

Sistemas Digitales

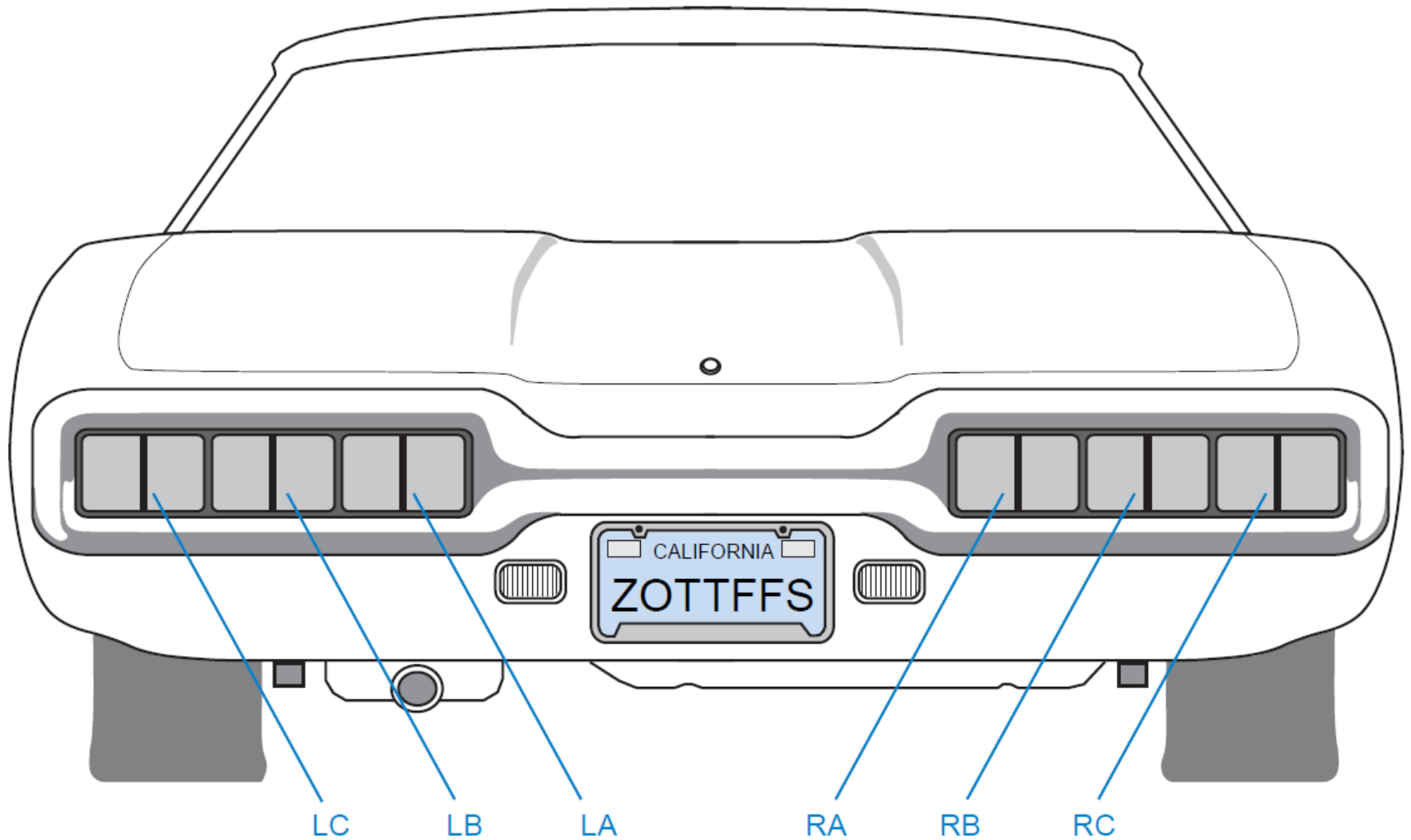
Diseño de Máquinas de Estado Sincronizadas - III

Prof. Luis Araujo

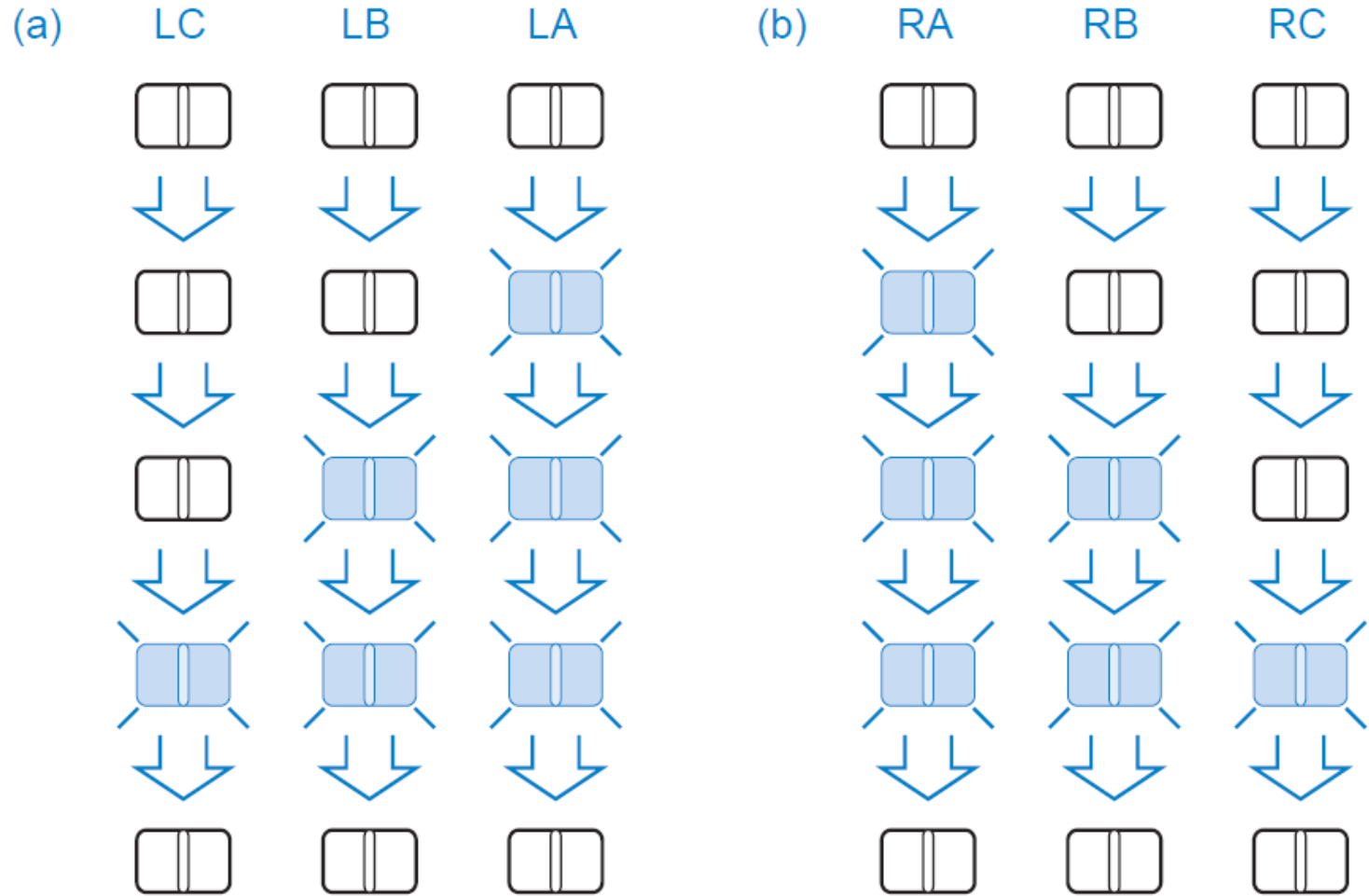
Escuela de Ingeniería Eléctrica



Diseño usando Diagramas de Estado



Diseño usando Diagramas de Estado



Diagramas de Estado

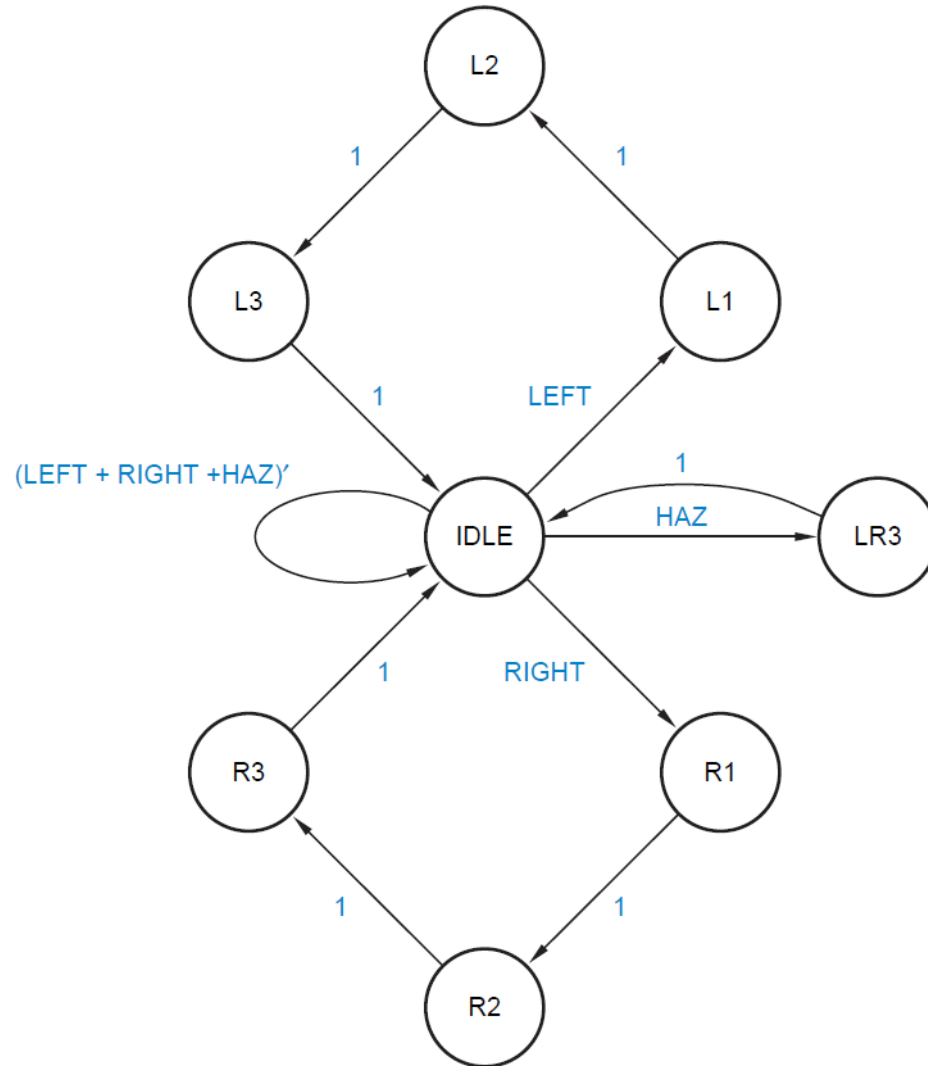


Tabla de Salidas

Output Table

State	LC	LB	LA	RA	RB	RC
IDLE	0	0	0	0	0	0
L1	0	0	1	0	0	0
L2	0	1	1	0	0	0
L3	1	1	1	0	0	0
R1	0	0	0	1	0	0
R2	0	0	0	1	1	0
R3	0	0	0	1	1	1
LR3	1	1	1	1	1	1

Salidas

$$LA = L1 + L2 + L3 + LR3$$

$$LB = L2 + L3 + LR3$$

$$LC = L3 + LR3$$

$$RA = R1 + R2 + R3 + LR3$$

$$RB = R2 + R3 + LR3$$

$$RC = R3 + LR3$$

Diagrama de Estados

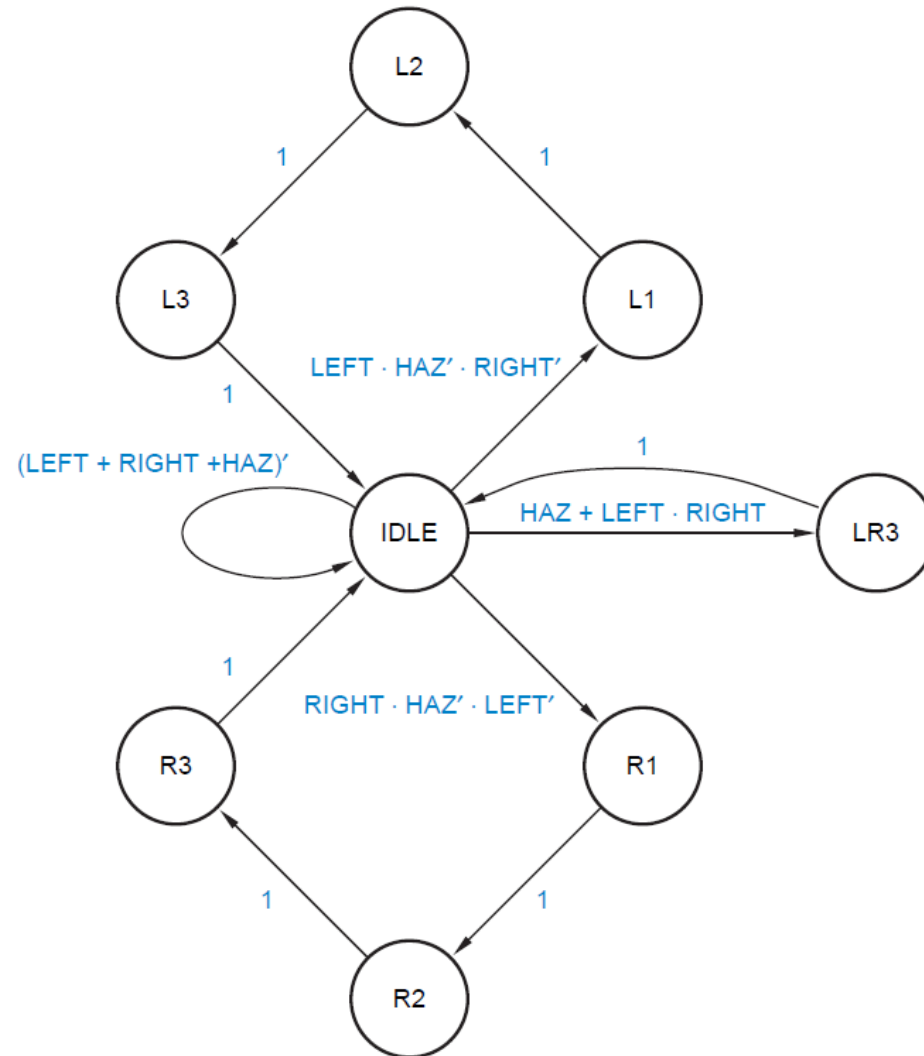
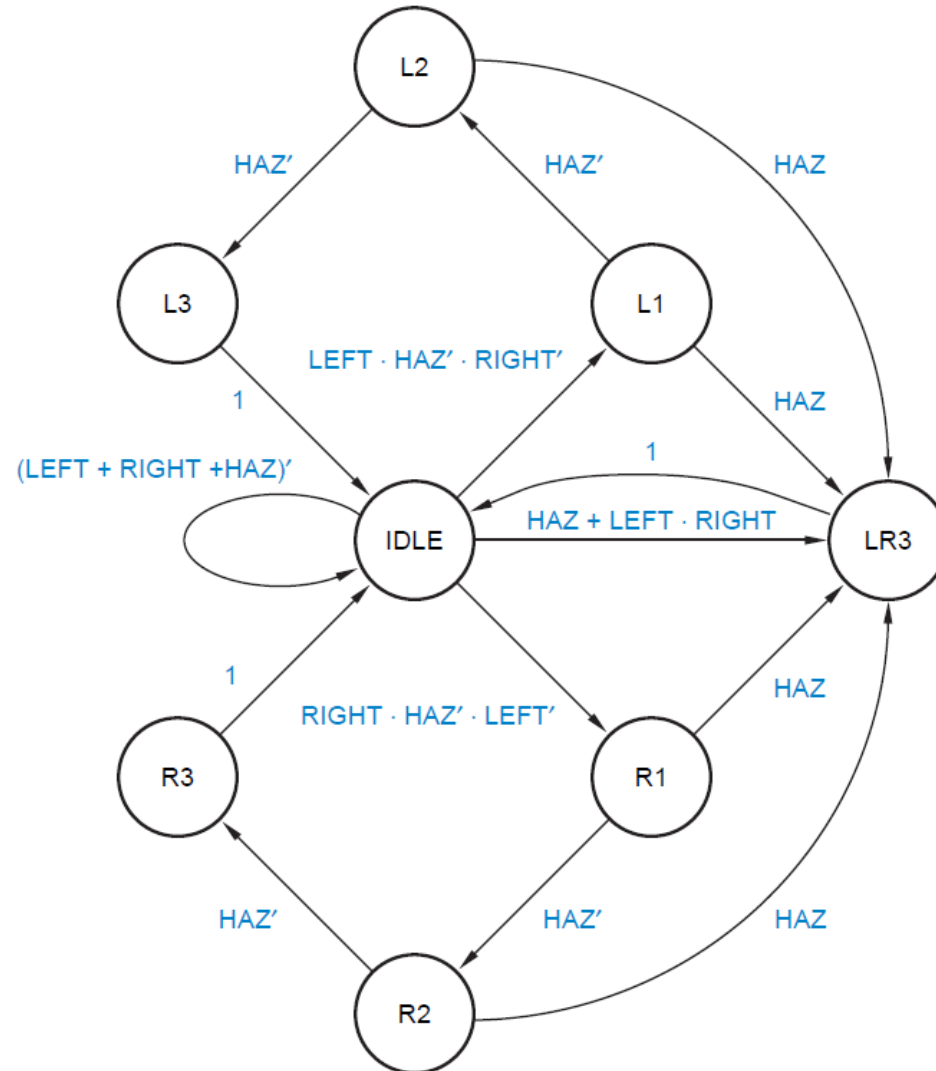


Diagrama de Estados



Asignación de Estados

State	Q2	Q1	Q0
IDLE	0	0	0
L1	0	0	1
L2	0	1	1
L3	0	1	0
R1	1	0	1
R2	1	1	1
R3	1	1	0
LR3	1	0	0

Tabla de Transición

S	Q2	Q1	Q0	Transition expression	S*	Q2*	Q1*	Q0*
IDLE	0	0	0	(LEFT + RIGHT + HAZ)'	IDLE	0	0	0
IDLE	0	0	0	LEFT·HAZ'·RIGHT'	L1	0	0	1
IDLE	0	0	0	HAZ + LEFT·RIGHT	LR3	1	0	0
IDLE	0	0	0	RIGHT·HAZ'·LEFT'	R1	1	0	1
L1	0	0	1	HAZ'	L2	0	1	1
L1	0	0	1	HAZ	LR3	1	0	0
L2	0	1	1	HAZ'	L3	0	1	0
L2	0	1	1	HAZ	LR3	1	0	0
L3	0	1	0	1	IDLE	0	0	0
R1	1	0	1	HAZ'	R2	1	1	1
R1	1	0	1	HAZ	LR3	1	0	0
R2	1	1	1	HAZ'	R3	1	1	0
R2	1	1	1	HAZ	LR3	1	0	0
R3	1	1	0	1	IDLE	0	0	0
LR3	1	0	0	1	IDLE	0	0	0

Ecuaciones de Excitación

$$\begin{aligned} Q2^* = & (\overline{Q2} \cdot \overline{Q1} \cdot \overline{Q0}) \cdot (HAZ + LEFT \cdot RIGHT + RIGHT \cdot \overline{HAZ} \cdot \overline{LEFT}) \\ & + (\overline{Q2} \cdot \overline{Q1} \cdot Q0) \cdot HAZ \\ & + (\overline{Q2} \cdot Q1 \cdot Q0) \cdot HAZ \\ & + (Q2 \cdot \overline{Q1} \cdot Q0) \cdot (HAZ + \overline{HAZ}) \\ & + (Q2 \cdot Q1 \cdot Q0) \cdot (HAZ + \overline{HAZ}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q2^* = & \overline{Q2} \cdot \overline{Q1} \cdot \overline{Q0} \cdot ((HAZ + \overline{HAZ}) \cdot (HAZ + RIGHT \cdot \overline{LEFT}) + LEFT \cdot RIGHT) \\ & + \overline{Q2} \cdot Q0 \cdot HAZ \\ & + Q2 \cdot Q0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q2^* = & \overline{Q2} \cdot \overline{Q1} \cdot \overline{Q0} \cdot (HAZ + RIGHT \cdot \overline{LEFT} + LEFT \cdot RIGHT) \\ & + \overline{Q2} \cdot Q0 \cdot HAZ \\ & + Q2 \cdot Q0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q2^* = & \overline{Q2} \cdot \overline{Q1} \cdot \overline{Q0} \cdot (HAZ + RIGHT) \\ & + \overline{Q2} \cdot Q0 \cdot HAZ \\ & + Q2 \cdot Q0 \end{aligned}$$

Ecuaciones de Excitación

$$Q1^* = (\overline{Q2} \cdot \overline{Q1} \cdot Q0) \cdot \overline{HAZ} \\ + (\overline{Q2} \cdot Q1 \cdot Q0) \cdot \overline{HAZ} \\ + (Q2 \cdot \overline{Q1} \cdot Q0) \cdot \overline{HAZ} \\ + (Q2 \cdot Q1 \cdot Q0) \cdot \overline{HAZ}$$

$$Q1^* = \overline{Q2} \cdot Q0 \cdot \overline{HAZ} \\ + Q2 \cdot Q0 \cdot \overline{HAZ}$$

$$Q1^* = Q0 \cdot \overline{HAZ}$$

Ecuaciones de Excitación

$$Q0^* = (\overline{Q2} \cdot \overline{Q1} \cdot \overline{Q0}) \cdot (\overline{LEFT} \cdot \overline{HAZ} \cdot \overline{RIGHT} + RIGHT \cdot \overline{HAZ} \cdot \overline{LEFT}) \\ + (\overline{Q2} \cdot \overline{Q1} \cdot Q0) \cdot \overline{HAZ} \\ + (Q2 \cdot \overline{Q1} \cdot Q0) \cdot \overline{HAZ}$$

$$Q0^* = (\overline{Q2} \cdot \overline{Q1} \cdot \overline{Q0}) \cdot (\overline{HAZ} \cdot (LEFT \oplus RIGHT)) \\ + (\overline{Q1} \cdot Q0) \cdot \overline{HAZ}$$

Juego de Adivinanzas

Diseñe una máquina de estados sincronizada con cuatro entradas, G1 a G4, que están conectadas cada una a un pulsador, y cuatro salidas, L1 a L4, que están conectadas cada una a un LED. Cada salida L_i esta junto con la entrada G_i respectiva. También se dispone de una salida ERR conectada a otro LED. En funcionamiento normal las salidas L1 a L4 exhiben un patrón de 1 a 4. En cada pulso de reloj el patrón es alterado en una posición. La frecuencia de reloj es de 4 Hz aproximadamente.

Juego de Adivinanzas

La adivinanza se efectuara presionando un botón, lo que activa una de las entradas G1 a G4. Cuando una entrada G_i esta activada, la salida ERR se activa si fue presionado el botón *equivocado*, o sea la entrada G_i activada no corresponde con el LED activo en ese momento. Una vez presionado un botón el juego se detiene mientras el botón sigue presionado y la salida ERR mantiene el valor. Cuando es liberado el botón el juego continua.

Diagrama de Estados

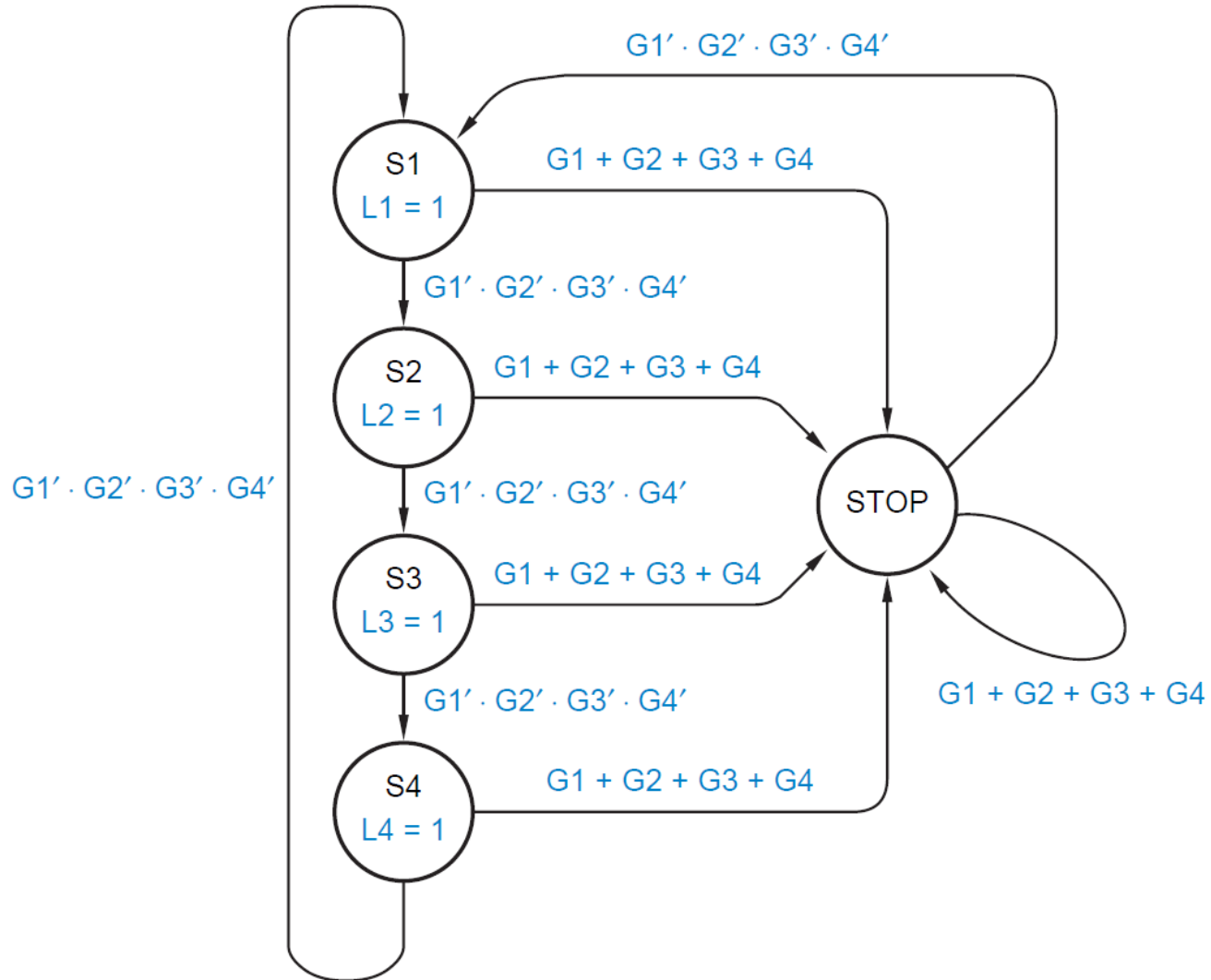
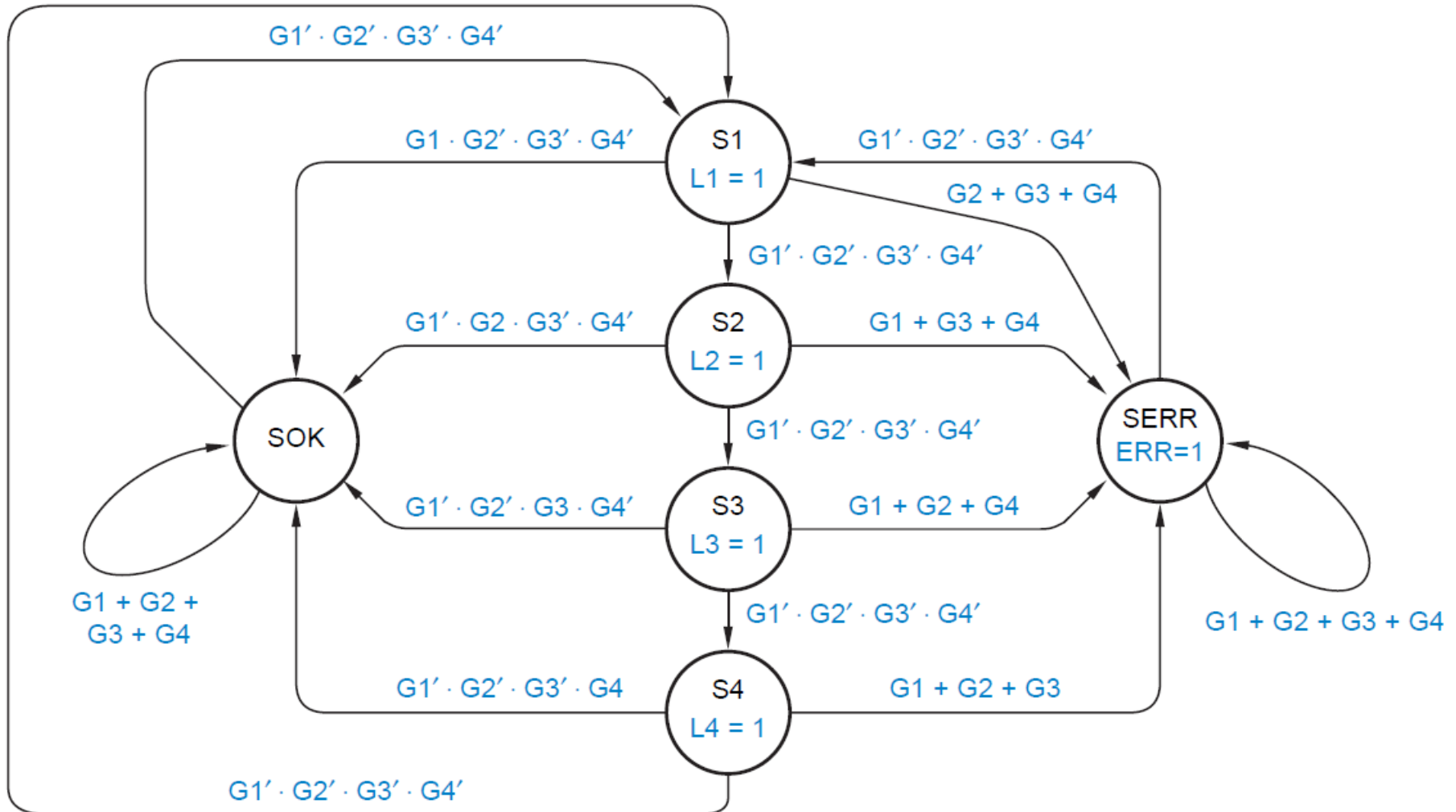


Diagrama de Estados



Lista de Transiciones/Salidas

Current State				Transition Expression	Next State				Output				
S	Q2	Q1	Q0		S*	Q2*	Q1*	Q0*	L1	L2	L3	L4	ERR
S1	0	0	0	$G1' \cdot G2' \cdot G3' \cdot G4'$	S2	0	0	1	1	0	0	0	0
S1	0	0	0	$G1 \cdot G2' \cdot G3' \cdot G4'$	SOK	1	0	0	1	0	0	0	0
S1	0	0	0	$G2 + G3 + G4$	SERR	1	0	1	1	0	0	0	0
S2	0	0	1	$G1' \cdot G2' \cdot G3' \cdot G4'$	S3	0	1	1	0	1	0	0	0
S2	0	0	1	$G1' \cdot G2 \cdot G3' \cdot G4'$	SOK	1	0	0	0	1	0	0	0
S2	0	0	1	$G1 + G3 + G4$	SERR	1	0	1	0	1	0	0	0
S3	0	1	1	$G1' \cdot G2' \cdot G3' \cdot G4'$	S4	0	1	0	0	0	1	0	0
S3	0	1	1	$G1' \cdot G2' \cdot G3 \cdot G4'$	SOK	1	0	0	0	0	1	0	0
S3	0	1	1	$G1 + G2 + G4$	SERR	1	0	1	0	0	1	0	0
S4	0	1	0	$G1' \cdot G2' \cdot G3' \cdot G4'$	S1	0	0	0	0	0	0	1	0
S4	0	1	0	$G1' \cdot G2' \cdot G3' \cdot G4$	SOK	1	0	0	0	0	0	1	0
S4	0	1	0	$G1 + G2 + G3$	SERR	1	0	1	0	0	0	1	0
SOK	1	0	0	$G1 + G2 + G3 + G4$	SOK	1	0	0	0	0	0	0	0
SOK	1	0	0	$G1' \cdot G2' \cdot G3' \cdot G4'$	S1	0	0	0	0	0	0	0	0
SERR	1	0	1	$G1 + G2 + G3 + G4$	SERR	1	0	1	0	0	0	0	1
SERR	1	0	1	$G1' \cdot G2' \cdot G3' \cdot G4'$	S1	0	0	0	0	0	0	0	1

Ecuaciones de Excitación

$$\begin{aligned} Q_0^* = & \overline{Q_2} \cdot \overline{Q_1} \cdot \overline{Q_0} \cdot (\overline{G_1} \cdot \overline{G_2} \cdot \overline{G_3} \cdot \overline{G_4} + G_2 + G_3 + G_4) + \\ & \overline{Q_2} \cdot \overline{Q_1} \cdot Q_0 \cdot (\overline{G_1} \cdot \overline{G_2} \cdot \overline{G_3} \cdot \overline{G_4} + G_1 + G_3 + G_4) + \\ & \overline{Q_2} \cdot Q_1 \cdot \overline{Q_0} \cdot (G_1 + G_2 + G_3) + \\ & \overline{Q_2} \cdot Q_1 \cdot Q_0 \cdot (G_1 + G_2 + G_4) + \\ & Q_2 \cdot \overline{Q_1} \cdot Q_0 \cdot (G_1 + G_2 + G_3 + G_4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_1^* = & \overline{Q_2} \cdot \overline{Q_1} \cdot Q_0 \cdot (\overline{G_1} \cdot \overline{G_2} \cdot \overline{G_3} \cdot \overline{G_4}) + \\ & \overline{Q_2} \cdot Q_1 \cdot Q_0 \cdot (\overline{G_1} \cdot \overline{G_2} \cdot \overline{G_3} \cdot \overline{G_4}) + \end{aligned}$$

$$Q_1^* = \overline{Q_2} \cdot Q_0 \cdot \overline{G_1} \cdot \overline{G_2} \cdot \overline{G_3} \cdot \overline{G_4}$$

Ecuaciones de Excitación

$$\begin{aligned} Q2^* = & \overline{Q2} \cdot \overline{Q1} \cdot \overline{Q0} \cdot (G1 \cdot \overline{G2} \cdot \overline{G3} \cdot \overline{G4} + G2 + G3 + G4) + \\ & \overline{Q2} \cdot \overline{Q1} \cdot Q0 \cdot (G1 \cdot G2 \cdot \overline{G3} \cdot \overline{G4} + G1 + G3 + G4) + \\ & \overline{Q2} \cdot Q1 \cdot \overline{Q0} \cdot (G1 \cdot \overline{G2} \cdot \overline{G3} \cdot G4 + G1 + G2 + G3) + \\ & \overline{Q2} \cdot Q1 \cdot Q0 \cdot (G1 \cdot \overline{G2} \cdot G3 \cdot \overline{G4} + G1 + G2 + G4) + \\ & Q2 \cdot \overline{Q1} \cdot \overline{Q0} \cdot (G1 + G2 + G3 + G4) + \\ & Q2 \cdot \overline{Q1} \cdot Q0 \cdot (G1 + G2 + G3 + G4) \end{aligned}$$

Ecuaciones de Excitación

$$\begin{aligned}\overline{Q2^*} = & \overline{Q2} \cdot \overline{Q1} \cdot \overline{Q0} \cdot (\overline{G1} \cdot \overline{G2} \cdot \overline{G3} \cdot \overline{G4}) + \\ & \overline{Q2} \cdot \overline{Q1} \cdot Q0 \cdot (\overline{G1} \cdot \overline{G2} \cdot \overline{G3} \cdot \overline{G4}) + \\ & \overline{Q2} \cdot Q1 \cdot \overline{Q0} \cdot (\overline{G1} \cdot \overline{G2} \cdot \overline{G3} \cdot \overline{G4}) + \\ & \overline{Q2} \cdot Q1 \cdot Q0 \cdot (\overline{G1} \cdot \overline{G2} \cdot \overline{G3} \cdot \overline{G4}) + \\ & Q2 \cdot \overline{Q1} \cdot \overline{Q0} \cdot (\overline{G1} \cdot \overline{G2} \cdot \overline{G3} \cdot \overline{G4}) + \\ & Q2 \cdot \overline{Q1} \cdot Q0 \cdot (\overline{G1} \cdot \overline{G2} \cdot \overline{G3} \cdot \overline{G4})\end{aligned}$$

$$\overline{Q2^*} = (\overline{Q2} + \overline{Q1}) \cdot (\overline{G1} \cdot \overline{G2} \cdot \overline{G3} \cdot \overline{G4})$$

Ecuaciones de Salida

$$L1 = \overline{Q2} \cdot \overline{Q1} \cdot \overline{Q0}$$

$$L2 = \overline{Q2} \cdot \overline{Q1} \cdot Q0$$

$$L4 = \overline{Q2} \cdot Q1 \cdot \overline{Q0}$$

$$L3 = \overline{Q2} \cdot Q1 \cdot Q0$$

$$ERR = Q2 \cdot \overline{Q1} \cdot Q0$$