

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CUENTA-GOTAS DIGITAL

José Luis Rodríguez Quimís¹, Miguel Yapur Auad²

¹Egresado en Ingeniería en Electrónica, especialización Electrónica y Telecomunicaciones 2004, Irodrigu@fiec.espol.edu.ec

²Director del Tópico de Graduación en Electrónica Médica. Ingeniero en Electricidad, especialización Electrónica, ESPOL, 1983. M.Sc. en Ingeniería Biomédica. University of Texas, 1986. Profesor de la ESPOL desde 1987, myapur@espol.edu.ec

RESUMEN:

El circuito Cuenta-Gotas digital, consta de tres etapas: La primera es la etapa de entrada la cual está conformada por el teclado y por el sensor infrarrojo de gotas. Mediante el teclado se ingresa el tipo de suero a usar y el número de gotas por minuto que se desea administrar al paciente. Cabe destacar que el teclado es alámbrico, es decir se puede controlar el Cuenta-Gotas hasta una distancia de 1.5 metros. El sensor de gotas está constituido por un conjunto emisor y receptor infrarrojo; este conjunto envía un pulso al caer una gota ya que se corta la comunicación entre ellos y esto se debe a que el par infrarrojo está alineado. La segunda etapa es la de procesamiento de datos; en esta etapa se tiene un microcontrolador para efectuar toda la lógica del circuito, el dispositivo utilizado es el PIC 16F877A, el cual fue seleccionado debido a la gran cantidad de entradas y salidas que se pueden manejar con él. Finalmente tenemos la etapa de salida que consta de un control mecánico del flujo del suero, un visualizador, una alarma y un optoacoplador. El control mecánico se lo hace con un motor paso a paso unipolar; este motor presiona el conducto del suero permitiendo así, sólo el paso de las gotas deseadas. El visualizador está representado por una pantalla de cristal líquido (LCD) de 16 columnas x 2 filas, en donde se puede observar el suero que se usa y la cantidad de gotas por minuto que se desea administrar. La alarma indicará, por medio de un buzzer, que el suero está próximo a acabarse y por último se tiene un optoacoplador para separar el motor del circuito digital, evitando con esto que se genere algún tipo de ruido ocasionado por el giro del motor.

RESUME:

This circuit is a digital Drop Counter, which consists of three stages; first is the input stage which is divided into the keyboard and the infrared sensor of drops. By means of the keyboard the type of serum to be used and the number of drops desired to administer to the patient per minute is entered. The keyboard is wired and can control the digital Drop Counter from a distance of 1.5 meters. The drop sensor is constituted by a Led and a receiving infrared module, which must be aligned; this set sends a pulse when a drop falls since it cuts communications between them. The second stage is the data processing; in this stage there is a microcontroller to carry out all the logic of the circuit; the microcontroller is a PIC 16F877A. This device has a great amount of inputs and outputs that can be handled. Finally, the exit stage that consists of a mechanical control of the flow of the serum, a display, an alarm and an opto-coupler. The mechanical control rules a step by step single-pole motor; this motor will press the conduit of the serum thus allowing only the passage of the wished drops. The display is represented by a Liquid Crystal Display of 16 columns x 2 rows, in which can be observed the class of serum that is used and the amount of drops desired per minute. The alarm will indicate by means of a buzzer, that the serum is next to finish and finally there is an opto-coupler to separate the motor of the digital circuit, avoiding some type of noise caused by the motor.

INTRODUCCIÓN:

En el campo de la Medicina es importante tener el control lo más exacto y preciso posible de la situación. Un aspecto importante es la administración de los fármacos en la dosis correcta a los pacientes que se encuentran en estado crítico, como es el caso de los recién operados y los recién nacidos.

Para alcanzar esta exactitud y precisión se recurre al uso de ciertos equipos electrónicos.

El siguiente proyecto presenta una agradable y confiable vía de administrar suero a un paciente que se encuentra en estado crítico. Este proyecto cuenta con un cerebro central que es un microcontrolador, el cual se lo programa a voluntad; cuenta también con una variedad de entradas y salidas para mayor comodidad del diseñador, con lo cual se logra que este sistema sea económico, fácil de manejar y muy confiable.

CONTENIDO:

Todos los sistemas de medición cuentan con una entrada de datos, un bloque de procesamiento y una salida en donde se observan los resultados del proceso.

Ya que este proyecto es un sistema para medir y controlar la cantidad de suero que se le suministra a un paciente, obligatoriamente deberá tener un medio para poder ingresar los parámetros que se deseen controlar. En nuestro caso los parámetros a controlar serán: gotas y tiempo. Este sistema está equipado con un teclado para poder ingresar dichos parámetros.

La etapa de procesamiento de datos la constituye el microcontrolador PIC16F877A del fabricante Microchip. En la etapa de salida se ha acoplado un motor de paso a paso para controlar el paso del líquido, una pantalla de cristal líquido para observar el tipo de suero que se está usando y una alarma para advertir que el suero está próximo a terminarse.

Vemos en la figura 1 el diagrama de bloques correspondiente a este sistema.

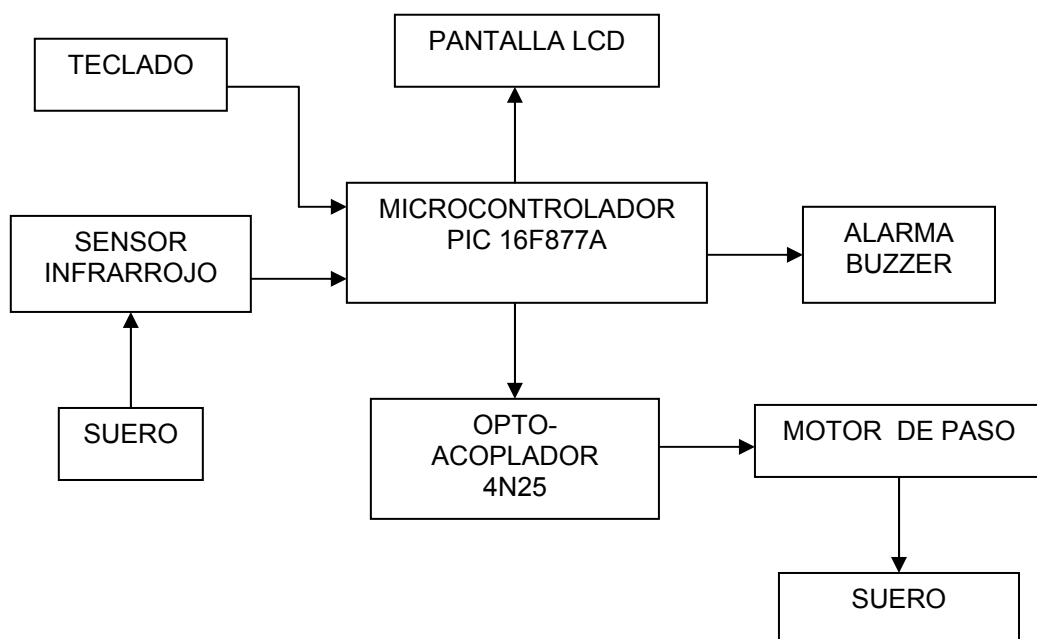


Fig. 1 Diagrama de Bloques del Cuenta-Gotas digital.

El teclado alámbrico consta de 6 teclas para el uso manual del equipo, las cuales son:

SUERO.- Permite ingresar el tipo de suero a usar. Esta tecla es necesaria dado a que existen tres tamaños de sueros que son: 250, 500, y 1000ml, por lo que es importante saber con cual de ellos se va a trabajar, con el fin de poder predecir en que momento aproximadamente éste se terminará, y así advertir a la persona que supervisa al paciente.

INC_GOTAS- Esta tecla permite ingresar el número de gotas por minuto que se requiere administrar al paciente. Al mantener presionada esta tecla, el número de gotas aumenta cada medio segundo.

DEC_GOTAS- Mediante esta tecla se disminuye el número de gotas por minuto que se requiere administrar al paciente. Al mantener presionada esta tecla, el número de gotas disminuye cada medio segundo.

START/STOP.- Al estar seguro de la clase de suero que se va a administrar y cuantas gotas por minuto, esta tecla da inicio al circuito y el suero es administrado. Si se vuelve a presionar la tecla, el circuito se detiene esperando ser presionada otra vez para continuar con su funcionamiento normal.

RESET.- Esta tecla inicia el circuito desde el comienzo; es decir, se debe ingresar nuevamente el tipo de suero y el número de gotas por minuto.

ALARMA_OFF.- Tecla para apagar la alarma de poco suero que se enciende cuando el sistema detecta que el suero se va a terminar.

MÓDULO EMISOR INFRARROJO

Como emisor se tiene un Led infrarrojo el cual está oscilando a una frecuencia de 40 KHz aproximadamente, ya que ésta es la frecuencia de operación del módulo receptor. Para alcanzar esta frecuencia de oscilación se usa un circuito basado en un 555 en el modo de oscilador astable. La fórmula para el cálculo de la frecuencia de este oscilador está dada por la expresión:

$$f = [0.693(R1+2R2)C1]^{-1}$$

$$R1 = 12.7K\Omega \quad R2 = 12.7K\Omega \quad C1 = 1nf$$

$$f = [0.693(3*12.7*10^3)1*10^{-9}]^{-1} = [26*10^{-6}Seg]^{-1}$$

$$f = 37.8KHz$$

El circuito final para el módulo emisor se lo puede observar en la figura 2.

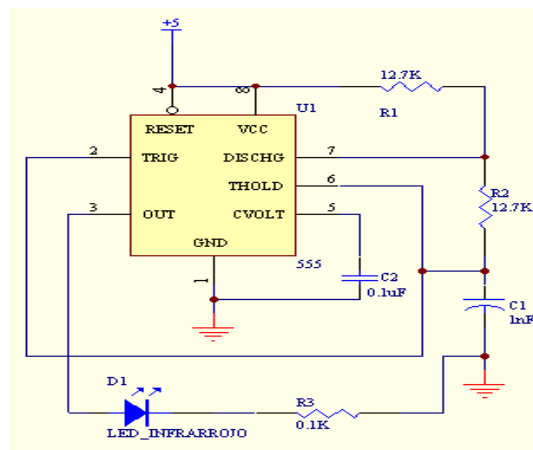


Fig. 2 Oscilador astable para el módulo emisor del Cuenta-Gotas digital.

MÓDULO RECEPTOR INFRARROJO

El módulo receptor es un PNA4602; este módulo es usado en los equipos operados a control remoto y opera a 38KHz. En la figura 3 se muestra su diagrama de bloques. Como se puede observar, a la entrada se tiene un fotodiodo, el mismo que convierte la señal lumínica en corriente eléctrica. Luego pasa por una etapa para amplificar el nivel de voltaje y limitarlo, seguidamente un filtro pasa banda asegura que se está trabajando con la frecuencia correcta; luego de esto la señal está lista para demodularla e integrarla. Finalmente está la etapa de comparación con el fin de obtener los pulsos que se generaron a lo largo de todo el proceso.

A la salida se tiene un transistor que hace las veces de interruptor.

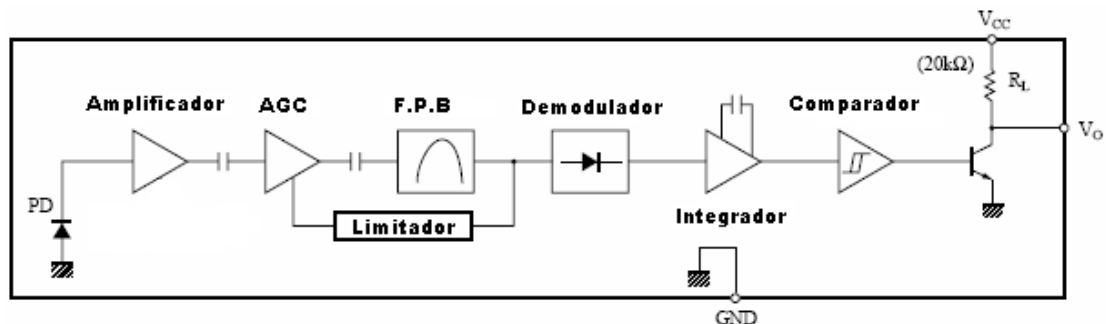


Fig. 3 Diagrama de bloques del módulo receptor infrarrojo PNA4602.

Como se mencionó anteriormente, este módulo receptor de infrarrojo recibe y envía pulsos, por lo que se tuvo la necesidad de hacer un circuito oscilador monoestable para así estar seguros de tomar un solo pulso con una duración de aproximadamente medio segundo.

La fórmula para calcular el tiempo de duración del pulso a la salida del oscilador viene dada por la expresión:

$$T=1.1 \cdot R_3 \cdot C_3$$

$$R_3 = 4.7K \quad C_3 = 100\mu F$$

$$T = 1.1(4.7 \cdot 10^3)(100 \cdot 10^{-6}) = 0.517 \text{ Seg}$$

El circuito total del módulo receptor está representado en la figura 4.

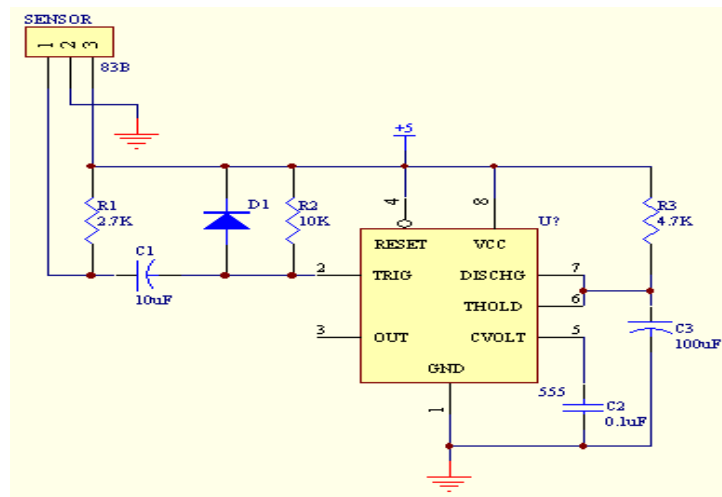


Fig. 4 Diagrama esquemático del módulo receptor infrarrojo del Cuenta-Gotas digital.

MICROCONTROLADOR PIC16F877A

Este microcontrolador es el cerebro del sistema; está encargado de recibir las señales de la etapa de entrada, es decir el teclado y el sensor infrarrojo. Con dichas señales de entrada el programa decidirá que señales entregará el microcontrolador a la etapa de salida, manejando así el equipo de manera ordenada siguiendo la lógica del algoritmo que rige al programa.

Las características más importantes de este microcontrolador son:

- Frecuencia de operación hasta 20 MHz
- 8K de Memoria Flash (palabras de 14 bits)
- 14.3K bytes de Memoria de programa
- 8192 palabras de instrucciones
- 256 bytes de Memoria de datos EEPROM
- 15 Interrupciones
- 5 Puertos de I/O (A,B,C,D,E)
- 33 I/O
- 3 Temporizadores (TMR0,TMR1,TMR2)
- Convertidor A/D de 10 bits con 8 canales de entrada
- 2 Comparadores Analógicos
- 35 Instrucciones

Este Cuenta-Gotas digital está equipado con una pantalla de cristal líquido LCD, en la cual se observarán los datos ingresados por el usuario. Las pantallas de cristal líquido son módulos microcontrolados capaces de representar 2 líneas de 16 caracteres cada una. A través de 8 líneas de datos se le envía el carácter ASCII que se desea visualizar así como ciertos códigos de control que permiten realizar diferentes efectos de visualización.

La figura 5 muestra la pantalla LCD utilizada en el Cuenta-Gotas digital.



Fig. 5 Pantalla LCD usada en el Cuenta-Gotas digital.

Con el fin de evitar cualquier interferencia ocasionada por el giro del motor, se aísla por completo el circuito digital de la parte mecánica; esto significa que el motor está alimentado por una fuente externa. Para aislar el circuito digital del motor, se utiliza el opto-acoplador 4N25, el cual internamente está constituido por un diodo Led y un fototransistor. Al enviar un nivel de voltaje alto al pin 1 de dicho opto-acoplador (ánodo del diodo Led) y teniendo el pin 2 (cátodo del diodo Led) conectado a tierra a través de una resistencia de unos 100 ohmios, éste polariza al foto transistor y entra a operar en el modo que esté configurado. En este caso

se lo deja como un interruptor, con el colector conectado a través de una resistencia de 10K a Vcc de la fuente que alimenta al motor y el emisor a tierra.

La figura 6 muestra la empaquetadura interna del opto-acoplador 4N25.

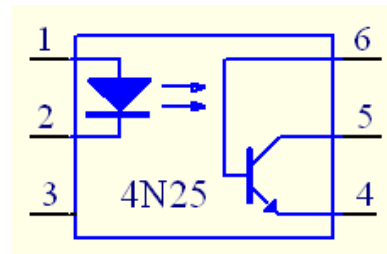


Fig. 6 Diagrama interno del opto-acoplador 4N25.

CONTROL MECÁNICO DEL FLUJO DEL LÍQUIDO

La parte mecánica que se encarga de permitir o no el paso del suero hacia el paciente la conforma un motor de paso unipolar. Los motores paso a paso son ideales para la construcción de mecanismos en donde se requieren movimientos muy precisos.

La característica principal de estos motores es el hecho de poder mover un paso a la vez por cada pulso que se le aplique a las bobinas; el motor utilizado en este equipo tiene un número de pasos de 400 y un consumo de corriente de 500mA. Estos motores obedecen a una secuencia la cual la vemos en la siguiente tabla:

TABLA1.- SECUENCIA DE LOS PASOS DEL MOTOR

| PASOS | BOBINA A | BOBINA B | BOBINA C | BOBINA D |
|-------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 1 |

Debido que el motor utilizado en este Cuenta-Gotas digital exige gran cantidad de corriente, se tuvo que utilizar dispositivos especiales con el fin de satisfacer la demanda de corriente del motor. Para este propósito contamos con el TIP100 que se muestra en la figura 7, el mismo que está construido internamente por unos transistores de potencia en configuración Darlington, suministrándole al motor la corriente que éste necesita para su óptimo rendimiento.

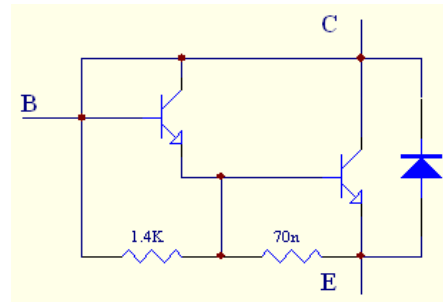


Fig. 7 Configuración interna del TIP100.

CONCLUSIONES

Gracias a los conocimientos obtenidos durante nuestra etapa de estudiantes tanto en las aulas de clases como en los laboratorios y además la investigación realizada por nosotros mismos, todos estamos capacitados para lograr el diseño y la construcción de cualquier equipo electrónico de mediana complejidad.

El Cuenta-Gotas digital fue diseñado para ser un sistema útil en los momentos en que se requieran una cantidad exacta de líquido. Los casos extremos que ameritan el uso de este sistema son los neonatos y los recién operados, ya que para ellos la cantidad de líquido es vital debido a su estado delicado.

Los dispositivos digitales con los que se cuenta hoy en día son muy eficaces, sencillos de manejar y económicos.

Cada vez la Medicina y la Electrónica están más asociadas, por lo que se debería dar mucho más énfasis al desarrollo del área de la Electrónica Médica y contratar a los ingenieros electrónicos en los hospitales y clínicas ya que el aporte de ellos en la Medicina es invaluable.

BIBLIOGRAFÍA

www.microchip.com

www.todopic.com

www.alldatasheet.com