

# Diseño y Simulación de un Reloj Digital con Circuitos Integrados

Omar Sanmartin, *Student Member, IEEE*, Ángel Martínez, *Student Member, IEEE*, Johanna Montaña, *Student Member, IEEE*, Miguel Rojas, *Student Member, IEEE*, y Cristian Medina, *Student Member, IEEE*

**Abstract—resumen**

**Index Terms—Key words**

## I. INTRODUCTION

THE

## II. ANÁLISIS PARA EL DISEÑO DEL RELOJ DIGITAL

### A. Señal de reloj a través del temporizador 555.

En la figura 1 se muestra un generador de frecuencia de 1Hz utilizando el temporizador 555 el cual es cableado como un multivibrador Aestable. Los pulsos de salida se pueden visualizar a través de un LED; este circuito no requiere ninguna señal externa para su funcionamiento. Se puede calcular el valor de la frecuencia, utilizando la respectiva formula que se puede encontrar en el datasheet. Se tiene una frecuencia aproximada de 1Hz.

$$f = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2)C_1}$$

$$\frac{1.44}{(10k + 20k)47\mu F}$$

$$\frac{1.44}{(30k)47\mu F}$$

$$\frac{1.44}{1.41} = 1.02Hz$$

El intervalo de tiempo en que la salida está a nivel ALTO se define según:

$$t_H = 0.7(R_1 + R_2)C_1$$

$$0.7(10k + 10k)47\mu F$$

$$0.7(20k)47\mu F = 0.658seg$$

El intervalo de tiempo en que la salida está a nivel BAJO se define según:

$$t_L = 0.7R_2C_1$$

$$0.7(10k)47\mu F = 0.329seg$$

Manuscript received July 10, 2012. This paper is an expanded paper from the IEEE MTT-S Int. Microwave Symposium held on June 17-22, 2012 in Montreal, Canada. This work was funded in part by the Office of Naval Research under the Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) Microscale Power Conversion (MPC) Program under Grant N00014-11-1-0931, and in part by the Advanced Research Projects Agency-Energy (ARPA-E), U.S. Department of Energy, under Award Number DE-AR0000216.

M. Roberg is with TriQuint Semiconductor, 500 West Renner Road Richardson, TX 75080 USA (e-mail: michael.roberg@tqs.com).

T. Reveyrand is with the XLIM Laboratory, UMR 7252, University of Limoges, 87060 Limoges, France (e-mail: tibault.reveyrand@xlim.fr).

I. Ramos and Z. Popovic are with the Department of Electrical, Computer and Energy Engineering, University of Colorado, Boulder, CO, 80309-0425 USA (e-mail: ignacio.ramos@colorado.edu; zoya.popovic@colorado.edu).

E. Falkenstein is with Qualcomm Inc., 6150 Lookout Road Boulder, CO 80301 USA (e-mail: erez.falkenstein@gmail.com).

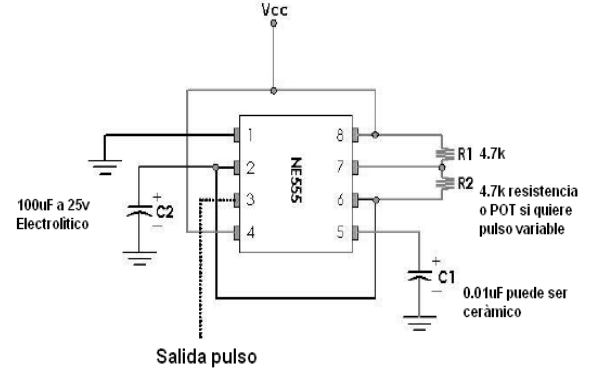


Fig. 1. Circuito LM 555 de 1 segundo (1Hz)

El periodo  $T$ , de la señal de salida es la suma de  $t_H$  y  $t_L$ . Esto es el recíproco de la frecuencia:

$$T = t_H + t_L$$

$$0.658seg + 0.329seg = 0.987seg$$

Finalmente, el ciclo de trabajo es:

$$Ciclo\ de\ trabajo = \frac{t_H}{T}$$

$$\frac{t_H}{t_H + t_L}$$

$$\frac{0.658seg}{0.658seg + 0.329seg}$$

$$0.667 * 100\% = 66.67\%$$

Una vez realizados los cálculos de frecuencia, periodo y ciclo de trabajo; se implementa el circuito en el simulador PROTEUS y a través de la utilización de un osciloscopio se puede observar la señal de salida del temporizador, que se presenta como una señal no ideal debido al efecto de carga y descarga de los capacitores; pero que se puede utilizar como señal de reloj debido a que si es posible diferencia los flancos de subida y de bajada de cada uno de los pulsos. Se debe notar adicionalmente que el ciclo de trabajo es del 66.67%, sin embargo esto no representara inconvenientes en el funcionamiento del reloj digital, ya que el tiempo o periodo entre las transiciones positivas o negativas siempre será de 1 segundo aproximadamente (0.987), como se puede evidenciar en la figura I

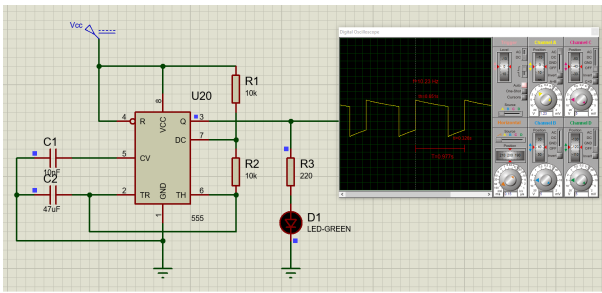


Fig. 2. Datasheet 74ls90: Logic Diagram/Connection Diagram

### B. Contador MOD10 y MOD6

Para contador base que se utiliza para realizar el reloj digital de 24 horas es el 74LS90 que puede ser configurado como: MOD2, MOD3, MOD4, MOD5, MOD6, MOD7, MOD8, MOD9 y MOD10. El 74LS90 es un contador de décadas

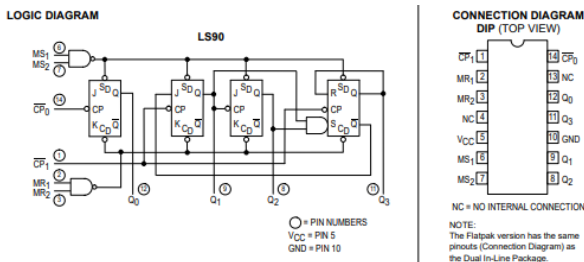


Fig. 3. Datasheet 74ls90: Logic Diagram/Connection Diagram

síncrono, cuya configuración como MOD10 se muestra en la figura 4. Las entradas R0(1), R0(2), R9(1) y R9(2), son

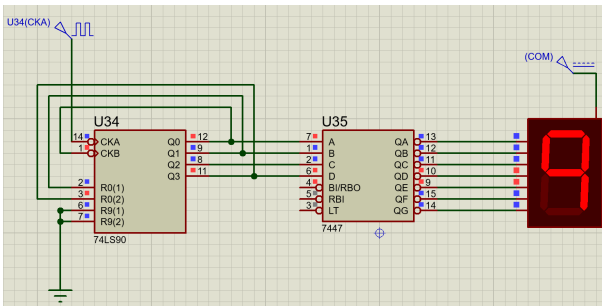


Fig. 4. Contador MOD10 con 74LS90

utilizadas como señales de PRESET y CLEAR para cada uno de los Flip Flops del 74LS90; guiadas a través de dos compuertas NAND. En el datasheet estas entradas son etiquetadas como MS1, MS2, MR1 y MR2.

El contador MOD6 se obtiene con la configuración de la Ilustración 5 donde las entradas R0(1) y R0(2) harán que las salidas de los Flip flops se hagan cero cuando se presente en la salida el valor binario 0110 y de esta forma el conteo solo sea desde cero hasta cinco.

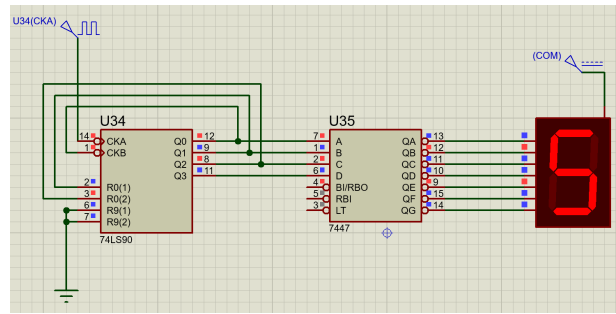


Fig. 5. Contador MOD6 con 74LS90

### C. Diseño de reloj digital

El diseño del reloj inicia con el conteo de los segundos, el cual tiene unidades y decenas. Las unidades de los segundos siempre tomaran valores entre 0 y 9; y cada vez que las unidades tomen el valor de 9 en la siguiente transición de reloj deberá volver a 0 y aumentar el contador de las decenas; es decir por cada vez que el contador MOD10 pase por sus 10 estados se deberá incrementar en uno el contador MOD6. Para conseguir esto se utiliza el bit más significativo del contador MOD10 como señal de reloj para el contador MOD6 y de esta forma obtener el conteo desde 00 hasta 59. La lógica

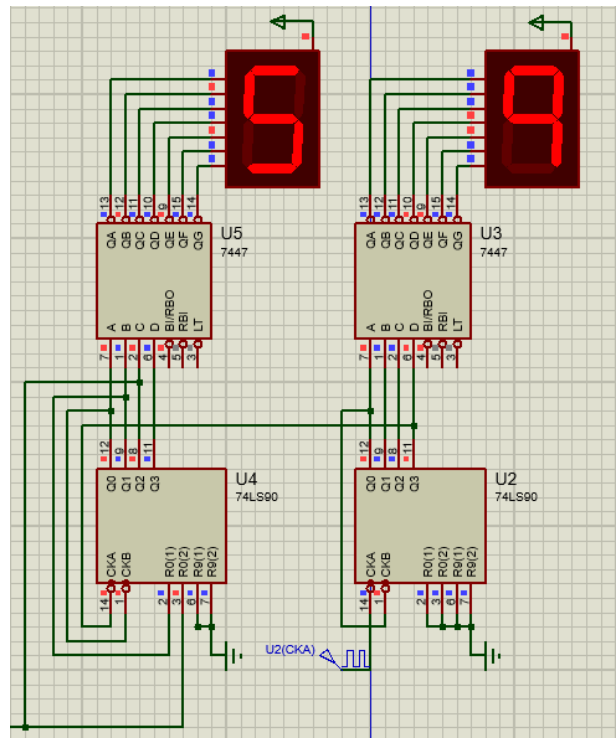


Fig. 6. Contador de 00 a 59

para realizar el conteo de los minutos es la misma, teniendo en consideración que cada vez que el segundero tome el valor de 59 en el siguiente ciclo de reloj los dos contadores de los segundos deberán volver a cero y el contador de las unidades

de los minutos deberá incrementar su valor. Finalmente para

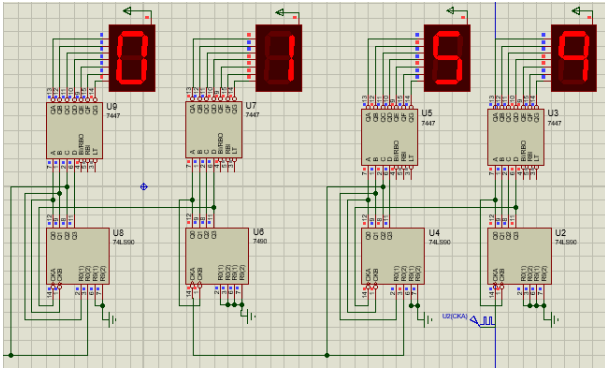


Fig. 7. Contador segundos y minutos

contar las horas, se debe tener en cuenta que el reloj iniciará en 00 y terminará en 23; es decir el contador de las unidades y las decenas volverán a su estado inicial de 00 cuando se presente la condición que se muestra en la Tabla 1. A partir de esta condición que se presentará por un corto periodo de tiempo se reinician los contadores con el uso de una compuerta AND cuyas entradas serán:

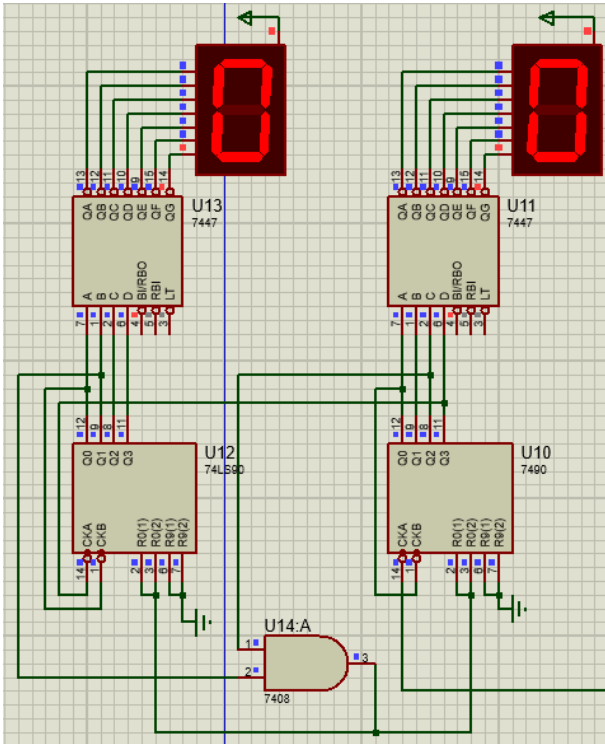


Fig. 8. Contador de 24horas

CONTADOR DE HORAS								
CONTADOR DECENAS				CONTADOR UNIDADES				HORA
Q3	Q2	Q1	Q0	Q3	Q2	Q1	Q0	
0	0	0	0	0	0	0	0	00
0	0	0	0	0	0	0	1	01
0	0	0	0	0	0	1	0	02
0	0	0	0	0	0	1	1	03
0	0	0	0	0	1	0	0	04
0	0	0	0	0	1	0	1	05
0	0	0	0	0	1	1	0	06
0	0	0	0	0	1	1	1	07
0	0	0	0	1	0	0	0	08
0	0	0	0	1	0	0	1	09
0	0	0	1	0	0	0	0	10
0	0	0	1	0	0	0	1	11
0	0	0	1	0	1	0	0	12
0	0	0	1	0	1	0	1	13
0	0	0	1	0	1	1	0	14
0	0	0	1	0	1	1	1	15
0	0	0	1	1	0	0	0	16
0	0	0	1	1	0	0	1	17
0	0	0	1	1	0	1	0	18
0	0	0	1	1	0	1	1	19
0	0	1	0	0	0	0	0	20
0	0	1	0	0	0	0	1	21
0	0	1	0	0	0	1	0	22
0	0	1	0	0	0	1	1	23
0	0	1	0	0	1	0	0	24
0	0	0	0	0	0	0	0	00
0	0	0	0	0	0	0	1	01
0	0	0	0	0	0	1	0	02
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.

TABLE I  
TABLA DE VERDAD DE SALIDA DE CONTADOR DE HORAS

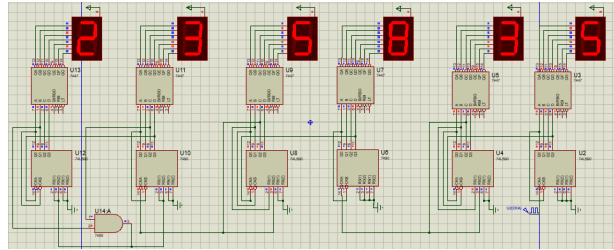


Fig. 9. Diseño Final de Reloj Digital

time-domain nonlinear measurement equipment and TriQuint Semiconductor for the donation of the transistors.

### III. CONCLUSION

#### ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to thank Dr. David Root and Dr. Jean-Pierre Teyssier at Agilent Technologies for the loan of the