

Seguridad Industrial Mediante Verificación Toxicológica

Autor: Depetris, Leonardo

Estudiante de Ingeniería Electrónica en UTN Facultad
Regional San Francisco
E-mail: leodepetris@gmail.com

Autor: Pipino, Hugo

Estudiante de Ingeniería Electrónica en UTN Facultad
Regional San Francisco
E-mail: hugopipino@gmail.com

Resumen—

El prototipo desarrollado trata la problemática de conducir o manipular elementos y/o maquinaria peligrosa habiendo consumido alcohol. Para ello, se ideó un dispositivo portátil que sería capaz de medir el nivel de intoxicación alcohólica de las personas, el cual podría ser utilizado como control hacia el conductor u operario, o bien como condicionante en el accionamiento de la máquina, impidiendo el funcionamiento en el caso de que alguna persona no cumpla con el nivel permitido. Dado que el prototipo posee un bajo nivel de error en relación al instrumento patrón, torna factible su aplicación para dichos propósitos.

Palabras clave: seguridad, alcoholemia, medición, contrastación de instrumental.

I. INTRODUCCIÓN

Cuando una persona ha ingerido bebidas alcohólicas, el alcohol pasa a la circulación sanguínea y su absorción se realiza sobre todo a nivel del intestino delgado y es mayor si la persona está en ayunas.

Hasta un 10% del alcohol presente en la sangre se elimina por la orina, el sudor y la evaporación a través de los alveolos pulmonares. Esto último permite realizar mediciones en el aire espirado (alcoholímetros de espiración). El 90% restante se metaboliza en el hígado a razón de 10 gramos por hora. El método más preciso para determinar la alcoholemia se basa en un análisis de sangre. Además, existe variabilidad individual en la sensibilidad al alcohol, por lo que una misma dosis produce un grado de alcoholemia distinto en diferentes personas.

Según datos de la Agencia Nacional de Seguridad Vial, en los últimos 15 años, un total de 113.939 personas murieron en Argentina por accidentes viales, alrededor del 50% de los fallecidos en los siniestros presentó altos niveles de alcohol y drogas [8]; por lo que las legislaciones de muchos países, incluido el nuestro, han limitado los niveles de alcoholemia máxima tolerable. A partir de 0,5 gramos de alcohol por litro

de sangre (g/l), los trastornos del comportamiento son evidentes, con 2,0 g/l de sangre se produce un sueño profundo (coma etílico) y con 3,0 g/l de sangre o más, la muerte por intoxicación etílica aguda.

El control de alcoholemia o test de alcoholemia mide la concentración de alcohol en sangre. Se obtiene por medio de una relación masa-masa, volumen-volumen o combinación de ambos entre la sustancia evaluada y fluido sanguíneo. Por ejemplo, un nivel de 0,2 de alcohol en sangre significa 0,02 g de alcohol por cada 100 ml de sangre.

Para la medición de concentración de alcohol en el aire espirado, la unidad utilizada es «miligramos por litro de aire», que en la práctica usual se convierte en «gramos por litro de sangre» (multiplicando por el coeficiente 2), las pruebas empíricas realizadas en estudios anteriores determinaron que existe una relación lineal entre ambas magnitudes. Sin embargo este test es menos preciso ya que la toma de medicamentos por inhalador o el uso de algunos enjuagues bucales con etanol pueden dar lugar a mediciones muy superiores a las reales, llegando a marcar entre 5,0 g/l y 6,0 g/l [4].

Este proyecto involucra la realización y contrastación de un alcoholímetro utilizando el método por soplado, como técnica de medición.

II. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

Para el montaje del prototipo se decidió utilizar un microcontrolador PIC 18F14k50 [5] dado que siendo de bajo costo, posee la cantidad de puertos analógicos y digitales necesarios para su uso actual y posibles mejoras futuras, y debido a nuestros conocimientos en programación con el compilador C18 facilitó el desarrollo. Por otro lado, también fue imprescindible la elección del sensor de alcohol, optando por el MQ3 de Pololu [6], que mediante un proceso electroquímico proporciona una respuesta lineal al nivel de alcohol en el aire.

Se eligió realizar el prototipo con un display de 3 dígitos en 7 segmentos LED, alimentado a baterías para otorgar mayor practicidad; no obstante, es fácilmente adaptable para su integración en un automóvil o en alguna máquina industrial. A continuación mostramos un esquema de cómo quedaría compuesto dicho dispositivo, como lo indica la Fig. 1.

La entrada de datos realiza una conversión analógico-digital internamente en el microcontrolador, llevando el resultado a la escala correspondiente (siendo el número mínimo 0.00 y el máximo 4.00) y mediante tres pines del microcontrolador es posible multiplexar el uso de los displays 7 segmentos, lo cual reduce la cantidad de salidas necesarias y el consumo, ya que en un instante dado se encuentra encendido un único dígito.

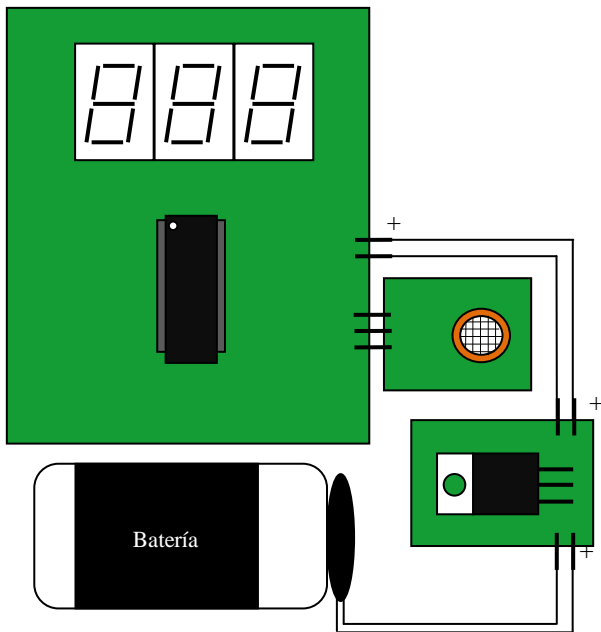


Fig. 1. Esquema de diseño.

En cuanto al programa realizado, como se ve en la Fig. 2, consiste en configurar la entrada de datos proveniente del sensor, el cálculo para la calibración del instrumento y la multiplexación para el muestreo de los datos.

Antes de realizar físicamente el proyecto, se realizaron diferentes simulaciones a fin de identificar posibles fallas en el funcionamiento y/o conexión de los componentes y software, para la misma se utilizó el programa Proteus ISIS v7.0. En ellas se pudieron verificar los tiempos en la multiplexación de los displays hasta obtener una visualización estática al ojo humano, corroborar los cálculos matemáticos realizados por el microcontrolador fijando los valores mínimos y máximos de la medición. Obteniendo un circuito como el que se muestra en la Fig. 3

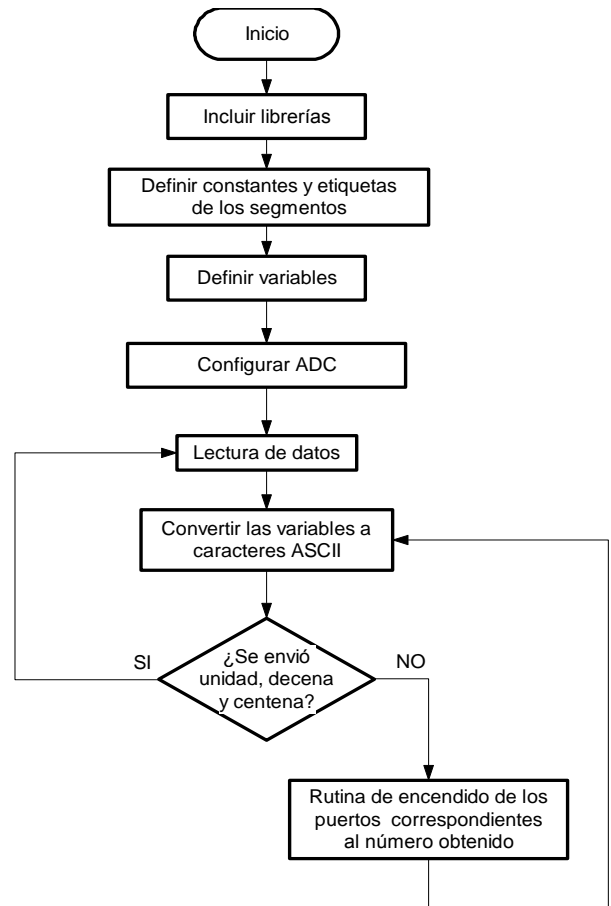


Fig. 2. Diagrama en bloques del software.

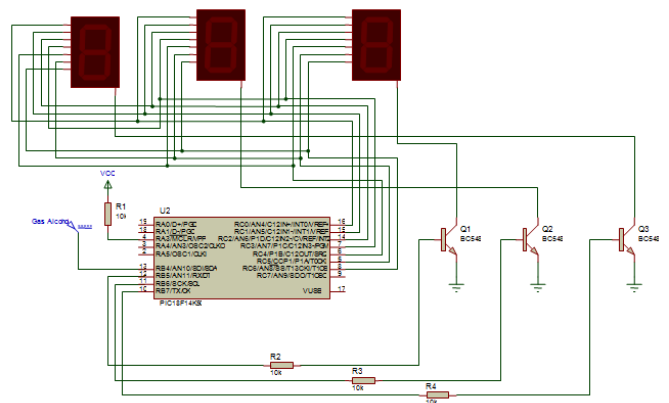


Fig. 3. Esquema de circuito simulado.

Dado que las simulaciones realizada cumplieran con las expectativas de funcionamiento, se procedió a la realización del circuito, el cuál se muestra en la Fig. 4.

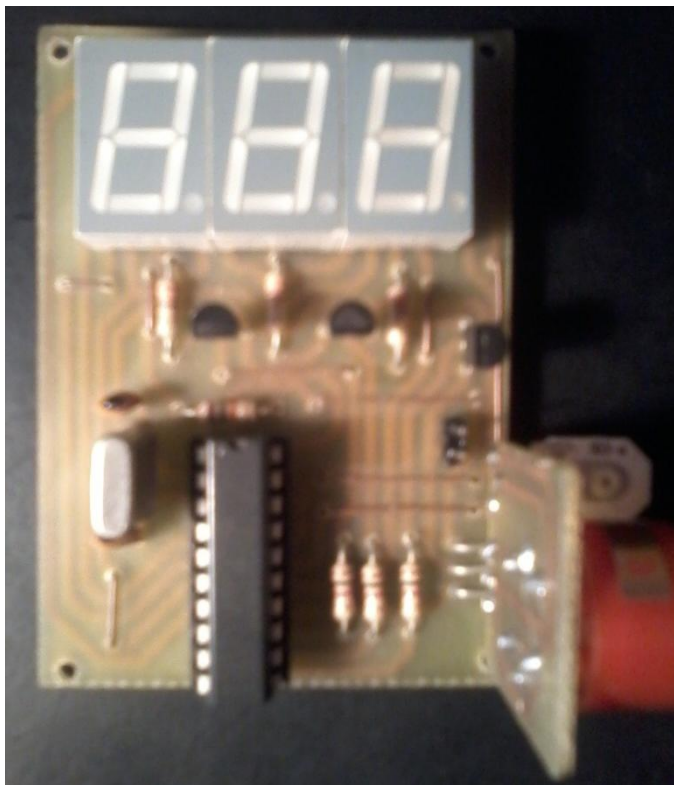


Fig. 4. Circuito implementado.

III. MEDICIONES Y RESULTADOS

El prototipo alcoholímetro presenta un consumo elevado, debido a la resistencia de calentamiento del sensor, y dado que su uso como dispositivo portátil requiere baterías es conveniente utilizar baterías de tipo recargable, las cuales deberían recargarse una vez por semana, al menos. Si su uso se limitara a la colocación del artefacto en un automóvil o en una máquina, los consumos se vuelven relativamente insignificantes. En la Fig. 5 se grafican los consumos de las etapas principales del prototipo.

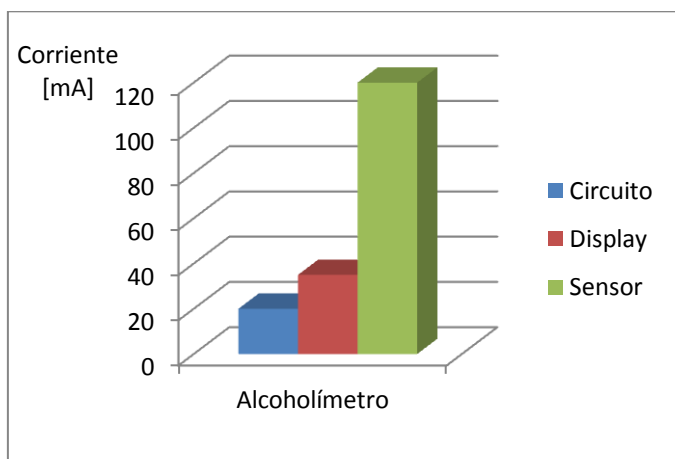


Fig. 5. Gráfico de consumos.

Para determinar la confianza del instrumento, o sea para asegurar las mediciones obtenidas es necesario contrastarlo. Contrastar es comparar un instrumento desconocido con otro conocido y perfectamente calibrado (patrón) para poder conocer los errores del primero, ya que existen ciertos errores sistemáticos como pueden ser alinealidades en la respuesta, y/o errores aleatorios producto de la tolerancia de los componentes empleados para la fabricación. Se debe contrastar periódicamente todos los instrumentos de medida para saber el error con que se trabaja y si es posible corregirlo. Algunos instrumentos traen puntos de ajuste o calibración.

Las normas de calidad (por ejemplo las ISO) exigen la contrastación de todos los instrumentos de medida indicando: los datos del instrumento patrón, número de serie del mismo, fabricante, clase, etc. Además se debe llevar registro escrito de las contrastaciones y sus resultados [7].

Como Instrumento patrón se utilizó el Alcoholímetro Policial. Modelo CDP 8900. Marca: C.D. Products S.A. que utiliza un sensor electroquímico por célula de Fuel.

Tabla 1: valores de medición obtenidos con ambos instrumentos.

Medición	Prototipo	Patrón
1°	0	0
2°	3,44	3,69
3°	0,14	0,11
4°	0,6	0,47
5°	0,2	0,24
6°	0,83	0,82
7°	1,01	1,03
8°	1,41	1,67
9°	0,49	0,46
10°	0,35	0,28

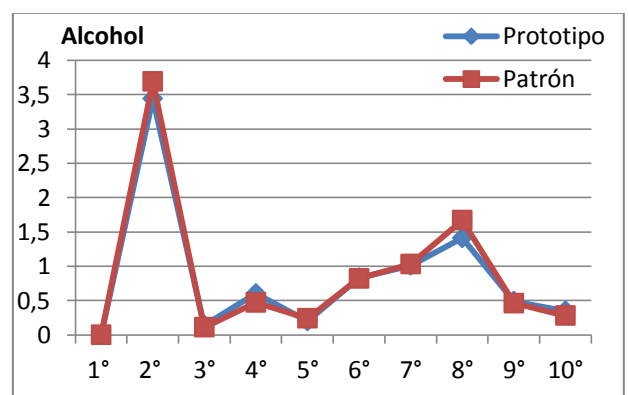


Fig. 6. Curva de contrastación.

Como se aprecia en la curva de contrastación (Fig. 6), los errores más significativos se encuentran sobre el límite

superior de la escala, lo cual no juega un rol sustancial en la toma de decisiones.

Las mediciones de dicho experimento se realizaron en condiciones de humedad y temperatura constantes, ya que especialmente la temperatura a la que se encuentra el sensor puede afectar los resultados.

Para corroborar la linealidad en toda la escala de medición se utilizaron sujetos de prueba, trapos embebidos en alcohol etílico y mediciones directas en botellas que contenían bebidas alcohólicas de diferentes concentraciones, que expuestas simultáneas a ambos alcoholímetros arrojaron valores con los cuales se conformó la Tabla 1.

Dado que es un prototipo, aún no se han obtenido estadísticas de resultados a largo plazo. Asimismo se tuvo en cuenta posible variaciones futuras debido al agotamiento del sensor, para ello se introdujo una resistencia variable capaz de corregir el valor sin modificación de software.

IV. CONCLUSIONES

Evaluando los resultados obtenidos, concluimos que han sido favorables; el dispositivo presenta una muy buena linealidad a pesar de no utilizar un método minuciosamente preciso, permitiendo su uso en el arranque de máquinas y/o automóviles. En el caso que se requiriese mayor exactitud, el aire expirado debe ser canalizado a través de una boquilla, lo cual concentra la muestra reduciendo considerablemente las impurezas presentes en el ambiente que pudiesen llegar a afectar la medición.

V. AGRADECIMIENTOS

A los docentes que colaboraron con el proyecto Ing. Jorge Bossio (Medidas Electrónicas II) y al Mg. Ing. Gastón Peretti, por el acompañamiento y apoyo brindado durante la realización del trabajo. A la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional San Francisco, por la formación y el apoyo hacia la investigación. Al Sr. Jorge Félix Pignatta, Director de Policía Municipal de San Francisco, por facilitarnos sus conocimientos y el instrumental necesario para la contrastación del prototipo realizado.

VI. BIBLIOGRAFÍA Y SITIOS WEB

- [1] Ley 24788. Lucha Contra el Alcoholismo.
- [2] Ley 8560. Ley Provincial de Tránsito y Decreto Reglamentario de la Provincia de Córdoba.
- [3] http://es.wikipedia.org/wiki/Control_de_alcoholemia
- [4] <http://www.padresenlaruta.org.ar/ALCOHOLEMIA.htm>
- [5] Hoja de datos: microcontrolador PIC 18F14K50.
- [6] Hoja de datos: sensor de alcohol MQ3.
- [7] Apunte de cátedra *Medidas Electrónicas I*. Ingeniería Electrónica, UTN Facultad Regional San Francisco, 2012.
- [8] Informe del Ministerio de Salud
<http://www.msal.gov.ar/saludmental/images/stories/info-equipos/pdf/4-algunos-datos-sobre-el-consumo-de-alcohol.pdf>