

## Construcción de un medidor digital de tiempo para un laboratorio de calibraciones

Ever Cifuentes<sup>1,3,\*</sup>, Tony Benavente<sup>2,3</sup>, Enrique Rojas<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dirección de Investigación y Desarrollo, Instituto Peruano de Energía Nuclear, Lima 41, Perú

<sup>2</sup> Dirección de Servicios, Instituto Peruano de Energía Nuclear, Lima 41, Perú

<sup>3</sup> Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos

### Resumen

En la medición de las magnitudes dosimétricas (kerma en aire o dosis absorbida en agua) se utiliza un sistema de medición compuesto por un electrómetro, para coleccionar carga eléctrica en un tiempo determinado y una cámara de ionización donde se producen los iones. El Laboratorio Secundario de Calibraciones Dosimétricas (LSCD/IPEN) cuenta con un estándar secundario marca Nuclear Enterprises, modelo: IONEX 2500/3, el cual requiere de un medidor de tiempo compatible con sus funciones internas. En el presente trabajo se muestra el desarrollo y la implementación de un medidor digital de tiempo para el laboratorio, basada en el uso de un microcontrolador AT89C52 de la empresa ATMEL, programado con el software BASCOM (familia del 8051) y para la visualización se usa un LCD de 16 x 2 caracteres.

### Abstract

In the measurement of dosimetric quantities (kerma in air or absorbed dose in water) we use a measurement system consisting of an electrometer to collect electric charge in a given time and an ionization chamber where ions are produced. Secondary Laboratory Calibration Dosimetry (LSCD / IPEN) has a secondary standard trademark Nuclear Enterprises, model IONEX 2500/3, which requires a timer compatible with its internal functions. This paper shows the development and implementation of a digital meter of time for laboratory, based on the use of a microcontroller AT89C52 ATMEL, programmed with the BASCOM software (family 8051) and we used an LCD display of 16 x 2 characters.

### 1. Introducción

Para la medición de las magnitudes dosimétricas en el LSCD del IPEN, se utiliza un estándar compuesto por un electrómetro y una cámara de ionización, los equipos modernos poseen integrado un medidor de tiempo operado por funciones colocadas en el mismo electrómetro. El estándar IONEX 2500/3 es un equipo de muy buena respuesta y compatible con diferentes cámaras de ionización para realizar mediciones en el campo de la radioterapia y radioprotección [1], el tiempo de colección de carga eléctrica se realiza manualmente con un medidor de tiempo analógico; como consecuencia se tiene un incremento en la incertidumbre de las mediciones, debido a que no están sincronizadas el medidor de tiempo y el electrómetro al iniciar la colección de cargas. Una alternativa es el desarrollo de un medidor de tiempo que pueda operar con las señales que maneja el electrómetro IONEX 2500/3 [2].

Para el inicio de la colección se hace uso del contacto, normalmente abierto de un relé, que tiene su salida en un terminal posterior del equipo IONEX 2500/3, esta señal ingresa a un pin del microcontrolador AT89C52 [3] el cual está programado para iniciar y parar el proceso de conteo de tiempo. Cuando se presione nuevamente el botón de inicio del equipo IONEX 2500/3, el conteo de tiempo se integra y cuando se presiona previamente el botón de RESET la cuenta de tiempo empieza nuevamente.

El desarrollo del presente trabajo integra dos aspectos; la parte de hardware, cuya función es captar las señales del relé y del reset para la activación del procedimiento correspondiente, y la parte de software en la etapa de construcción de las rutinas, para que las funciones estén de acuerdo con lo planificado. Damos énfasis al desarrollo de esta fase.

---

\* Correspondencia autor: ecifuentes@ipen.gob.pe

## 2. Desarrollo del trabajo

### 2.1 Hardware

En la Figura 1 se muestra el esquema y los diferentes componentes usados para la construcción del cronómetro y que está integrada por: un microcontrolador AT89C52 de la empresa ATMEL, con sistema oscilador compuesta de un cristal de 8 Mhz y dos condensadores de 22 pF, un pulsador de RESET para borrar las cuentas del cronómetro, un LCD de 16 x 2 caracteres para mostrar el tiempo especificado en un formato de horas, minutos, segundos y centésimas de segundo, y por último el contacto de normalmente abierto (NO) de señal de salida del relé del equipo IONEX 2500/3.

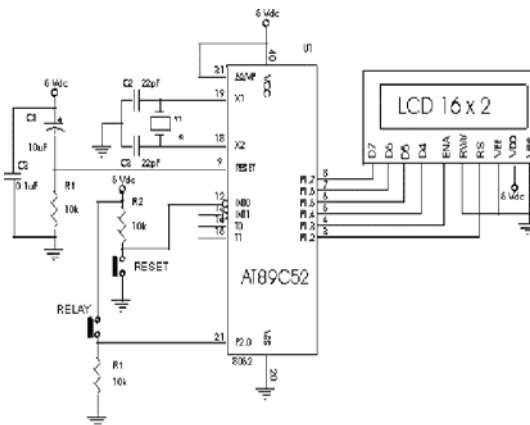


Figura 1. Diagrama del cronómetro.

En la Figura 2 se muestra la parte frontal del equipo construido y en funcionamiento.



Figura 2. El Cronómetro en operación.

### 2.2 Desarrollo del software

En la Figura 3 se muestra la lógica de habilitación de cuentas del cronómetro, en ella vemos que el estado de relé es el que habilita las cuentas, su acción está sincronizada con un pulsador de START del equipo del IONEX 2500/3.

Para las cuentas en centésimas se hace uso de la interrupción INT1 (interrupción como temporizador del microcontrolador T89C52) el cual es producido cada cierto número de oscilaciones del cristal. En cada interrupción se incrementa un contador base para la rutina de tiempo a ser presentada en un display LCD.D.

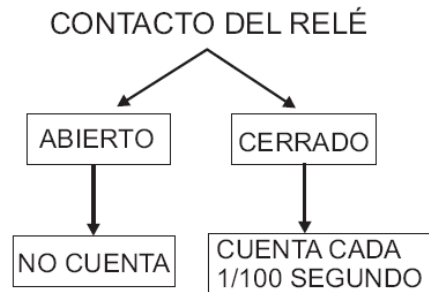


Figura 3. Lógica de habilitación de cuenta.

Para el borrado de la cuenta se hace uso de un pulsador de RESET que realiza la interrupción INT0 (interrupción externa).

Todo el programa se ha realizado haciendo uso del software Bascom para el 8051 de la empresa MCS Electronics [4], por su facilidad en la parte de programación, sobre todo durante el traslado de la información al LCD y las configuraciones de las interrupciones.

## 3. Resultados y Discusión

- El error en la medición del tiempo es mínimo por cuanto se hace uso de una rutina de corrección de error cada minuto.
- En la figura 4 mostramos el sistema de medición integrada por el equipo medición equipo IONEX 2500/3 y el cronómetro de este modo se cumple con los objetivos mencionados del presente trabajo.



**Figura 4.** Sistema de medición.

#### **4. Conclusiones**

- Se ha logrado mejorar las incertidumbres en la medición del tiempo como parámetro importante del sistema de medida.
- El uso de los microcontroladores nos permiten complementar el desempeño, como sistema de medida, de los equipos de alto rendimiento.

#### **5. Agradecimientos**

A las Direcciones Generales de Servicios e Investigación y Desarrollo del IPEN, por las facilidades otorgadas para la realización del presente trabajo.

#### **6. Bibliografía**

- [1] International Atomic Energy Agency. Calibration of dosimeter used in radiotherapy. Technical Reports Series N° 374. Vienna: IAEA; 1994.
- [2] Nuclear Enterprises Limited. Manual for user. England; 1980.
- [3] Atmel Corporation. Data Sheet for AT80C52. [serie en Internet]. Disponible en: <http://www.atmel.com>
- [4]MCS Electronics Bascom Avr. [serie en Internet]. Disponible en: <http://www.mcselec.com>