

К ВОПРОСУ СИНТЕЗА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ

Развитие преобразовательной техники в настоящее время находит свое выражение и в большом количестве разрабатываемых устройств и принципов управления преобразователями. Одним из направлений в разработке систем управления является создание одноканальных систем управления. Принцип одноканального управления предусматривает уменьшение числа каналов фазового сдвига выходных импульсов, что снижает число операций по преобразованию информации и повышает точность преобразования. Структура ОСУ является более гибкой по сравнению со структурой многоканальных систем, что и привело к появлению большого числа одноканальных систем управления, отличающихся разнообразной структурой выполнений [1] .

Следует отметить два существенных недостатка, которые наблюдаются при разработке новых систем управления преобразователями. Во-первых, одноканальность систем управления по традиции рассматривается, как правило, только по отношению фазового сдвига различных выходных импульсов. Другие функции (например, ограничение углов открывания вентилей, формирование длительности и формы импульсов управления и так далее), выполняемые системой управления, не рассматриваются с точки зрения одноканальной их реализации. Во-вторых, реализация новых предлагаемых принципов управления с учетом всех выполняемых системой управления функций осуществляется не лучшим образом, так как отсутствует общий основополагающий подход к синтезу устройств управления.

В основу синтеза и анализа систем управления должно быть положено основное понятие, которое является общим для всех устройств управления преобразователями. Любая система управления содержит фазосдвигающее устройство, или фазосдвигающие ячейки (ячейки задержки). Поэтому вполне закономерно характеризовать работу системы управления через состояния фазосдвигающих ячеек. Для любой фазосдвигающей ячейки предпочтительно выделить два состояния. Первое — состояние отсчета угла, т.е. состояние от начала отсчета угла сдвига до момента окончания отсчета (появления сигнала на выходе фазосдвигающей ячейки). Второе — пассивное состояние, т.е. от момента окончания отсчета угла фазового сдвига до момента начала нового отсчета. Отражая состояния каждой фазосдвигающей ячейки двоичной переменной P ($P = 1$ — состояние отсчета, $P = 0$ — пассивное состояние), можно описать работу системы управления через состояния системы, каждому из

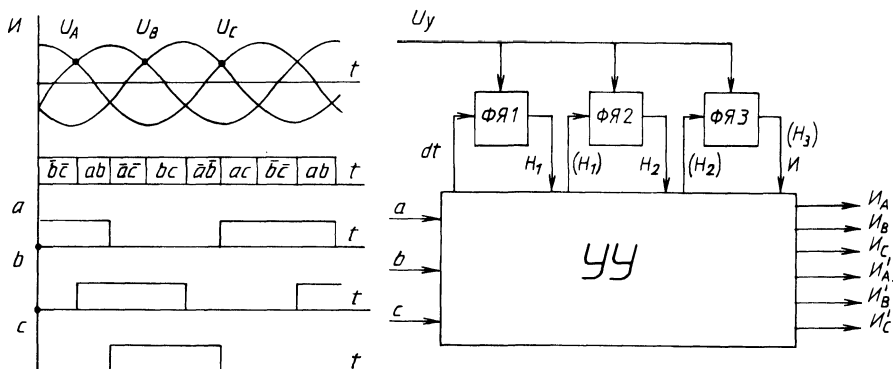


Рис. 1. Структурная схема системы управления.

которых соответствует упорядоченный набор переменных состояний фазосдвигающих ячеек.

Рассмотрим одноканальную синхронную систему управления с последовательным отсчетом углов фазового сдвига импульсов управления вентилями трехфазного мостового выпрямителя [2]. Синхронизирующие импульсы поступают на вход системы управления через 60° в моменты времени, соответствующие моментам естественного открывания вентилях трехфазного мостового выпрямителя. Число фазосдвигающих ячеек равно трем, т.е. минимальному числу при диапазоне изменения угла фазового сдвига импульса управления от 0° — до 180° (рис. 1). Примем за входные сигналы управляющего устройства УУ a, b, c сигналы длительностью 180° , соответствующие диапазону изменения углов открывания вентилях, т.е. временным интервалам анодных напряжений. На управляющие входы фазосдвигающих ячеек ФЯ1, ФЯ2, ФЯ3 подается управляющее общее напряжение управления U_y , определяющее (задающее) время сдвига (задержки) входного сигнала. Состояния фазосдвигающих ячеек описываются переменными P_1, P_2, P_3 , а их выходные сигналы H_1, H_2, H_3 также являются входными сигналами УУ. Входной сигнал dt для первой фазосдвигающей ячейки ФЯ1 формируется оператором d , отражающим изменение временных интервалов анодных напряжений: $dt = da + db + dc + da + db + dc$ или $dt = dt_1 + dt_2 + dt_3 + dt_4 + dt_5 + dt_6$, где $t_1 = ac$; $t_2 = bc$; $t_3 = ab$; $t_4 = a\bar{c}$; $t_5 = bc$; $t_6 = \bar{a}b$. Выходной сигнал третьей фазосдвигающей ячейки ФЯ3 I_3 (И) является сигналом, формирующим выходные импульсы управления $I_A, I_B, I_C, I'_A, I'_B, I'_C$, т.е. представляет собой одновременно и дизъюнкцию выходных импульсов:

$$И = I_A + I_B + I_C + I'_A + I'_B + I'_C.$$

Исходным положением для одноканальной системы управления с последовательным соединением фазосдвигающих ячеек является

следующее: входной импульс (сигнал) на любую ячейку поступает после формирования на ее выходе выходного сигнала, т.е. при $P = 0$. Данное исходное положение предполагает соответствующий выбор параметров фазосдвигающих ячеек, а из исходного положения следует определенный порядок работы системы управления. Отражая состояния системы управления упорядоченными наборами переменных состояний фазосдвигающих ячеек и учитывая порядок смены состояний, определяемый исходным положением, построим упрощенный граф H_C переходов между устойчивыми состояниями $G_1 - G_8$ системы управления (рис. 2). В полученном ориентированном связнографе можно выделить подмножества вершин (состояний) $G_1' = G_1$; $G_2' = \{G_2, G_3, G_4\}$; $G_3' = G_5, G_6, G_7$; $G_4' = G_8$, переходы между которыми формируются не сигналами синхронизации dt и выходными сигналами I . Рассматривая выделенные части графа как новые состояния, получаем граф, переходы в котором определяются только сигналами синхронизации dt и выходными сигналами I .

Работа системы управления происходит при периодическом следовании временных интервалов, которое может быть отражено ориентированным связным графом временных интервалов H_B (рис. 3). Декартово произведение графа состояний H_C (рис. 2) и графа временных интервалов H_B (рис. 3) $\pi = H_C \times H_B$ имеет своим множеством вершин произведение $\theta = G_i t_j$, состоящее из всех R -наборов $q_1 = G_1 t_j$; $q_m = G_2 t_\rho$.

В графе π имеется ребро $q_1 q_m$ только тогда, когда существует ребро $G_i G_j$ в графе H_C и $t_j t_\rho$ в графе H_B . В результате получаем граф π , который является разверткой графа H_C в последователь-

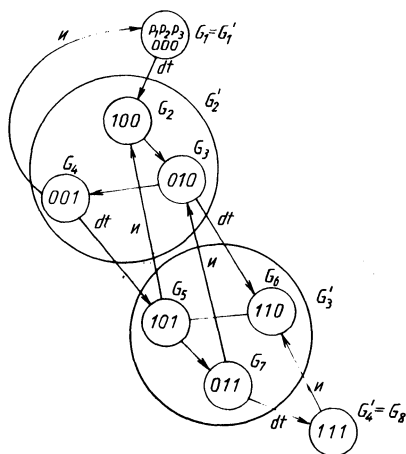


Рис. 2. Граф переходов между устойчивыми состояниями системы управления.

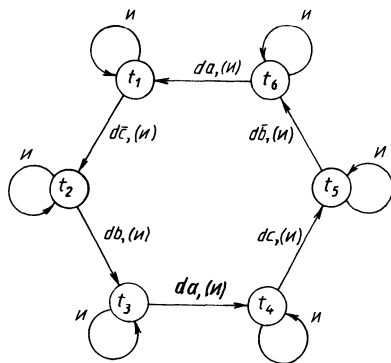


Рис. 3. Граф последовательности временных интервалов.

	P_1		P_2	
$\left. \begin{array}{l} a \\ b \\ c \end{array} \right\}$	100000	000010	100000	000001
	000010	001000	000010	100000
	—	—	—	—
	000001	100000	000001	010000
	010000	000001	010000	000100
	000100	010000	000100	001000
	001000	000100	001000	000010
	—	—	—	—

Рис. 4. Диаграмма Вейча для функций $S_A, S_B, S_C, S'_A, S'_B, S'_C$.

ности временных интервалов. Учитывая исходное положение для рассматриваемой системы, можно сделать вывод, что выходные импульсы $I_A, I_B, I_C, I'_A, I'_B, I'_C$ следуют во времени в том же порядке, что и входные $da, db, dc, db, d\bar{a}, d\bar{c}$, а состояние фазосдвигающего устройства отражает число импульсов, над которыми производится операция сдвига фазы. Так как в полученном разверну-

том графе все состояния отнесены к временным интервалам, а текущий временной интервал определяет последний поступивший на вход системы импульс dt , то по состоянию фазосдвигающего устройства и временному интервалу легко идентифицируется импульс I_i (рис. 4). Выходной импульс представляется конъюнкцией: $I_i = IS_i$, где S_i — функция выбора для i -го вентиля. Если обозначить временной интервал, соответствующий началу отсчета угла сдвига для данного выхода, через t_i , то

$$S_i = t_i \bar{p}_1 \bar{p}_2 + t_{i+1} (P_1 \bar{P}_2 + \bar{P}_1 P_2) + t_{i+2} P_1 P_2,$$

где t_{i+1} — следующий второй временной интервал для данного выхода; t_{i+2} — третий выходной интервал для данного выхода.

Таким образом, на данном конкретном примере показано, что анализ и синтез систем управления на основе понятия состояния фазосдвигающей ячейки позволяет находить наиболее полные и обоснованные решения [3] за счет использования всей имеющейся информации о работе системы управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булатов О.Г., Лабунцов В.А., Пономаренко А.И. Развитие одноканальных систем управления вентиляльными преобразователями. — Электричество, № 9, 1980, с. 12—16.
2. Лабунцов В.А., Нопираковский И. Магнитно-полупроводниковая система управления вентиляльными преобразователями. — Электричество, 1965, № 2, с. 8—12.
3. А.с. 928602 (СССР). Способ одноканального синхронного управления вентиляльными преобразователями и устройство для его осуществления/Н.Н.Михеев. — Оpubл. в Б.И., 1982, № 18.