



## “Rediseño e Implementación de un Medidor del Tiempo de Reacción Humana”

Y. Montero, F. Veloz, M. Yapur  
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación  
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral,  
Guayaquil, Ecuador  
ymontero@espol.edu.ec, fveloz@espol.edu.ec, myapur@espol.edu.ec

### Resumen

*En este artículo se muestra el rediseño e implementación de un equipo que permite demostrar que, el tiempo que le supone a una persona tomar una decisión es directamente proporcional al número de alternativas que tiene (Ley de Hick), para lo cual se ha utilizado el Microcontrolador 16F876A para gobernar un sistema que permite capturar el tiempo que le toma a una persona reaccionar ante un estímulo luminoso y luego utilizar esos datos para trazar una gráfica (Número de alternativas vs Tiempo de reacción) mediante la ayuda del programa TIEMPO DE REACCIÓN HUMANA creado en el lenguaje de programación Visual Basic, que facilita la apreciación y el análisis de los resultados obtenidos.*

**Palabras Claves:** *Ley de Hick, TIEMPO DE REACCIÓN HUMANA, Microcontrolador 16F876A.*

### Abstract

*This article shows the redesign and implementation of a device that can demonstrate that, the time it takes a person making a decision is directly proportional to the number of alternatives that he or she has (Hick's Law), for which we have used the 16F876A microcontroller to govern a system that lets us capture the time it takes a person reacting to a light stimulus and then use that data to plot a graph (number of alternatives vs. reaction time) with aid of the program HUMAN REACTION TIME created in the Visual Basic programming language that facilitates the assessment and analysis of the results.*

**Key Words:** *Hick's Law, HUMAN REACTION TIME, 16F876A Microcontroller.*

## 1. Introducción

Este proyecto tiene como finalidad reemplazar el equipo que actualmente utilizan los estudiantes del Tópico de Electrónica Médica para realizar la práctica correspondiente, que consiste en medir el tiempo de reacción humana, así como demostrar la ley de Hick.

Se consideró realizar este trabajo debido a que el equipo actual presenta inconvenientes para transmitir los datos a un computador y por ende, no se puede obtener la curva que ayuda a corroborar la vigencia de la ley de Hick; además, el software con el que actualmente se cuenta en el Laboratorio no es lo suficientemente amigable.

Se ha creído conveniente utilizar un microcontrolador para que gobierne el sistema de trabajo del equipo, así como el desarrollo de un software adecuado, en un lenguaje de programación visual, que permita al usuario una perfecta interpretación de las muestras obtenidas al momento de realizar las mediciones correspondientes, agilizando el tiempo de realización de las prácticas.

## 2. Fundamentos Teóricos

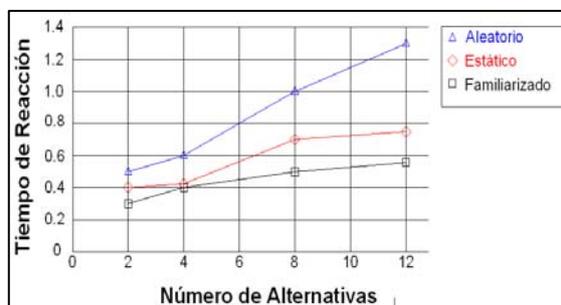
### 2.1 Ley de Hick

La ley de Hick, toma su nombre del psicólogo británico William Edmund Hick, o Ley de Hick-Hyman (por Ray Hyman); ella describe el tiempo que tarda una persona en tomar una decisión como consecuencia de las posibles opciones que tiene. La ley de Hick evalúa la información obtenida de los experimentos que miden la capacidad de reaccionar y elegir. La cantidad de tiempo tomado para procesar cierta cantidad de datos es conocida como el rango de ganancia de información. Dadas  $n$  similares probables opciones, el tiempo de reacción promedio  $T$  requerido para escoger entre ellas es aproximadamente:

$$T = b \log_2(n)$$

donde  $b$  es una constante que puede ser determinada empíricamente mediante la obtención de una curva creada a partir de los datos obtenidos.

El enunciado de la ley de Hick establece que el tiempo que le supone a una persona tomar una decisión, depende del número de posibles opciones que tenga y de la complejidad de éstas. También influye la familiaridad que se tenga con la decisión (si ya se ha tomado una decisión similar en el pasado) y se conoce el formato de ésta (listado de palabras, videos, sonidos, etc).



**Figura 1.** Gráfico que muestra las Curvas del Número de Posibilidades vs Tiempo de Reacción

Esta ley requiere una interpretación cuidadosa, porque hay que contextualizarla en función del caso.

La ley de Hick tiene forma logarítmica debido a que las personas subdividen el total de las opciones a escoger en categorías, eliminando a la mitad el número de opciones por cada siguiente prueba a la que es sometida, en lugar de considerar todas y cada una de las opciones, lo cual requiere un tiempo lineal.

Siguiendo la idea anterior, muchas veces se ha interpretado la ley de Hick diciendo que es mejor un menú con diez opciones, que uno en el que los diez

elementos estén organizados en dos submenús de 5 opciones.

La ley de Hick se cita a veces para justificar decisiones de diseño de menú. Sin embargo, la aplicación del modelo a los menús debe hacerse con cuidado. Por ejemplo, para buscar una palabra determinada en una lista de palabras ordenadas al azar, el escaneo de cada palabra de la lista requiere un tiempo lineal, de modo que la ley de Hick no se aplica. Sin embargo, si la lista es alfabética y el usuario conoce el nombre del comando, podrá ser capaz de utilizar una estrategia de subdivisión que trabaja en tiempo logarítmico.

Así que hay que interpretar todo con cautela y contextualizar el problema que se tenga. En cada situación se necesita un tipo de solución particular, pero lo importante es recordar que para tomar esta decisión se tiene como referencia el enunciado de la ley que, aún siendo interpretable y contextualizable, es una base sólida a partir de la cual se puede tomar una decisión.

Si esto es importante para los usuarios que no presentan problemas, para los que tienen problemas cognitivos (de concentración, distracción, etc.) sí es crítico. Hay que tratar de simplificar al máximo la toma de decisiones creando arquitecturas de informaciones sólidas y bien pensadas, estudiando bien los modelos conceptuales de los usuarios y adaptándose a ellos, rotulando bien los elementos.

Así se tiene que, el tiempo que tarda una persona en tomar una decisión depende directamente del número de posibilidades que enfrenta; esto indica que el tiempo que le toma a una persona tomar una decisión aumenta logarítmicamente a medida que se incrementa el número de alternativas.

## 2.2 Tiempo de Reacción

El tiempo de reacción es la cantidad de tiempo que transcurre entre el momento en que se produce una acción y el momento en que se reacciona ante ella.

Es una medida que varía con cada persona y depende de muchos factores; cansancio, alcohol, drogas, entrenamiento. Lo que sí parece claro es que los adictos a los juegos de video tienen unos tiempos de respuesta inferiores (mejores que la media).

### 2.3 Tiempo de Movimiento

El tiempo de movimiento es la cantidad de tiempo que transcurre entre el momento en que se produce una reacción ante un evento y el momento en que se toma una decisión ante ella.

De manera similar al tiempo de reacción, el tiempo de movimiento se ve afectado por factores externos como los antes mencionados e incluso podría alterar mayormente la medición debido a que en el tiempo de movimiento se ve involucrado la toma de alguna decisión.

### 2.4 Regresión Lineal Simple

Sólo se maneja una variable independiente, por lo que sólo cuenta con dos parámetros. Son de la forma:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i$$

donde  $\varepsilon_i$  es el error asociado a la medición del valor  $X_i$  y siguen los supuestos de modo que  $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$  (media cero, varianza constante e igual a un  $\sigma$  y  $\varepsilon_i \perp \varepsilon_j$  con  $i \neq j$ ).

#### Análisis

Dado el modelo de regresión simple, si se calcula la esperanza (valor esperado) del valor  $Y$ , se obtiene:

$$\begin{aligned} E(y_i) &= \hat{y}_i = E(\beta_0) + E(\beta_1 x_i) + E(\varepsilon_i) \\ &= \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_i \end{aligned}$$

Calculando  $\hat{\beta}_0$  y  $\hat{\beta}_1$ . Para esto se buscan dichos parámetros que minimicen  $\sum (y_i - \hat{y}_i)^2 = \sum \hat{\varepsilon}_i^2$

Derivando respecto a  $\hat{\beta}_0$  y  $\hat{\beta}_1$  e igualando a cero, se obtiene:

$$\frac{\partial \sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{\partial \hat{\beta}_0} = 0$$

$$\frac{\partial \sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{\partial \hat{\beta}_1} = 0$$

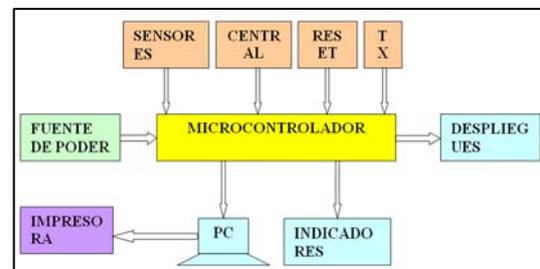
Obteniendo dos ecuaciones denominadas ecuaciones normales que generan la siguiente solución para ambos parámetros:

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum x \sum y - n \sum xy}{(\sum x)^2 - n \sum x^2} = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sum (x - \bar{x})^2}$$

$$\hat{\beta}_0 = \frac{\sum y - \hat{\beta}_1 \sum x}{n} = \bar{y} - \hat{\beta}_1 \bar{x}$$

## 3. Construcción del Equipo

### 3.1 Diagrama de bloques



**Figura 2.** Diagrama de Bloques del Funcionamiento General del Equipo.

Mediante esta representación gráfica se puede observar el funcionamiento general del sistema, la organización y relación entre los componentes mismo, así como, sus entradas y salidas.

Como se puede apreciar en la **Figura 2.**, el Microcontrolador gobierna el funcionamiento del equipo; éste recibe su alimentación de voltaje por medio de una **Fuente de Poder** externa que entrega al sistema 9Vdc.

El Microcontrolador envía señales al usuario por medio de los **Indicadores Luminosos** y los despliegues visuales, así mismo, mediante el puerto serie se envía información a una computadora (**PC**). Las señales que recibe por parte del usuario, las obtiene por medio de la botonera **Central**, los **Sensores Táctiles**, la botonera de transmisión de datos (**TX**) y la botonera **Reset**.

Una vez enviados los datos a la PC, se puede imprimir un reporte con la gráfica obtenida.

### 3.2 Diagrama Esquemático

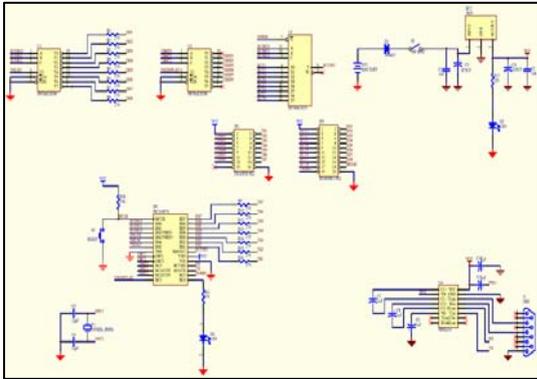


Figura 3. Sistema de Control.

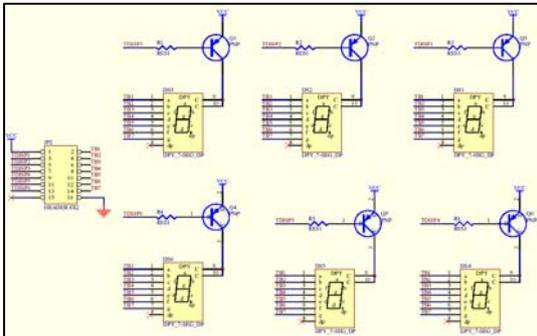


Figura 4. Sistema de Luces Desplegables.

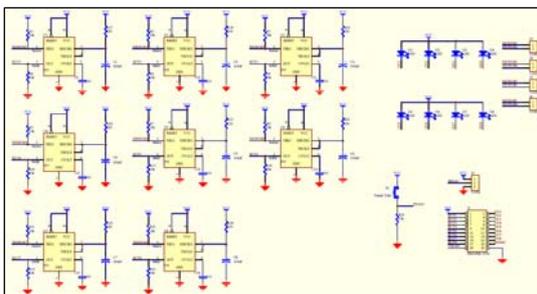


Figura 5. Sistema de Sensores Táctiles.

En los diagramas esquemáticos representados en la **Figuras 2.**, **Figura 3.** y **Figura 4.**, se puede observar las conexiones entre los dispositivos.

Al momento de presionar la **Botonera Central** que se encuentra en el tablero principal del equipo, se envía una señal de 1 lógico (5Vdc) a la entrada RA4 (Pin 6) del microcontrolador, lo que hace que el programa genere tres señales aleatorias a través de las

salidas RA0 (Pin 2), RA1 (Pin 3) y RA2 (Pin 4) del mismo, que a su vez llegan a las entradas de los integrados U1 (Decodificador 74LS138) y U4 (Multiplexor 74151) para seleccionar en el caso de U1, el indicador luminoso que se encenderá y en lo que a U4 se refiere, habilita el sensor táctil correspondiente al indicador luminoso encendido.

Para poder habilitar al integrado U1, el microcontrolador envía una señal de 1 lógico por intermedio del puerto RA4 (Pin 6) y hace lo propio enviando 0 lógico desde el puerto RC5 (Pin 16) al integrado U4.

El integrado U2 (Decodificador 74LS138), que se encarga de llevar las señales que habilitan a los despliegues visuales, recibe la señal de accionamiento desde el puerto RC3 (Pin 14) del microcontrolador y desde los puertos RC0 (Pin 11), RC1 (Pin 12) y RC2 (Pin 13) adquiere la señal que selecciona el despliegue visual que deberá ser activado.

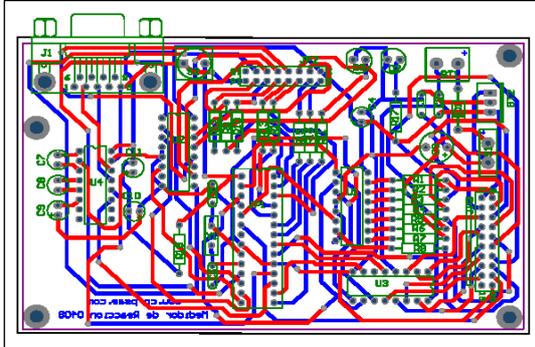
Los segmentos dentro de los despliegues visuales son encendidos mediante señales proveniente de los puertos RB1 (Pin 22), RB2 (Pin 23), RB4 (Pin 24), RB5 (Pin 25), RB6 (Pin 26) y RB7 (Pin 28) del microcontrolador.

Otro de los arreglos que podemos observar es la configuración de los sensores táctiles mediante 8 integrados LM555, que al momento de ser tocados por el usuario envían una señal de interrupción hacia el puerto RB0 (Pin 21) del microcontrolador pasando previamente por el multiplexor U4.

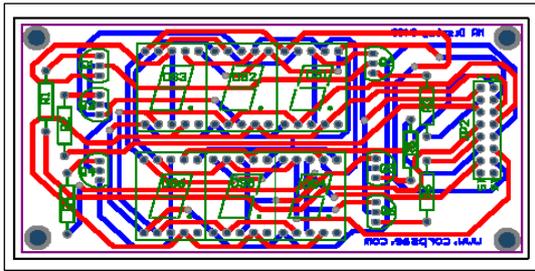
Para poder controlar y regular el voltaje de operación del equipo, se ha colocado el integrado 7805.

Finalmente, utilizamos los pines 13 y 14 del MAX232 para conectar al DB9 del puerto serial que se utilizará para la transmisión de datos a la PC.

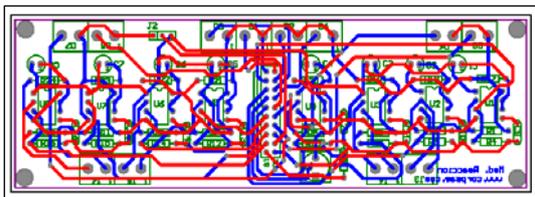
### 3.3 Diseño del Circuito Impreso



**Figura 6.** Circuito Impreso del Sistema de Control.



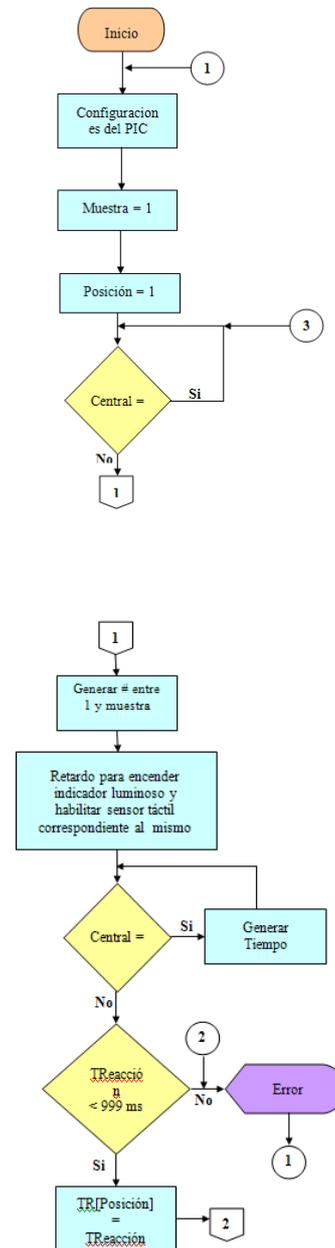
**Figura 7.** Circuito Impreso del Sistema de Luces Desplegables.



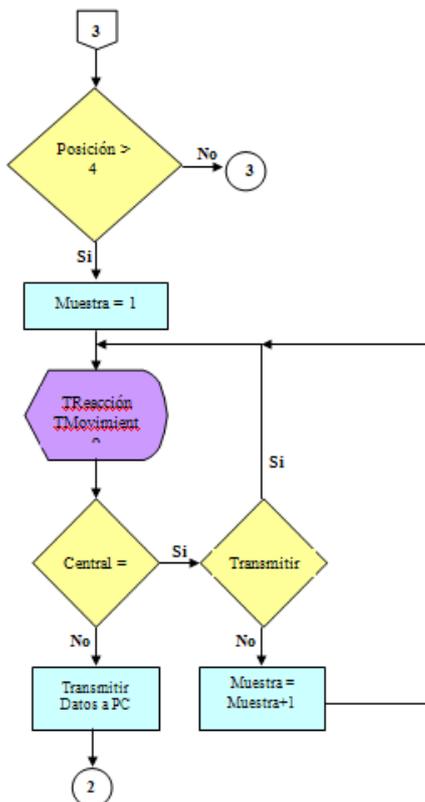
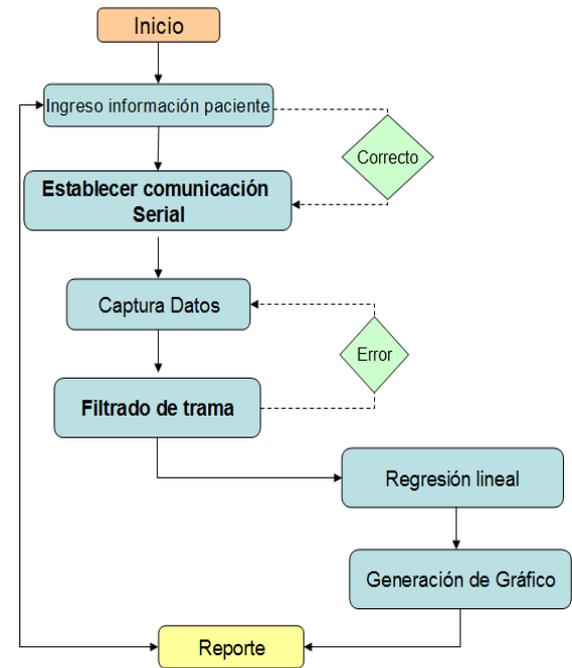
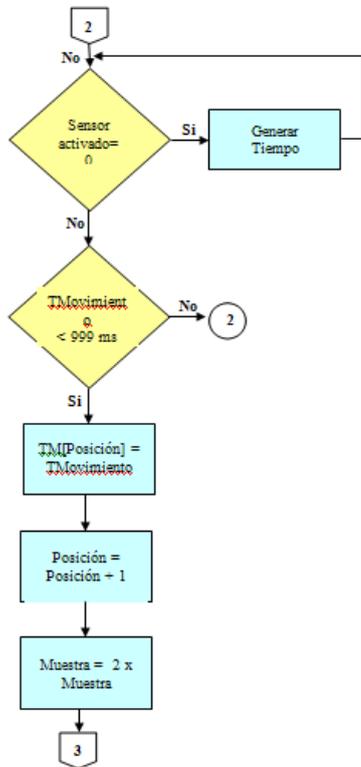
**Figura 8.** Circuito Impreso del Sistema de Sensores Táctiles.

Para la realización de este proyecto, se han construido tres tarjetas; primero, la tarjeta de control que es donde está ubicado el Microcontrolador y los integrados mediante el cual se gobierna el funcionamiento y operación del sistema; segundo, la tarjeta donde están ubicados los despliegues visuales y finalmente, la tarjeta donde se encuentran los integrados LM555 que son parte de la configuración para que los sensores táctiles cumplan de manera efectiva su función.

### 3.4 Diagrama de Flujo del Programa del Microcontrolador



### 3.5 Diagrama de Flujo del Programa del Microcontrolador



### 3.6 Especificaciones Técnicas

#### Eléctricas

Voltaje de Alimentación = 115 Vac  
 Frecuencia de Entrada = 60 Hz  
 Voltaje de Operación = 6 Vdc  
 Cristal de Cuarzo = 20 MHz  
 Comunicación = Puerto Serie  
 Conector de Comunicación = RS232

#### Mecánicas

Construido en plancha de hierro negro de 1.1 milímetros de espesor.  
 Pintura de fondo epóxico uniprimer.  
 Pintura de acabado electrostática horneable.  
 Color Beige RAL 7032.  
 Peso = 10 libras  
 Dimensiones en centímetros:  
 Longitud: 40    Altura: 20    Profundidad: 28

### 3.7 Manual de Usuario

El Medidor del Tiempo de Reacción Humana es un equipo que permite calcular, en promedio, el tiempo que una persona toma en reaccionar

fisicamente ante un estímulo luminoso. Para obtener los datos primarios y poderlos procesar es necesario realizar la prueba en diferentes pasos que se describirán a continuación:

mencionados, se debe soltar la botonera CENTRAL y tocar el sensor correspondiente al indicador luminoso encendido.



**Figura 9.** Distribución de la botonera central, indicadores luminosos, sensores táctiles y despliegues visuales en el equipo.

### Encendido del Equipo

- ✓ Ubicar el interruptor etiquetado **ON/OFF** en la posición que permita encender su respectivo indicador luminoso.
- ✓ En caso de que el indicador luminoso no encendiera, entonces se procede a revisar el estado del fusible.

### Toma de Muestra #1

- ✓ Mantener pulsada la botonera CENTRAL, hasta que se encienda el LED\_1.
- ✓ Cuando el LED\_1 se haya encendido, se debe soltar la botonera CENTRAL y tocar el sensor correspondiente al indicador luminoso encendido.

### Toma de Muestra #2

- ✓ Mantener pulsada la botonera CENTRAL hasta que se encienda el LED\_1 o LED\_2.
- ✓ Una vez que se haya encendido cualquiera de los dos indicadores luminosos antes mencionados, se debe soltar la botonera CENTRAL y tocar el sensor correspondiente al indicador luminoso encendido.

### Toma de Muestra #3

- ✓ Mantener pulsada la botonera CENTRAL hasta que se encienda el LED\_1 o LED\_2 o LED\_3 o LED\_4.
- ✓ Una vez que se haya encendido cualquiera de los cuatro indicadores luminosos antes

### Toma de Muestra #4

- ✓ Mantener pulsada la botonera CENTRAL hasta que se encienda el LED\_1 o LED\_2 o LED\_3 o LED\_4 o LED\_5 o LED\_6 o Led\_7 o LED\_8.
- ✓ Una vez que se haya encendido cualquiera de los ocho indicadores luminosos antes mencionados, soltar la botonera CENTRAL y tocar el sensor correspondiente al indicador luminoso encendido.

### Visualización del Tiempo de Reacción y Tiempo de Movimiento



**Figura 10.** Gráfica que indica que los tiempos que aparecerán a continuación corresponden a la muestra #4.



**Figura 11.** Tiempo de reacción y tiempo de movimiento de la muestra #4.

- ✓ Al momento que la muestra número cuatro haya sido tomada, aparecerán automáticamente los tiempos de reacción y tiempo de movimiento en la escala de milisegundos, en los despliegues visuales ubicados en la parte superior derecha del equipo, distribuidos cada tiempo en una fila de tres dígitos de siete segmentos previo a la visualización del texto dt4 durante un segundo en la fila superior, lo que indica que los datos presentados posteriormente corresponden a la muestra cuatro.
- ✓ Para observar los tiempos de reacción y movimiento correspondiente a la muestra, sólo se necesita presionar y soltar la botonera CENTRAL una vez e inmediatamente se visualizará en la fila superior el texto dt1 durante un segundo; seguido de esto aparecerán los tiempos correspondientes a dicha muestra.

- ✓ Para observar los tiempos de reacción y movimiento correspondiente a la muestra dos, sólo se debe presionar y soltar nuevamente la botonera CENTRAL una vez e inmediatamente se visualizará en la fila superior el texto dt2 durante un segundo; seguido de esto aparecerán los tiempos correspondientes a dicha muestra.
- ✓ Para observar los tiempos de reacción y movimiento correspondiente a la muestra tres, sólo se debe presionar y soltar una vez más la botonera CENTRAL una vez e inmediatamente se visualizará en la fila superior el texto dt3 durante un segundo; seguido de esto aparecerán los tiempos correspondientes a dicha muestra.
- ✓ Se puede seguir observando indefinidamente los datos uno tras otro, simplemente presionando y soltando la botonera CENTRAL.



Figura 13. Ventana principal del programa “Medidor del Tiempo de Reacción Humana”

### Transmisión de Datos al Computador

- ✓ Cargar el programa TIEMPO DE REACCIÓN HUMANA en el computador.



Figura 12. Gráfica que muestra la inicialización del programa “Medidor del Tiempo de Reacción Humana”.

- ✓ Una vez que aparece en pantalla la interfase del programa se procede a llenar los datos personales del paciente como son NOMBRE, EDAD, SEXO y luego se selecciona el ícono INGRESAR/INICIAR, para seguidamente presionar la botonera TX del equipo. Mediante este procedimiento se transfieren los datos que luego de unos pocos segundos aparecerán de manera ordenada y amigable en la ventana del programa junto con los datos del paciente ingresados anteriormente, la fecha y la hora actualizadas. Una vez que se terminaron de transmitir los datos desde el equipo hacia el computador automáticamente se resetea el equipo y queda listo para ser utilizado nuevamente.

### Visualización de la Curva Número de Posibilidades vs Tiempo de Reacción

- ✓ Se debe seleccionar el ícono VER REPORTE que se muestra en la pantalla. Al hacer esto aparecerá la curva correspondiente a las muestras obtenidas junto con todos los datos anteriormente descritos en el procedimiento anterior.



Figura 14. Ventana donde se muestra la curva obtenida.

### Imprimir Reporte

- ✓ Para imprimir el gráfico junto con los resultados se debe ubicar en la barra de tareas para luego

seleccionar ARCHIVO y después hacer lo propio en IMPRIMIR.

### Reiniciar el Equipo

- ✓ Para reiniciar el equipo y de esta manera proceder a tomar una nueva muestra se debe pulsar la botonera RESET.

### Muestras Inválidas

- ✓ Cuando el paciente se ha demorado más de 999 milisegundos en soltar la botonera CENTRAL (Tiempo de Reacción) luego que un indicador luminoso se ha encendido, se visualizará durante un segundo en la fila superior correspondiente a de los despliegues visuales los caracteres Err, indicando que la muestra es inválida y automáticamente se reiniciará el equipo.
- ✓ Cuando el paciente se ha demorado mas de 999 milisegundos en tocar el sensor correspondiente al indicador luminoso encendido luego de haber soltado la botonera CENTRAL (Tiempo de Movimiento), se visualizará durante un segundo en la fila superior de los despliegues visuales los caracteres Err, indicando que la muestra es inválida y automáticamente se reiniciará el equipo.



Figura 15. Mensaje de Error.

## 4. Conclusiones y Recomendaciones

### 4.1 Conclusiones

- 1) El rediseñar el equipo que actualmente forma parte del Laboratorio de Electrónica Médica, que ayuda a medir el tiempo de reacción humana ante un estímulo luminoso, utilizando un microcontrolador como gobernador del sistema principal, permitió simplificar de manera significativa la cantidad de elementos electrónicos (como por ejemplo memorias RAM, EPROM) necesarios para poder implementar el equipo,

que de forma análoga ayuda a demostrar la ley de Hick.

- 2) El haber elaborado un software que permita capturar los datos correspondientes a los tiempos de reacción para luego de realizar una linealización de los mismos y puedan ser visualizados mediante un gráfico en la pantalla de una PC, permite al usuario realizar un mejor diagnóstico de los resultados obtenidos.
- 3) También, el uso del microcontrolador permite utilizar una estructura de programación más amigable y conocida como lo es el lenguaje de programación C, el cual al ser un lenguaje estructurado, permite generar un código más claro y sencillo que el lenguaje de máquina usado con el microprocesador del equipo actual.
- 4) Al tratarse de una cantidad reducida de datos a transmitirse hacia la PC para la implementación de la interfaz gráfica, se decide utilizar un puerto de transmisión serial lo cual resulta más económico debido a que su constitución física está compuesta de un menor número de líneas además que a nivel de computadoras portátiles existe la facilidad de convertidores de puerto serial a puerto USB (Bus Universal en Serie).
- 5) La ley de Hick se basa estrictamente a una función logarítmica, para lo cual, la utilización de un lenguaje de programación visual como interfaz gráfica es un elemento importante al momento de analizar los datos obtenidos de las muestras tomadas con el equipo, para esto se utilizó un programa basado en el lenguaje Visual Basic.
- 6) En el análisis que se ha realizado en este proyecto se puede comprobar que el tiempo de reacción es linealmente proporcional respecto al logaritmo de base 2 del número de alternativas, esto implica que la ley de Hick está vigente.
- 7) Se concluye así mismo que, mientras menor es la pendiente de la curva *Número de posibilidades vs Tiempo de Reacción* graficada por el software, menor es el tiempo de reacción.
- 8) Además, se puede verificar que a medida que el usuario repite la prueba, disminuye la pendiente de la curva, lo que indica que su



# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



tiempo de reacción es menor a debido a que se familiariza con la prueba.

## 4.2 Recomendaciones

- 1) Se propone como mejora a la versatilidad del equipo la implementación de una pantalla de cristal líquido, donde además de mostrar los datos de tiempos de reacción y movimiento se pueda mostrar la curva Número de Posibilidades vs Tiempo de Reacción y de esta manera independizar totalmente el equipo de la PC.
- 2) Se sugiere cambiar el puerto de transmisión de datos serial por un puerto USB, debido a que en la actualidad ya no se encuentran disponibles en las computadoras de última generación.
- 3) Se recomienda que al momento de realizar la toma de muestras se identifique previamente el tipo de prueba a realizar, es decir, si se va a detallar al usuario el funcionamiento del equipo de manera básica (datos aleatorios), si se va a detallar el funcionamiento sin practicar previamente (datos estáticos no familiares), o si se va a detallar el funcionamiento completo del equipo realizando una práctica previa por parte del usuario (datos estáticos familiares).

## 5. Agradecimientos

Al amado Maestro Sant Rajinder Singh Ji Maharaj, a mis amigos y compañeros con los que compartí largas jornadas de estudio y que me han ayudado de una u otra manera a obtener los objetivos que me he propuesto.  
Yasser

A Dios, por regalarme una familia ejemplar, mi madre ejemplo de tenacidad y coraje, mi hermana ejemplo de superación y éxito y mi padre una demostración de sacrificio y lealtad a sus principios. Agradezco además a mi compañera de vida por regalarme el tesoro más preciado de mi vida, mi hijo.  
Fausto

## 6. Referencias

[1] W. E. Hick, **On the rate of gain of information**, Quarterly Journal of Experimental Psychology, 4:11-26, 1952.

[2] Maiche Alejandro, **Tiempo de Reacción al Inicio del Movimiento: Un Estudio sobre la Percepción de la Velocidad**, Tesis Doctoral, Barcelona-España, 2002.

[3] Oña Sicilia Antonio, **La Complejidad Motora y su Aprendizaje**, Editorial Limusa, 4ta. Edición, México, 2001.

[4] R. Hyman, **Stimulus information as a determinant of reaction time**, Journal of Experimental Psychology, 45:188-196, 1953.

[5] Electrónica Estudio, **Interfase Serial RS232 de I/O Módulo de 5 entradas y 3 salidas**, [www.electronicaestudio.com](http://www.electronicaestudio.com)

[6] Wikipedia, **Hick's Law**, [http://en.wikipedia.org/wiki/Hick%27s\\_law](http://en.wikipedia.org/wiki/Hick%27s_law)

[7] Wikipedia, **Arthur Jensen**, [http://en.wikipedia.org/wiki/Arthur\\_Jensen](http://en.wikipedia.org/wiki/Arthur_Jensen)

[8] University of Texas at Arlington, **George Kondraske**, <https://www.uta.edu/ra/real/editprofile.php?pid=219&view=0&onlyview=1&highlight>

[9] Electrical Engineering Faculty UTA, **George Kondraske**, <http://www-ee.uta.edu/EEDept/Faculty/kondraske.htm>

[10] Enciclopedia Multimedia Virtual Interactiva, **Regresión Lineal**, <http://www.eumed.net/cursecon/medir/index.htm>

[11] Wikipedia, **Regresión Lineal Simple**, [http://es.wikipedia.org/wiki/Regresi%C3%B3n\\_lineal](http://es.wikipedia.org/wiki/Regresi%C3%B3n_lineal)

[12] Wikipedia, **Jensen Box**, [http://en.wikipedia.org/wiki/Jensen\\_Box](http://en.wikipedia.org/wiki/Jensen_Box)

[13] Data Sheet Catalog, **PIC16F876 - 74LS138 - 74151 - LM555**, <http://www.datasheetcatalog.com/>