

**U.B.A. FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Departamento de Electrónica**

**ESTRUCTURA DEL COMPUTADOR 66-70**

**TRABAJO PRÁCTICO**

**AUTÓMATA DE CARGA  
DE TANQUE DE AGUA**

**Ribotta, Mariano**

**Padrón 86052**

**Curso 2011 - 1° Cuatrimestre**

**Turno: Miércoles**

# Índice

Índice.....	1
..	
Desarrollo.....	2
.	
Análisis del sistema.....	2
Diagrama de estados.....	4
Solución	5
cableada.....	
Circuito principal.....	5
Temporizador.....	6
Apéndice.....	7
.	
Tablas de verdad.....	7
Mapas de	8
Karnaugh.....	

# Desarrollo

## Análisis del sistema

El primer paso, es determinar, de acuerdo a los estados de los tres sensores principales (dos en el tanque, uno en el reservorio), si debería bombear, o no.

### Entradas

- **N\_MIN**: Sensor que indica con un 1 que el agua del tanque está por debajo del nivel mínimo.
- **N\_MAX**: Sensor que indica con un 1 que el agua del tanque está por encima del nivel máximo.
- **HAY\_AGUA**: Sensor que indica con un 1 que en el reservorio hay suficiente agua para una carga completa del tanque.

### Salidas

- **BOMBLEAR**: Función que, con un 1, indica que la bomba debería encenderse.
- **LUZ\_ROJA**: Función que, con un 1, enciende una luz roja que indica que debería prenderse la bomba, pero no hay suficiente agua en el reservorio.

Dado que necesito considerar el estado anterior de la bomba (n), para determinar el siguiente (n+1), realizo la tabla completa, tomando el estado anterior como entrada. (Tabla 1, ver apéndice)

Y a partir de ella, realizo la reducida, incluyendo como salidas, los valores que deberían tener las entradas J y K del Flip Flop que usaré. (Tabla 2)

Utilizando Karnaugh (ver apéndice), obtengo J y K, en función de las variables de entrada, N\_MIN, N\_MAX y HAY\_AGUA:

- $J = N\_MIN \cdot HAY\_AGUA.$
- $K = N\_MAX + \sim HAY\_AGUA.$

Y la función LUZ\_ROJA:

- $LUZ\_ROJA = N\_MIN \cdot \sim HAY\_AGUA.$

Una vez obtenida la función que determina si debo encender la bomba, debo tener en cuenta el temporizador (explicado más adelante).

### Entradas

- **BOMBEAR**: Variable obtenida del paso anterior, que indica con un 1 que la bomba debería estar encendida.
- **8\_MIN**: Variable que toma el valor 1 cuando se cumplieron 8 minutos bombeando.

### Salidas

- **MOTOR**: Función que, con un 1, indica que el motor debe encenderse.
- **LUZ\_AMARILLA**: Función que, con un 1, enciende una luz amarilla que indica que el sensor de nivel máximo debe ser revisado.

Realizando la tabla correspondiente (Tabla 3), y simplificando por Karnaugh, obtengo:

- **MOTOR** =  $\sim 8\_MIN \cdot BOMBEAR$
- **LUZ\_AMARILLA** =  $8\_MIN$

Por último, el botón RESET es una entrada que afecta directamente a las salidas, poniendo a cero el temporizador, y apagando el motor y las luces amarilla y roja.

Si la entrada RESET va a la entrada de CLEAR del Flip Flop JK (activada a nivel bajo), la variable de salida BOMBEAR pasa a ser 0, por lo que el contador vuelve a cero, y el motor y la luz amarilla se apagan (pasan a valer 0).

Y en cuanto a la luz roja, si llamamos LUZ\_ROJA\_AUX a la variable obtenida anteriormente, la función quedaría definida:

$$LUZ\_ROJA = \sim RESET \cdot LUZ\_ROJA\_AUX$$

En cuanto al temporizador, posee una entrada de RESET activada por nivel bajo, que vuelve la cuenta a 0. Esa entrada se define de la siguiente manera:

$$RESET = BOMBEAR$$

Ya que cuando no se está bombeando, el contador debe mantenerse en 0, y cuando sí se está bombeando, se libera para que empiece a contar.

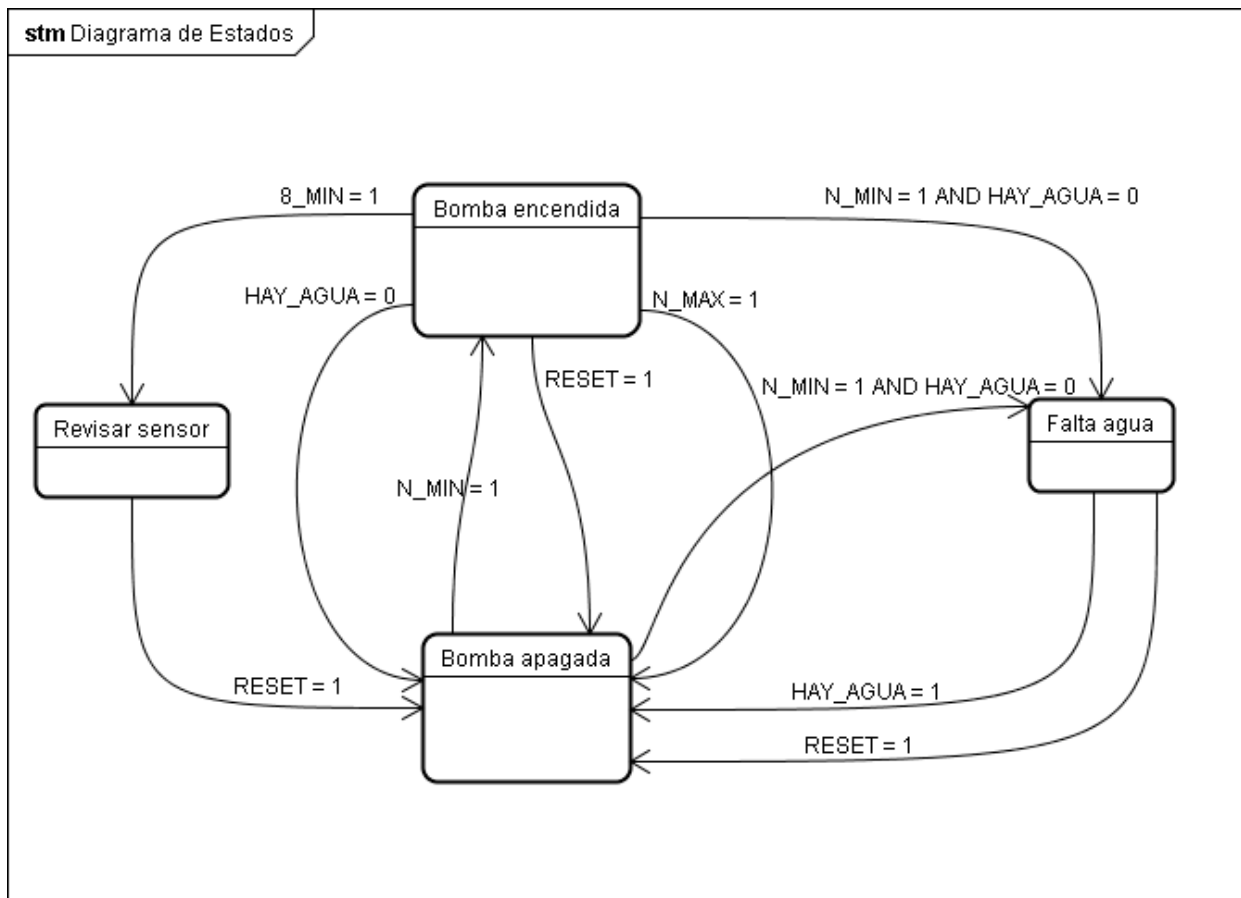
Además, el temporizador posee una salida que pasa a ser 1 cuando se alcanzan los 8 minutos, momento en el cual se detiene la cuenta. Y sólo se saldrá de dicho estado cuando BOMBEAR pase nuevamente a ser 0 (ya sea porque se llenó el tanque, o porque se presionó el botón de *reseteo*).

Dado que es un contador binario, y se usa la señal de 50 Hz de frecuencia (20 ms de período), para llegar a 8 minutos ( $4,8 \times 10^5$  ms) se deben contar 24000 pulsos, por lo que se requerirán 15 flip flops ( $15 = \lceil \log_2 24000 \rceil$ ), y el 24000, en binario, es 101110111000000. Por lo que, si llamamos  $Q_{14}$  al bit más significativo, y  $Q_0$  al menos, obtenemos:

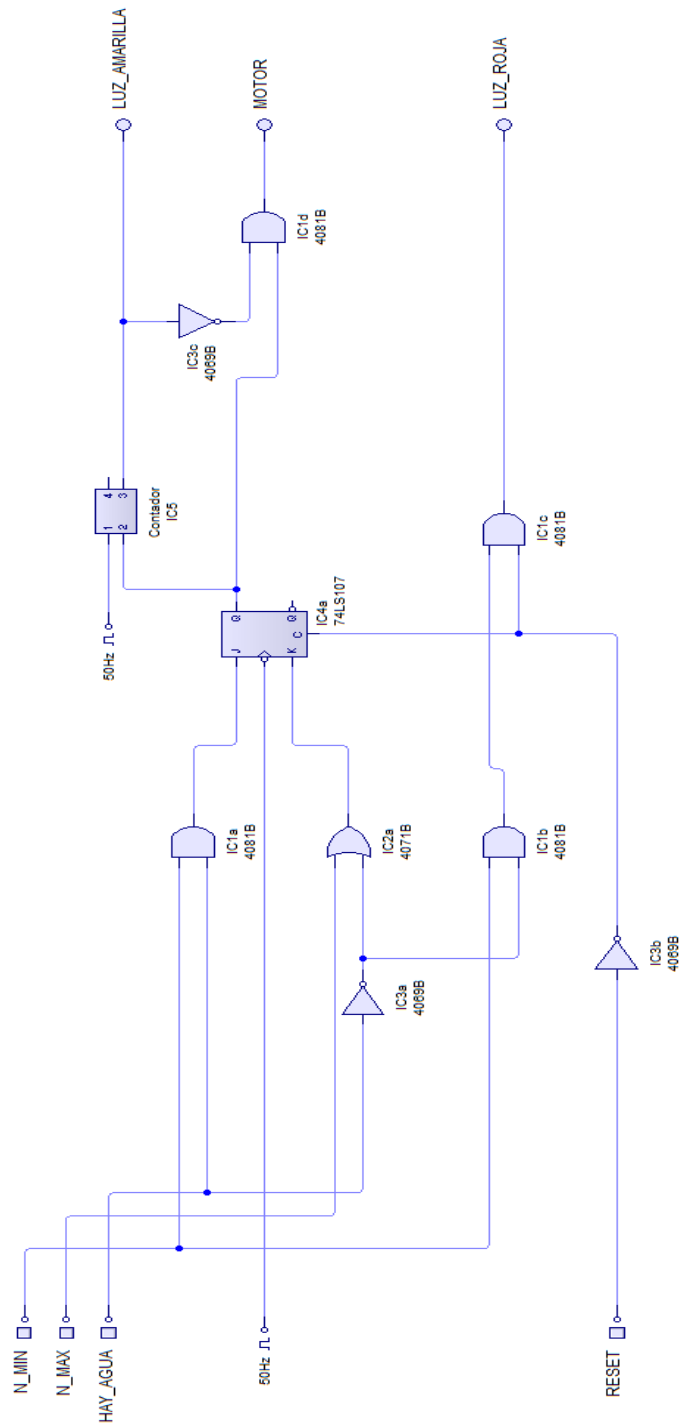
$$8\_MIN = Q_{14} \cdot \sim Q_{13} \cdot Q_{12} \cdot Q_{11} \cdot Q_{10} \cdot \sim Q_9 \cdot Q_8 \cdot Q_7 \cdot Q_6 \cdot \sim Q_5 \cdot \sim Q_4 \cdot \sim Q_3 \cdot \sim Q_2 \cdot \sim Q_1 \cdot \sim Q_0$$

Su funcionamiento interno está detallado en la sección correspondiente a la solución cableada.

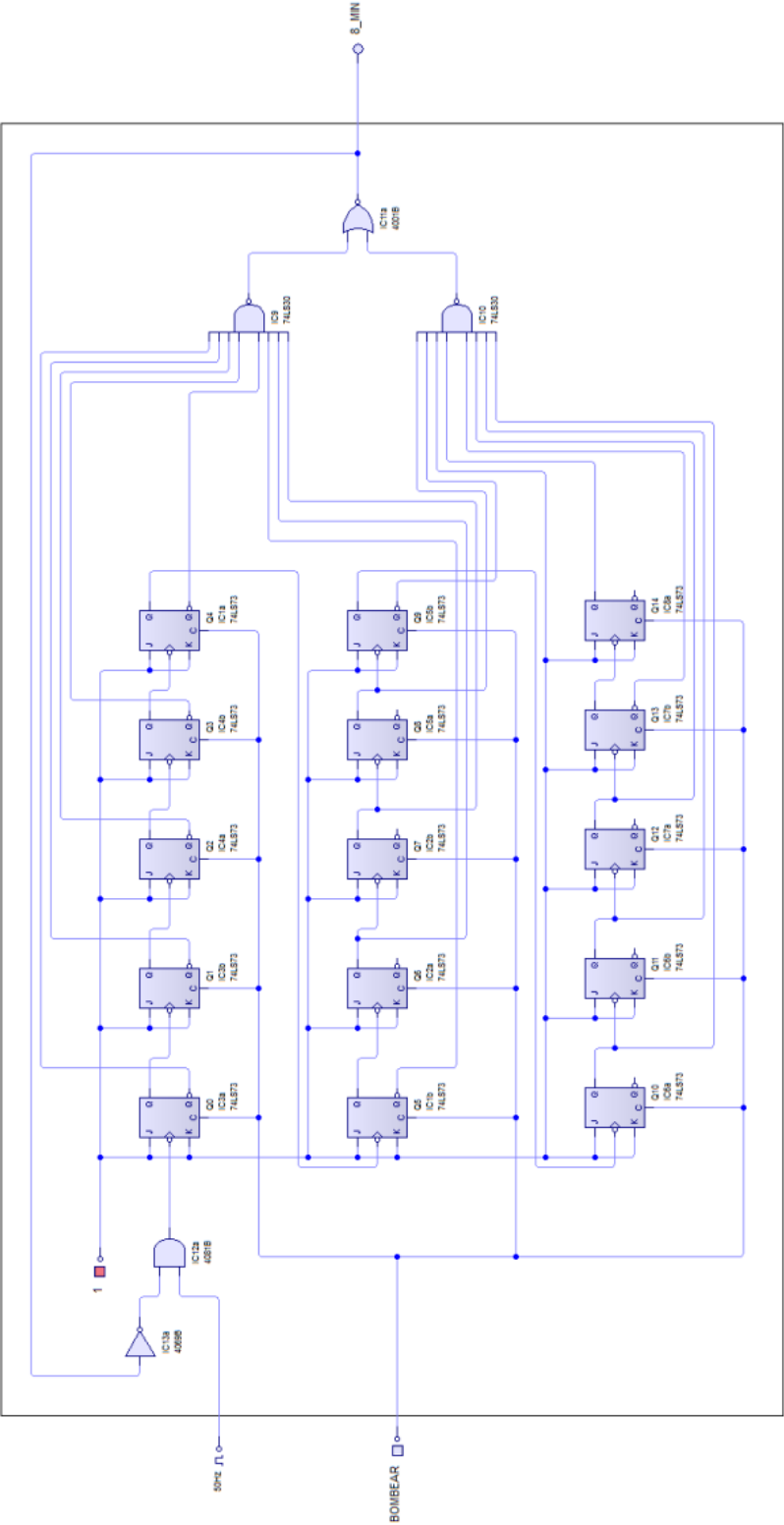
## Diagrama de estados



## Circuito Principal



Temporizador



# Apéndice

## Tablas de verdad

N_MIN	N_MAX	HAY_AGUA	BOMBEAR <sup>n</sup>		BOMBEAR <sup>n+1</sup>	LUZ_ROJA
0	0	0	0		0	0
0	0	0	1		0	0
0	0	1	0		0	0
0	0	1	1		1	0
0	1	0	0		0	0
0	1	0	1		0	0
0	1	1	0		0	0
0	1	1	1		0	0
1	0	0	0		0	1
1	0	0	1		0	1
1	0	1	0		1	0
1	0	1	1		1	0
1	1	0	0		x	x
1	1	0	1		x	x
1	1	1	0		x	x
1	1	1	1		x	x

Tabla 1



N_MIN	N_MAX	HAY_AGUA		BOMBEAR <sup>n</sup>	LUZ_ROJA		J	K
0	0	0		0	0		0	1
0	0	1		B <sup>n-1</sup>	0		0	0
0	1	0		0	0		0	1
0	1	1		0	0		0	1
1	0	0		0	1		0	1
1	0	1		1	0		1	0
1	1	0		x	x		x	x
1	1	1		x	x		x	x

Tabla 2

8_MIN	BOMBEAR		MOTOR	LUZ_AMARILLA
0	0		0	0
0	1		1	0
1	0		x	x
1	1		0	1

Tabla 3

# Mapas de Karnaugh

Para simplificar, utilizo los siguientes cambios de variable:

m = N\_MIN  
M = N\_MAX  
H = HAY\_AGUA

**J**

m\M H	00	01	11	10
0	0	0	0	0
1	0	1	x	x

$$J = m \cdot H$$

**K**

m\M H	00	01	11	10
0	1	0	1	1
1	1	0	x	x

$$K = M + \sim H$$

**LUZ\_ROJA**

m\M H	00	01	11	10
0	0	0	0	0
1	1	0	x	x

$$LUZ\_ROJA = m \cdot \sim H$$

Los cambios de variable realizados en el siguiente mapa son:

8 = 8\_MIN  
B = BOMBLEAR

**MOTOR**

8\B	0	1
0	0	1
1	x	0

$$MOTOR = \sim 8 \cdot B$$

**LUZ\_AMARILLA**

8\B	0	1
0	0	0
1	x	1

$$LUZ\_AMARILLA = 8$$