

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—

Index Terms—Key words

I. INTRODUCTION

THE

II. DESARROLLO

A. Análisis para el diseño del Reloj Digital

1) Señal de reloj a través del temporizador 555 (modo astable).: En la figura 1, se muestra un generador de frecuencia de 1Hz utilizando el temporizador 555 (timer 555) el cual es cableado en modo multivibrador astable. Para poder visualizar los pulsos de salida se conectó un diodo led.

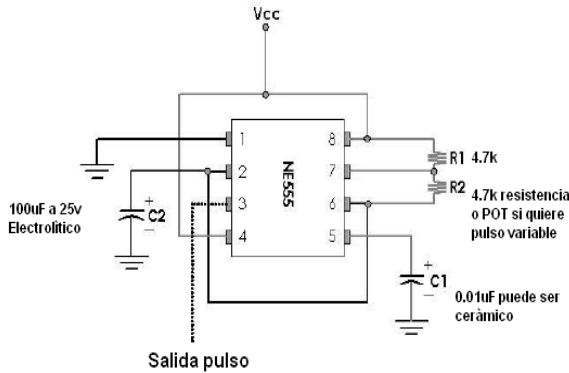


Fig. 1. Circuito LM 555 de 1Hz (1 seg.) (1Hz)

Se puede calcular el valor de la frecuencia, utilizando la respectiva formula que se puede encontrar en su respectivo datasheet, dicha fórmula esta es:

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

Aplicando esta a nuestro circuito tenemos:

$$\begin{aligned} f &= \frac{1.44}{(10k+20k)47\mu F} \\ f &= \frac{1.44}{(30k)47\mu F} \\ f &= \frac{1.44}{1.41} \\ f &= 1.02Hz \end{aligned}$$

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

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

Aplicando esta a nuestro circuito tenemos:

$$\begin{aligned} t_H &= 0.7 (10k + 10k) 47\mu F \\ t_H &= 0.7 (20k) 47\mu F \\ t_H &= 0.658seg \end{aligned}$$

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

$$t_L = 0.7 R_2 C_1$$

Aplicando esta a nuestro circuito tenemos:

$$\begin{aligned} t_L &= 0.7 (10k) 47\mu F \\ t_L &= 0.329seg \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} T &= t_H + t_L \\ T &= 0.658seg + 0.329seg \\ T &= 0.987seg \end{aligned}$$

Finalmente, el ciclo de trabajo es:

$$\begin{aligned} CT &= \frac{t_H}{T} \\ CT &= \frac{t_H}{t_H + t_L} \\ CT &= \frac{0.658seg}{0.658seg + 0.329seg} \\ CT &= 0.667 * 100\% \\ C &= 66.67\% \end{aligned}$$

Una vez realizados los cálculos de frecuencia, periodo y ciclo de trabajo; se implementó 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 2.

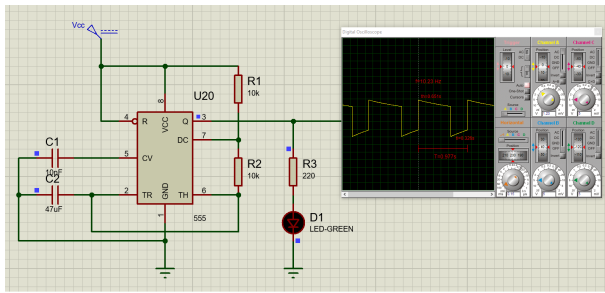


Fig. 2. Datasheet 74ls90: Logic Diagram/Connection Diagram

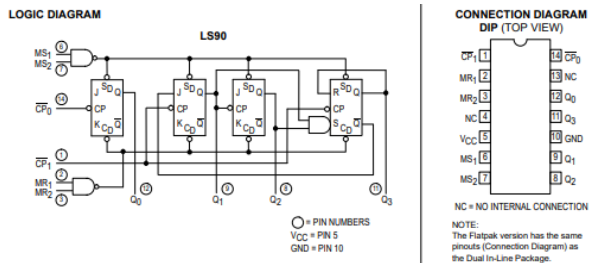


Fig. 3. Datasheet 74ls90: Logic Diagram/Connection Diagram

2) *Contador MOD10 y MOD6:* Para el contador base se utiliza el reloj digital de 24 horas se utiliza el circuito integrado 74LS90 que puede ser configurado como: MOD2, MOD3, MOD4, MOD5, MOD6, MOD7, MOD8, MOD9 y MOD10. El 74LS90 es un contador de décadas síncrono, cuya configuración como MOD10 se muestra en la figura 4. Las entradas $R0(1)$, $R0(2)$, $R9(1)$ y $R9(2)$ son 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 figura 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.

3) *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

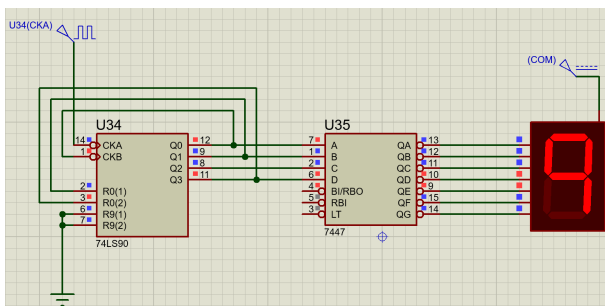


Fig. 4. Contador MOD10 con 74LS90

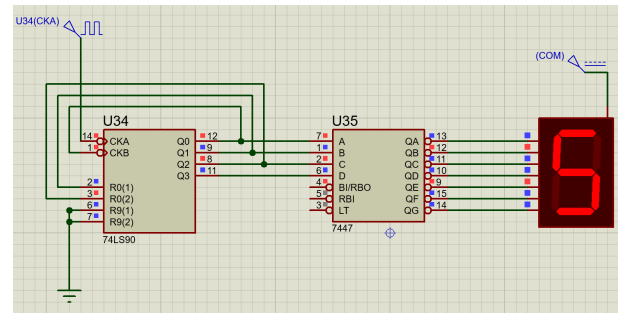


Fig. 5. Contador MOD6 con 74LS90

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.

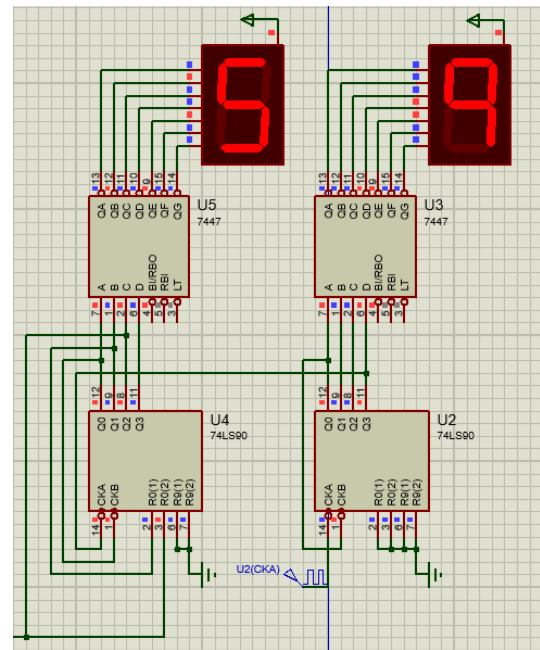


Fig. 6. Contador de 00 a 59

La lógica 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.

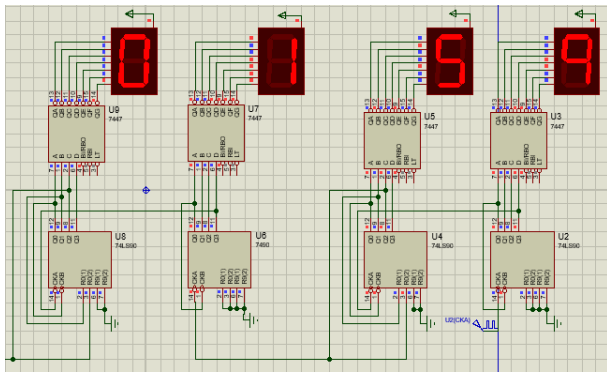


Fig. 7. Contador minutos y segundos

Finalmente para 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 I. 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:

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	1	0	10	
0	0	0	1	0	0	1	1	11	
0	0	0	1	0	0	0	0	12	
0	0	0	1	0	0	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	0	1	0	0	16	
0	0	0	1	0	1	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

El circuito para el contador de horas sera:

El diseño del circuito final es el siguiente:

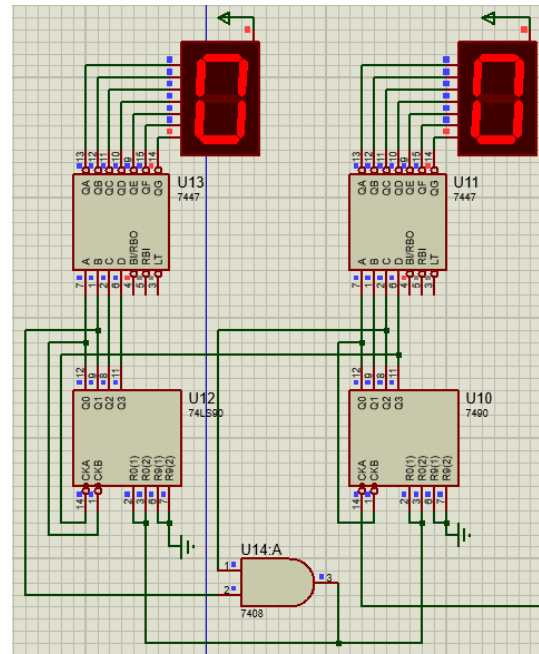


Fig. 8. Contador de 24horas

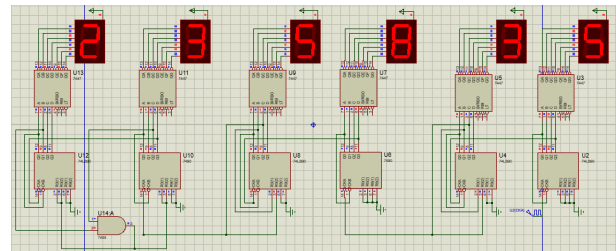


Fig. 9. Diseño Final de Reloj Digital

III. CONCLUSION

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

The authors would like to thank Dr. David Root and Dr. Jean-Pierre Teyssier at Agilent Technologies for the loan of the time-domain nonlinear measurement equipment and TriQuint Semiconductor for the donation of the transistors.



Michael Roberg (S'09) received the B.S.E.E degree from Bucknell University, Lewisburg, PA, in 2003, the M.S.E.E. degree from the University of Pennsylvania, Philadelphia, in 2006, and the Ph.D. degree from the University of Colorado at Boulder in 2012. From 2003 to 2009, he was an Engineer with Lockheed Martin-MS2, Moorestown, NJ, where he was involved with advanced phased-array radar systems. His current research interests include high efficiency microwave PA theory and design, microwave power rectifiers, MMIC design, and high-efficiency radar and communication system transmitters. He is currently employed by TriQuint Semiconductor - Defense Products and Foundry Services in Richardson, TX working on wideband high efficiency GaN MMIC PA design.



Tibault Reveyrand (M'07) received the Ph.D. degree from the University of Limoges, France, in 2002. From 2002 to 2004, he was a Post-Doctoral Scientist with CNES (French Space Agency). In 2005, he became a CNRS engineer at XLIM. His research interests include the characterization and modeling of RF and microwave nonlinear components and devices. Dr. Reveyrand was the recipient of the 2002 European GaAs Best Paper Award and is a member of the IEEE MTT-11 "Microwave Measurements" Technical Committee.



Ignacio Ramos (S'12) received the B.S. degree in electrical engineering from the University of Illinois at Chicago in 2009, and is currently working toward the Ph.D. degree at the University of Colorado at Boulder. From 2009 to 2011, he was with the Power and Electronic Systems Department at Raytheon IDS, Sudbury, MA. His research interests include high-efficiency microwave power amplifiers, microwave DC/DC converters, radar systems, and wireless power transmission.



Erez Avigdor Falkenstein (S'07), Haifa, Israel in 1979. He earned a "Handesai" degree (associate degree) in electronics from Amal Handesaim School Hadera, Israel in 1999. From 1999 to 2003 he served in the Israel Defense Force as part of a technological unit. He has been at the University of Colorado at Boulder 2004 – 2012. He received concurrent MS/BS degrees in Electrical engineering 2010 and a Ph.D 2012 from the University of Colorado at Boulder. Since 2007 he has been involved with research as part of the active antenna group. Research

emphasis: far field wireless powering for low power densities. Interests include Antenna design and characterization, modeling and measurement of nonlinear devices at microwave frequencies and power management. He is currently employed at Qualcomm, Incorporated, Boulder, CO.



Zoya Popović (S'86-M'90-SM'99-F'02) received the Dipl.Ing. degree from the University of Belgrade, Belgrade, Serbia, Yugoslavia, in 1985, and the Ph.D. degree from the California Institute of Technology, Pasadena, in 1990. Since 1990, she has been with the University of Colorado at Boulder, where she is currently a Distinguished Professor and holds the Hudson Moore Jr. Chair with the Department of Electrical, Computer and Energy Engineering. In 2001, she was a Visiting Professor with the Technical University of Munich, Munich, Germany.

Since 1991, she has graduated 44 Ph.D. students. Her research interests include high-efficiency, low-noise, and broadband microwave and millimeter-wave circuits, quasi-optical millimeter-wave techniques, active antenna arrays, and wireless powering for batteryless sensors. Prof. Popović was the recipient of the 1993 and 2006 Microwave Prizes presented by the IEEE Microwave Theory and Techniques Society (IEEE MTT-S) for the best journal papers and the 1996 URSI Issac Koga Gold Medal. In 1997, Eta Kappa Nu students chose her as a Professor of the Year. She was the recipient of a 2000 Humboldt Research Award for Senior U.S. Scientists of the German Alexander von Humboldt Stiftung. She was elected a Foreign Member of the Serbian Academy of Sciences and Arts in 2006. She was also the recipient of the 2001 Hewlett-Packard (HP)/American Society for Engineering Education (ASEE) Terman Medal for combined teaching and research excellence.