

Кодирование внутренних состояний для модели Мили на RS-триггерах.

Для 9 состояний (a0-a8) минимально необходимо 4 ЭП.

$$M_0 = \begin{array}{c|cc|c} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 3 & 4 & 1 \\ 3 & 8 & 1 \\ 4 & 0 & 1 \\ 4 & 5 & 1 \\ 4 & 8 & 1 \\ 5 & 6 & 2 \\ 6 & 7 & 1 \\ 6 & 8 & 3 \\ 7 & 0 & 1 \\ 7 & 8 & 2 \\ 8 & 0 & 1 \end{array}$$

Упорядоченная матрица

$$M = \begin{array}{c|cc|c} 6 & 8 & 3 \\ 5 & 6 & 2 \\ 7 & 8 & 2 \\ 6 & 7 & 1 \\ 7 & 0 & 1 \\ 8 & 0 & 1 \\ 4 & 0 & 1 \\ 4 & 5 & 1 \\ 4 & 8 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 3 & 4 & 1 \\ 3 & 8 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 0 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{array}$$

Закодируем первые два состояния

a6 = 0001, a8 = 0000

$$M^I = \begin{vmatrix} 5 & 6 \\ 7 & 8 \\ 6 & 7 \\ 7 & 0 \\ 8 & 0 \\ 4 & 0 \\ 4 & 5 \\ 4 & 8 \\ 3 & 0 \\ 3 & 4 \\ 3 & 8 \\ 2 & 3 \\ 0 & 2 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$\gamma = 5 \quad M_\gamma = \begin{vmatrix} 5 & 6 \\ 4 & 5 \end{vmatrix}$$

$$B_\gamma = 6 = 0001$$

$$C_6^1 = \{1001, 0101, 0011\}$$

$$D_\gamma^1 = \{1001, 0101, 0011\}$$

$$W_{1001} = \|0001 \oplus 1001\| = 1$$

$$W_{0101} = \|0001 \oplus 0101\| = 1$$

$$W_{0011} = \|0001 \oplus 0011\| = 1$$

$$a5 = 0011$$

$$M^{II} = \begin{vmatrix} 7 & 8 \\ 6 & 7 \\ 7 & 0 \\ 8 & 0 \\ 4 & 0 \\ 4 & 5 \\ 4 & 8 \\ 3 & 0 \\ 3 & 4 \\ 3 & 8 \\ 2 & 3 \\ 0 & 2 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$\gamma = 7 \quad M_\gamma = \begin{vmatrix} 7 & 8 \\ 6 & 7 \\ 7 & 0 \end{vmatrix}$$

$$B_\gamma = \{6, 8\} = \{0001, 0000\}$$

$$C_6^1 = \{0101, 1001\} \quad C_8^1 = \{0010, 0100, 1000\}$$

$$D_\gamma^1 = \{0101, 1001, 0010, 0100, 1000\}$$

$$W_{0101} = \|0001 \oplus 0101\| + \|0000 \oplus 0101\| = 3$$

$$W_{1001} = \|0001 \oplus 1001\| + \|0000 \oplus 0011\| = 3$$

$$W_{0010} = \|0001 \oplus 0010\| + \|0000 \oplus 0010\| = 3$$

$$W_{0100} = \|0001 \oplus 0100\| + \|0000 \oplus 0100\| = 3$$

$$W_{1000} = \|0001 \oplus 1000\| + \|0000 \oplus 1000\| = 3$$

$$a7 = 0010$$

$$M^{III} = \begin{vmatrix} 7 & 0 \\ 8 & 0 \\ 4 & 0 \\ 4 & 5 \\ 4 & 8 \\ 3 & 0 \\ 3 & 4 \\ 3 & 8 \\ 2 & 3 \\ 0 & 2 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$\gamma = 0 \quad M_\gamma = \begin{vmatrix} 3 & 0 \\ 4 & 0 \\ 7 & 0 \\ 8 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$B_\gamma = \{7, 8\} = \{0010, 0000\}$$

$$C_7^1 = \{1010, 0110\} \quad C_8^1 = \{1000, 0100\}$$

$$D_\gamma^1 = \{1010, 0110, 1000, 0100\}$$

$$W_{1010} = \|0010 \oplus 1010\| + \|0000 \oplus 1010\| = 3$$

$$W_{0110} = \|0010 \oplus 0110\| + \|0000 \oplus 0110\| = 3$$

$$W_{1000} = \|0010 \oplus 1000\| + \|0000 \oplus 1000\| = 3$$

$$W_{0100} = \|0010 \oplus 0100\| + \|0000 \oplus 0100\| = 3$$

$$a0 = 1000$$

$$M^{IV} = \begin{vmatrix} 4 & 0 \\ 4 & 5 \\ 4 & 8 \\ 3 & 0 \\ 3 & 4 \\ 3 & 8 \\ 2 & 3 \\ 0 & 2 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$\gamma = 4 \quad M_\gamma = \begin{vmatrix} 4 & 0 \\ 4 & 5 \\ 4 & 8 \\ 3 & 4 \end{vmatrix}$$

$$B_\gamma = \{0, 5, 8\} = \{1000, 0011, 0000\}$$

$$C_0^1 = \{1001, 1010, 1100\} \quad C_5^1 = \{1011, 0111\} \quad C_8^1 = 0100$$

$$D_\gamma^1 = \{1001, 1010, 1100, 1011, 0111, 0100\}$$

$$W_{1001} = \|1000 \oplus 1001\| + \|0011 \oplus 1001\| + \|0000 \oplus 1001\| = 5$$

$$W_{1010} = \|1000 \oplus 1010\| + \|0011 \oplus 1010\| + \|0000 \oplus 1010\| = 5$$

$$W_{1100} = \|1000 \oplus 1100\| + \|0011 \oplus 1100\| + \|0000 \oplus 1100\| = 7$$

$$W_{1011} = \|1000 \oplus 1011\| + \|0011 \oplus 1011\| + \|0000 \oplus 1011\| = 6$$

$$W_{0111} = \|1000 \oplus 0111\| + \|0011 \oplus 0111\| + \|0000 \oplus 0111\| = 8$$

$$W_{0100} = \|1000 \oplus 0100\| + \|0011 \oplus 0100\| + \|0000 \oplus 0100\| = 6$$

$$a4 = 1010$$

$$M^V = \begin{vmatrix} 3 & 0 \\ 3 & 4 \\ 3 & 8 \\ 2 & 3 \\ 0 & 2 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$\gamma = 3 \quad M_\gamma = \begin{vmatrix} 3 & 0 \\ 3 & 4 \\ 3 & 8 \\ 2 & 3 \end{vmatrix}$$

$$B_\gamma = \{0, 4, 8\} = \{1000, 1010, 0000\}$$

$$C_0^1 = \{1100, 1001\} \quad C_4^1 = \{1110, 1011\} \quad C_8^1 = 0100$$

$$D_\gamma^1 = \{1100, 1001, 1110, 1011, 0100\}$$

$$W_{1100} = \|1000 \oplus 1100\| + \|1010 \oplus 1100\| + \|0000 \oplus 1100\| = 5$$

$$W_{1001} = \|1000 \oplus 1001\| + \|1010 \oplus 1001\| + \|0000 \oplus 1001\| = 5$$

$$W_{1110} = \|1000 \oplus 1110\| + \|1010 \oplus 1110\| + \|0000 \oplus 1110\| = 6$$

$$W_{1011} = \|1000 \oplus 1011\| + \|1010 \oplus 1011\| + \|0000 \oplus 1011\| = 6$$

$$W_{0100} = \|1000 \oplus 0100\| + \|1010 \oplus 0100\| + \|0000 \oplus 0100\| = 6$$

$$a3 = 1001$$

$$M^{VI} = \begin{vmatrix} 2 & 3 \\ 0 & 2 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$\gamma = 2 \quad M_\gamma = \begin{vmatrix} 2 & 3 \\ 0 & 2 \end{vmatrix}$$

$$B_\gamma = \{0, 3\} = \{1000, 1001\}$$

$$C_0^1 = 1100 \quad C_3^1 = \{1101, 1011\}$$

$$D_\gamma^1 = \{1100, 1101, 1011\}$$

$$W_{1100} = \|1000 \oplus 1100\| + \|1001 \oplus 1100\| = 3$$

$$W_{1101} = \|1000 \oplus 1101\| + \|1001 \oplus 1101\| = 3$$

$$W_{1011} = \|1000 \oplus 1011\| + \|1001 \oplus 1011\| = 3$$

$$a2 = 1101$$

$$M^{VII} = \begin{vmatrix} 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$\gamma = 1 \quad M_\gamma = \begin{vmatrix} 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$B_\gamma = 0 = 1000$$

$$C_0^1 = 1100$$

$$a1 = 1100$$

Карта Карно закодированных состояний

k3k2\k1k0	00	01	11	10
00	a8	a6	a5	a7
01				
11	a1	a2		
10	a0	a3		a4

Эффективность кодирования: $k = 25/19 = 1.32$

Коды состояний для модели Мили на RS-триггерах

Состояние	a0	a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8
Код	1000	1100	1101	1001	1010	0011	0001	0010	0000

Прямая структурная таблица переходов и выходов автомата модели Мили на RS-триггерах

Исходное состояние	Код a_m	Состояние перехода a_s	Код a_s	Входной сигнал $X(a_m, a_s)$	Выходные сигналы $Y(a_m, a_s)$	Функция возбуждения
a0	1000	a0	1000	$\neg X0$	-	-
		a1	1100	X0	y0, y1, y2	S2
a1	1100	a2	1101	1	y3, y4	S0
a2	1101	a2	1101	$\neg X0$	-	-
		a3	1001	X0	y1	R2
a3	1001	a0	1000	X1	y12	R0
		a4	1010	$\neg X1 \neg X2$	y4, y5	S1R0
		a8	0000	$\neg X1 X2$	y2, y9	R3R0
a4	1010	a0	1000	X3	y11	R1
		a5	0011	$\neg X3 \neg X4$	y3	R3S0
		a8	0000	$\neg X3 X4$	y2, y9	R3R1
a5	0011	a6	0001	1	y7	R1
a6	0001	a5	0011	$\neg X5$	y3	S1
		a8	0000	$X5 \neg X6 \neg X7 X8$	y6	R0
		a8	0000	$X5 \neg X6 \neg X7 \neg X8$	-	R0
		a8	0000	$X5 \neg X6 X7$	y2, y9	R0
		a7	0010	$X5 X6$	y8	S1R0
a7	0010	a0	1000	X3	y11	S3R1
		a8	0000	$\neg X3 X8$	y6	R1
		a8	0000	$\neg X3 \neg X8$	-	R1
a8	0000	a0	1000	X9	y10	S3
		a8	0000	$\neg X9$	-	-

Логические выражения для каждой функции возбуждения RS-триггера:

$$R0 = a3 \vee a6X5$$

$$R1 = a4\neg X3X4 \vee a7 \vee a4X3 \vee a5$$

$$R2 = a2X0$$

$$R3 = a3\neg X1X2 \vee a4\neg X3$$

$$S0 = a1 \vee a4\neg X3\neg X4$$

$$S1 = a3\neg X1\neg X2 \vee a6\neg X5 \vee a6X5X6$$

$$S2 = a0X0$$

$$S3 = a7X3 \vee a8X9$$

Логические выражения для функций выходов:

$$y0 = a0X0$$

$$y1 = a0X0 \vee a2X0$$

$$y2 = a0X0 \vee a3\neg X1X2 \vee a4\neg X3X4 \vee a6X5\neg X6X7$$

$$y3 = a1 \vee a4\neg X3\neg X4 \vee a6\neg X5$$

$$y4 = a1 \vee a3\neg X1\neg X2$$

$$y5 = a3\neg X1\neg X2$$

$$y6 = a6X5\neg X6\neg X7X8 \vee a7\neg X3X8$$

$$y7 = a5$$

$$y8 = a6X5X6$$

$$y9 = a3\neg X1X2 \vee a4\neg X3X4 \vee a6X5\neg X6X7$$

$$y10 = a8X9$$

$$y11 = a4X3 \vee a7X3$$

$$y12 = a3X1$$

После выделения общих частей в логических выражениях и некоторого их упрощения получаем логические уравнения для построения функциональной схемы управляющего автомата:

$$e0 = a0X0 \text{ (2)}$$

$$e1 = a2X0 \text{ (2)}$$

$$e2 = a6X5 \text{ (2)}$$

$$e3 = a6\neg X5 \text{ (2)}$$

$$e4 = a4X3 \text{ (2)}$$

$$e5 = a3\neg X1X2 \text{ (3)}$$

$$e6 = a3\neg X1\neg X2 \text{ (3)}$$

$$e7 = a4\neg X3 \text{ (2)}$$

$$e8 = a7X3 \text{ (2)}$$

$$e9 = a8X9 \text{ (2)}$$

$$e10 = a3X1 \text{ (2)}$$

$$e11 = a7\neg X3X8 \text{ (3)}$$

$$p1 = e2X6 \text{ (2)}$$

$$p2 = e2 \neg X6 X7 \text{ (3)}$$

$$p3 = e2 \neg X6 \neg X7 X8 \text{ (4)}$$

$$p4 = e7 X4 \text{ (2)}$$

$$p5 = e7 \neg X4 \text{ (2)}$$

$$q0 = e5 \vee p4 \vee p2 \text{ (3)}$$

$$R0 = a3 \vee e2 \text{ (2)}$$

$$R1 = p4 \vee a7 \vee e4 \vee a5 \text{ (4)}$$

$$R2 = e1 \text{ (0)}$$

$$R3 = e5 \vee e7 \text{ (2)}$$

$$S0 = a1 \vee p5 \text{ (2)}$$

$$S1 = e6 \vee e3 \vee p1 \text{ (3)}$$

$$S2 = e0 \text{ (0)}$$

$$S3 = e8 \vee e9 \text{ (2)}$$

$$y0 = e0 \text{ (0)}$$

$$y1 = e0 \vee e1 \text{ (2)}$$

$$y2 = e0 \vee q0 \text{ (2)}$$

$$y3 = a1 \vee p5 \vee e3 \text{ (3)}$$

$$y4 = a1 \vee e6 \text{ (2)}$$

$$y5 = e6 \text{ (0)}$$

$$y6 = p3 \vee e11 \text{ (2)}$$

$$y7 = a5 \text{ (0)}$$

$$y8 = p1 \text{ (0)}$$

$$y9 = q0 \text{ (0)}$$

$$y10 = e9 \text{ (0)}$$

$$y11 = e4 \vee e8 \text{ (2)}$$

$$y12 = e10 \text{ (0)}$$

Инверторы: $\neg X1, \neg X2, \neg X3, \neg X4, \neg X5, \neg X6, \neg X7, \neg X8$ (8)

Цена по Квайну:

$$\sum = \text{КС} + \text{ИНВ} + \text{ЭП} + \text{НУ} + \text{DC} = 71 + 8 + 12 + 17 + 4 = 112$$

Схема формирования начальной установки на RS-триггерах

