

# МНОГОЗОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ГРУППОЙ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ С АВТОМАТИЧЕСКИМ ПЕРЕВОДОМ СИЛОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В РЕЖИМ ХОЛОДНОГО РЕЗЕРВА

Л.И. Цытович, О.Г. Терещина  
г. Челябинск, ЮУрГУ

**Рассмотрена многозонная система управления группой электроприводов переменного тока циркуляционных механизмов, например, водяных насосов с автоматическим переключением силового электрооборудования в режим холодного резерва. Приведены структурная схема системы и таблица кодовых состояний регулятора на основе многозонного интегрирующего развертывающего преобразователя.**

Одним из методов повышения надежности электрооборудования технологических комплексов является холодное резервирование [1], при котором один из технологических механизмов или их группа отключаются от напряжения сети на интервале времени, когда данные механизмы не участвуют в технологическом процессе. Типичным примером подобных систем являются электроприводы насосных станций водоснабжения, содержащие несколько параллельных каналов, работающих по принципу многозонного регулирования [2]. При этом один из каналов осуществляет плавное регулирование заданной величины, например, давления в водной магистрали, а остальные - функционируют в режиме повторно-кратковременных включений в зависимости от результирующего давления в диктующей точке системы водоснабжения. Однако находящиеся в нерабочем состоянии электроприводы и их силовые преобразователи с системой управления остаются постоянно подключенными к напряжению сети, что снижает общий ресурс безотказной работы системы управления в целом.

Ниже рассматривается принцип построения многозонной интегрирующей системы управления группой электроприводов водяных насосов, в которой производится автоматический перевод в режим холодного резерва силового электрооборудования тех каналов регулирования, которые на данном отрезке времени не участвуют в ходе выполнения требований технологического процесса.

Упрощенная структурная схема системы управления (рис. 1) содержит многозонный интегрирующий развертывающий преобразователь (МРП) на основе сумматоров  $\sum_1, \sum_2$ , интегратор И с постоянной интегрирования  $T_{\text{И}}$  и нечетное число ( $n \geq 3, 5, 7, \dots$ ) релейных элементов РЭ1 - РЭ5 (в дальнейшем ограничимся числом  $n = 5$ ) с симметричной относительно нуля петлей гистерезиса и порогами переключения удовлетворяющими условию  $|b_1| < |b_2| < \dots < |b_5|$ , где индекс при «b» соот-

ветствует порядковому номеру РЭ. Подробно режимы работы МРП рассмотрены в работе [3].

В установившемся режиме РЭ2-РЭ5 находятся в статическом положении, причем их выходные сигналы равны  $\pm A/n$ , а в режиме устойчивых автоколебаний функционирует РЭ1, имеющий наименьшее значение порогов переключения. Скважность выходных импульсов РЭ1 в каждой из модуляционных зон пропорционально сигналу управления и выделяется с помощью сглаживающего фильтра первого порядка  $\Phi$ . Число модуляционных зон МРП равно  $z = (n+1)/2$  (в данном случае  $z = 3$ ).

Кроме МРП в состав системы входят исполнительные асинхронные электродвигатели М1 - М3, причем М1 осуществляет плавное регулирование технологического параметра и управляется от преобразователя частоты ПЧ, а М2, М3 реализуют каналы дискретного управления, где функции силового преобразователя выполняют тиристорные регуляторы напряжения ТРН1, ТРН2 с контуром обратной связи по току статора электродвигателя, и производящие плавный пуск М2, М3 с ограничением пускового тока на уровне 2-3 номинальных значений. Сигнал задания для ПЧ формируется с выхода РЭ1 через фильтр  $\Phi$ . Сигналом запуска ТРИ служит выходной сигнал соответствующего из РЭ2, РЭ3 положительной полярности.

Статическое состояние РЭ2-РЭ5 («+A/n» или «-A/n») определяется величиной входного сигнала, переводящего МРП в соответствующую модуляционную зону. При этих условиях РЭ2-РЭ5 можно рассматривать в качестве источника кода, например, двоичного, где каждой модуляционной зоне выходного сигнала МРП соответствует своя кодовая комбинация или их группа.

Считаем, что положительному знаку сигнала на выходе РЭ2 - РЭ5 соответствует логическая «1», а отрицательному - логический «0». Кроме того, полагаем, что РЭ2 формирует значение младшего разряда, а состояние РЭ5 определяет

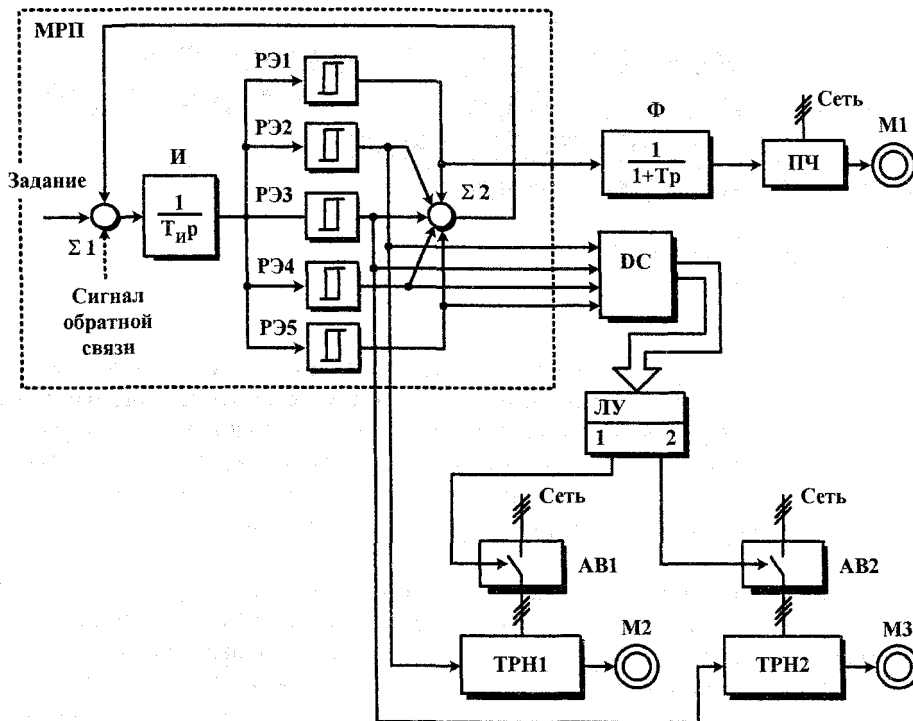


Рис. 1. Структурная схема многозонной системы управления группой электроприводов переменного тока с автоматическим переключением силового электрооборудования в режим холодного резерва

значение старшего разряда двоичного кода. Соответствие возможных кодовых комбинаций РЭ2-РЭ5 определенной модуляционной зоне (МЗ) МРП приведено в табл. 1. Эти комбинации определяются начальной ориентацией РЭ2 – РЭ5 при включении МРП. В зависимости от знака сигнала задания будем говорить о (+)МЗ и (-)МЗ, имея ввиду второй ( $X_{ВХ} > 0$ ) и четвертый ( $X_{ВХ} < 0$ ) квадраты амплитудной характеристики  $Y_0 = f(X_{ВХ})$  МРП соответственно. Здесь:  $X_{ВХ}$  – сигнал задания;  $Y_0$  – среднее значение выходного сигнала МРП.

Таблица 1  
Кодовые состояния релейных элементов МРП

Модуляционная зона	РЭ2	РЭ3	РЭ4	РЭ5	Десятичное число
МЗ1	1	1	0	0	12
	1	0	1	0	10
	1	0	0	1	9
	0	1	1	0	6
	0	1	0	1	5
	0	0	1	1	3
(+)МЗ2	0	1	1	1	7
	1	0	1	1	11
	1	1	0	1	13
	1	1	1	0	14
(+)МЗ3	1	1	1	1	15

Выключатели АВ1 и АВ2 осуществляют подключение ТРН1, ТРН2 к источнику электропитания. Разрешение на включения АВ1 и АВ2 формируется логическим устройством ЛУ в соответствии с кодом на входе дешифратора DC (рис. 2).

На рис. 2 показано при каких значениях кода на входе DC подключены (или отключены) к сети ТРН1 и ТРН2.

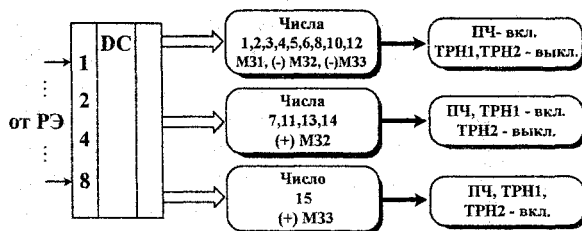


Рис. 2. Порядок включения/выключения ПЧ и ТРН

В соответствии с табл. 1 и рис. 2 ПЧ осуществляет плавную регулировку скорости вращения М1 пропорционально сигналу задания МРП во всех модуляционных зонах. В первой модуляционной зоне (+МЗ1) МРП работает только частотно-регулируемый канал ПЧ - М1, а ТРН1 и ТРН2 - выключены сигналом логического «0» на выходах «1» и «2» ЛУ. Во второй модуляционной зоне (+)МЗ2 второго квадрата амплитудной характеристики МРП на выходе «1» ЛУ появляется разрешение на включение питания для ТРН1, АВ1 замыкается, и ТРН1 запускается. И, наконец, в третьей модуляционной зоне (+)МЗ3 также включается ТРН2.

Таким образом, в рассмотренной системе управления к напряжению сети подключаются лишь те ТРН, которые должны работать в данной модуляционной зоне, другие при этом отключены от источника электропитания, что повышает ресурс безотказной работы системы управления.

Следует отметить, что данный принцип построения системы управления электроприводами целесообразно применять лишь в тех случаях, когда частота ее перехода из одной модуляционной зоны в другую, сопровождаемая режимом включения / выключения автоматических выключателей АВ1 и АВ2, не превышает единиц за сутки. В противном случае эффект повышения надежности системы за счет отключения ТТРН от сети будет утерян из-за снижения срока безотказной работы автоматических выключателей по причине их частой коммутации.

### Литература

1. Чернышев А.А. Основы надежности полупроводниковых приборов и интегральных микросхем. - М: Радио и связь, 1988. - 256 с.
2. Цытович Л. И. Многозонные развертывающие преобразователи: Учеб. пособие. - Челябинск: Полиграф, 1999. - 150 с.
3. А.с. 1418765 СССР, G06G7/12. Многозонный развертывающий преобразователь/ Цытович Л.И. (СССР). - № 4290238/24; Заявлено 20.10.87; Оpubл. 03.08.88, Бюл. № 31.

Цытович Леонид Игнатьевич, зав. кафедрой электропривода и автоматизации промышленных установок ЮУрГУ, докт. техн. наук, профессор. В 1970 г. окончил Рижский политехнический институт. В 1977 г. - очную аспирантуру при кафедре электропривода ЧПИ. Кандидатскую диссертацию защитил в 1979 г., докторскую - в 1996 г. Научное направление - информационно-измерительные устройства и комплексы систем управления технологическими процессами и автономными стационарными и транспортными системами.

Терещина Олеся Геннадьевна, аспирант кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок ЮУрГУ. Выпускница кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок ЮУрГУ 2004 г. Научное направление - многозонные интегрирующие развертывающие преобразователи и системы управления электроприводами на их основе.