется в результате управления. Например, для бака с жидкостью это: уровень жидкости, температура, концентрация рассола, давление жидкости и т.д.;

2. определяется входная величина, которая будет воздействовать (управлять, регулировать) на выходную величину. Это: или изменение U , I , R , f , M , или притока жидкости, или расхода горючего, или концентрации рассола, или подогрев, или охлаждение, например, для получения жидкого азота и т.д.;

3. Задаются (определяются) технические условия (ТУ) или техническое задание (ТЗ) качественных показателей на выходную (управляемую) величину: быстродействие перерегулирование, точность, устойчивость и т.д..

На третьем этапе производится выбор способа управления:

1. разработка СУ производится в соответствии с ТЗ, при этом выбирают метод управления: по программе, по копиру, по стабилизации, по возмущению, по регулированию, оптимальное, экстремальное, адаптивное (самообучающееся, самонастраивающееся, самоорганизующее) и т.д.;

2. в соответствии с принятым методом управления разрабатывают алгоритм управления;

3. в соответствии с разработанным алгоритмом управления выбирают способ реализации управления на аналоговых или дискретных элементах;

4. если выбран метод реализации алгоритма управления на дискретных элементах, то выбирают базис дискретных элементов (полупроводниковых, пневматических, релейно-контакторных, гидравлических, лазерных и т.д.);

5. определяется количество, тип и установка дополнительных датчиков, необходимых для функционирования разработанный СУ, а также, если необходимо, то и установку различных преобразователей, при этом определяют типы силовых управляемых преобразователей, интерфейсы для преобразования и передачи сигналов с датчиков на СУ и с СУ на исполнительные устройства.

На четвертом этапе разрабатывается устройство логического управления:

1. если управление простое и цель управления не меняется, то СУ выполняется на основе элементарной априорной информации с использованием отработанных и известных элементарных (релейно-контакторных, транзисторных, диодно-транзисторных и т.д.) логических блоков или жесткого микропроцессора, т.е. разрабатывается принципиальная электрическая схема УЛУ;

2. если предполагается ограниченное число изменений программы и целей управления, а сама САУ не очень сложная, то желательно использовать модульную, жесткую микропроцессорную структуру со съемными платами (модулями);

3. если закон управления и алгоритм, сложные и в процессе работы возможны нечастые изменения законов управления или целей управления, то лучше использовать микроконтрольное управление, а для этого необходимо составить математического описание процесса управления;

4. если предполагается частое изменение программ управления и целей управления, то необходимо использовать вычислительные устройства (микроЭВМ, перепрограммируемые микроконтроллеры, микропроцессоры ремиконты и т.д.);

5. производится монтаж СУ с использованием съемных печатных плат. Составляется общая монтажная схема соединений.

На пятом этапе решается вопрос обеспечения качественных показателей САУ:

1. составляется математическое описание отдельных элементов и объекта управления САУ и находятся их передаточные функции;
2. определяется способ управления регулирования или поддержания выходных величин. Это разомкнутый или замкнутый способ управления, регулировка, по возмущению или по управлению, а также подчиненное или неподчиненное, перекрестное или не перекрестное регулирование;
3. уточняется место расположения датчиков входных и выходных величин и сравнивающих устройств;
4. составляется общая структурная схема САУ и ее математическое описание и проверка САУ на устойчивость, а также по динамическим и статическим, качественным показателям;
5. в случае несоответствия существующих (исходных) качественных показателей с заданными значениями в ТЗ производится расчет и реализация корректирующих устройств методом последовательной или параллельной коррекции;
6. дополнительно монтируются в САУ корректирующие звенья, и уточняется монтажная схема всей САУ.

На шестом этапе проводится экспериментальное исследование:

1. на самом объекте по заранее обговоренной программе производится экспериментальное исследование разработанной САУ. Но это не всегда возможно, как с технической точки зрения, например, (часы – хрупкий механизм, атомная электростанция - большая опасность), так и с экономической точки зрения (гидроэлектростанция – строить ее только для экспериментов весьма накладно);
2. эксперименты можно проводить: на моделях (точных, или с «выдержкой основных параметров) или блочных, или поэлементарных. Например – при большой мощности выключателей делают эксперименты отдельно на большое U и отдельно на большие токи.

На седьмом этапе выполняется диагностика и разработка тест-программ.

Восьмой этап – оценка и повышение надежности синтезированной АСУ.

Девятый этап предполагает составление описания работы САУ и инструкции пользователя.

На десятом этапе осуществляется составление технической документации на разработанную САУ.

В данном курсе более подробно будут рассмотрены методы синтеза дискретно-логических систем автоматического управления, т.е. устройств логического управления (УЛУ).

1. Синтез УЛУ

Первоочередной задачей синтеза УЛУ является получение алгебрологических выражений (составление математического описания) для выходных и промежуточных переменных. Полученные выражения затем реализуются или в виде программного управления объектом или используются для построения принципиальных электрических схем, содержащих минимальное количество элементов дискретного действия.

В результате выполнения синтеза по алгебрологическим уравнениям возможно получение нескольких функционально равносильных вариантов как программной, так и схемной реализации. Это происходит потому, что задача нахождения одного единственного оптимального варианта является задачей многофакторной, причем в ряде случаев с взаимоисключающими требованиями. К факторам, влияющим на конечную реализацию, относятся: или микропроцессорный базис, или язык программирования, или принятый закон оптимальности, или показатели надежности, устойчивости, или экономические и технические показатели (габариты, стоимость, КПД и т.д.).

На рисунке 1.2 показана пооперационная блок-схема синтеза дискретных УЛУ состоящая из 5 (I-V) этапов. Из рисунка 1.2 видно, что синтез УЛУ начинается с I этапа – технического задания на УЛУ, т.е. с подготовки технических данных с учетом особенностей данного производства.

Особенности производства

1. Предварительно изучается технологический процесс с точки зрения завершенности работ по его механизации и подготовленности к автоматизации, так как может быть, что в бак с водой кто-то кружечкой доливал воду для поддержания уровня воды в баке.

2. Уточняется последовательность операций, и необходимые задержки по времени (в числовом выражении).

3. Устанавливаются (уточняются, определяются) параметры, подлежащие контролю, в ходе технологического процесса и уточняются цифровые показатели.

4. Выбираются средства САК и САЗ (автоматического контроля и защиты).

5. Большое внимание должно быть уделено выбору датчиков входных, выходных, промежуточных сигналов.

6. Должны быть тщательно проанализированы и определены условия возникновения и исчезновения входных сигналов.

7. Производится выбор исполнительных элементов, воспринимающих входные и выходные сигналы СУ.

8. В поточно-транспортных системах и поточных линиях устанавливается необходимость дистанционного и местного управления работой технологического оборудования.

9. Определяются требования к выбранным видам управления (местного или дистанционного).

10. Местное управление предусматривается в связи с необходимостью включения отдельных механизмов при ремонтно-наладочных работах, установочных операциях и т.д. При местном управлении не должны действовать взаимные блокировки между схемами отдельных механизмов и устройств.

11. Дистанционное управление предусматривается в случае, если намечается централизованный контроль за техническим процессом или в случае территориальной разбросанности элементов объекта управления (нефтяные скважины, прокатные станы, станочно-технологические линии, гидроагрегаты). Тогда дистанционное управление осуществляется с единого пульта управления.

12. Рассматриваются требования к предупреждающей, исполнительной, аварийной сигнализации.

13. При определении значений и величин показателей технологического процесса и условий протекания процесса необходимо руководствоваться действующими правилами и нормами Госстандарта, а также ведомственными техническими условиями на проектирование САУ и контроля технологических процессов, например, в Индии - одни условия (жара, влажность), на севере другие условия (низкая температура, короткий день), а также блокировок, сигнализации (например, в обществе глухих незачем ставить звуковую сигнализацию, а во взрывоопасных помещениях нельзя использовать звонки с разрывающейся электрической цепочкой, из-за искры и дуги) и т.п.

14. Кроме того, необходимо изучить инструкции по обслуживанию оборудования заводов-изготовителей в целях выявления специфических технологических условий, предъявляемых к управлению и контролю при эксплуатации этого оборудования.

В результате вышеперечисленной подготовительной работы уточняют выданное ТЗ и переходят к составлению или технологической блок-схемы автоматизации процесса или составлению словесного алгоритма работы, проектируемой САУ.

Например, технологическая блок-схема приготовления смеси для изготовления панельных плит имеет следующий вид (рисунок 1.3).

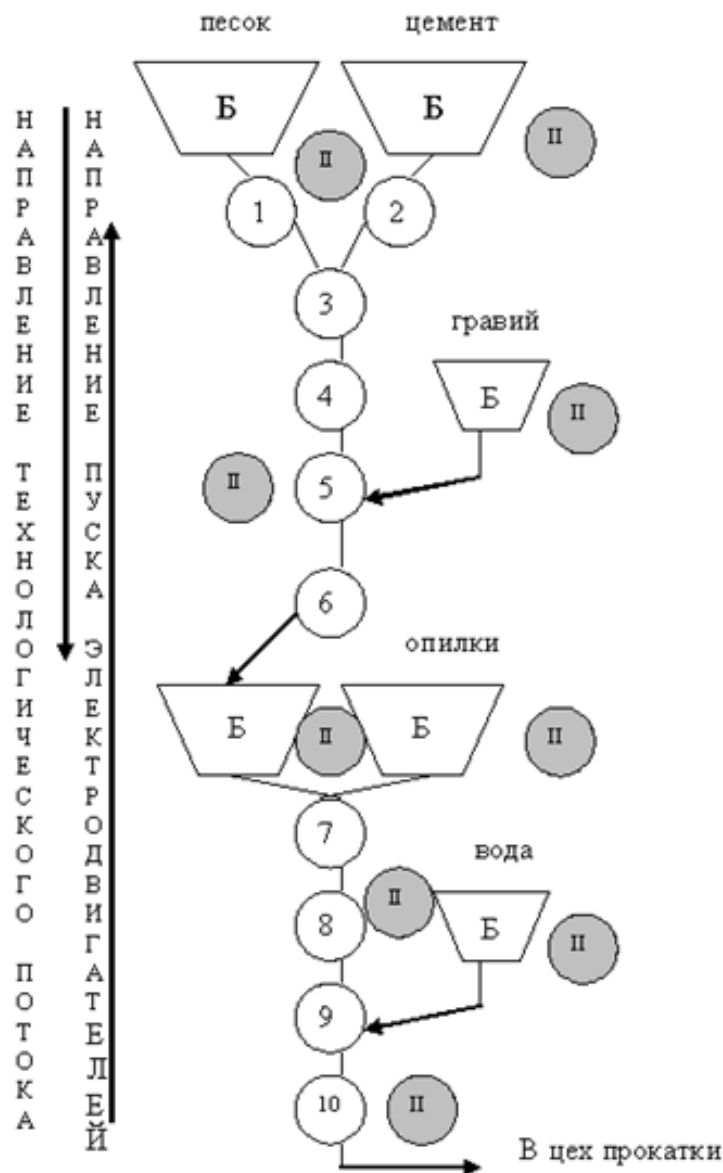


Рисунок 1.3 – Б – бункеры накопители; 1, 2 – питатели ленточные (транспортеры); 3 – смеситель; 4 – элеватор, 5 – гравий- шнековой смеситель; 6 – ленточный конвейер; 7 – шнек-смеситель; 8 – ленточный транспортер; 9 – бетономешалка; 10 – элеватор; 11 – датчики

Затем в соответствии с составленной технологической блок-схемой (рисунок 1.1) переходят ко II этапу синтеза (рисунок 1.2), на котором используется один из 9 наиболее часто используемых на практике методов формализованной записи работы разрабатываемой АСУ, с помощью которой в дальнейшем находят математическое описание всей комплексной АСУ технологическим объектом (процессом).

**Мая Ивановна Стальная,
Сергей Юрьевич Еремочкин**

СИНТЕЗ ДИСКРЕТНЫХ САУ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Учебное пособие

Издано в авторской редакции

Подписано в печать 12.03.2018. Формат 60х84 1/16.

Печать – цифровая. Усл.п.л. 3,02.

Тираж 50 экз. Заказ 2018 –

**Издательство ООО «МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ»**

Россия, 656043, Алтайский край,

г. Барнаул, ул. Ползунова, 40.

тел.: +7 (923) 009-72-08, e-mail: einfo@mail.ru

<http://mceor.ru/>

Отпечатано в типографии АлтГТУ,

656038, г. Барнаул, пр. Ленина, 46,

тел. : (8-3852) 29-09-48

Лицензия на полиграфическую деятельность

ПЛД №28-35 от 15.07.1997 г.