

DISEÑO DE UN ALCOHOLIMETRO DIGITAL ACOPLADO A UN LDR QUE PERMITE ANALIZAR LOS PARÁMETROS DE FRECUENCIA CARDIACA UTILIZANDO UN ARDUINO MEGA

Marco Espinosa Arcentales ⁽¹⁾, Victor Asanza⁽²⁾
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC)
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 Vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaqui - Ecuador
maanespi@espol.edu.ec ⁽¹⁾, vasanza@espol.edu.ec ⁽²⁾

Resumen

El alcoholímetro digital está basado en el uso de un sensor MQ3 el cual permite obtener valores que serán procesados para presentarse en una aplicación móvil. Ésta aplicación móvil es compatible para dispositivos Android, es muy amigable para el usuario y tiene como finalidad controlar de manera fácil el alcoholímetro. Se podrá enviar notificaciones a un contacto, previamente seleccionado, en el caso que los niveles de alcohol estén fuera del rango permitido. El nivel de alcohol es de referencia a la medida permitida por la Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador (ANT). El desarrollo del dispositivo es un prototipo el cual puede ayudar a las personas que han ingerido bebidas alcohólicas para medir su nivel de alcohol en la sangre, a través de su aliento, y enviar avisos a una persona con el fin de pedir ayuda para evitar distintas consecuencias como: multas excesivas, prisión por conducir en ese estado y la más importante evitar algún accidente de tránsito que pueda tener víctimas mortales.

Palabras Clave: Alcoholímetro digital, Android, Agencia Nacional de Tránsito.

Abstract

The Digital breathalyzer is based on a sensor called MQ3 in which it allows to obtain results that would be process and reflect in a Mobile application. This mobile application is compatible for any android devices, it's very friendly for any user and its purpose is to control in the easiest way the breathalyzer. All notifications informing the high level of alcohol that is out of the permitted range by the "Agencia Nacional De Transito del Ecuador (ANT)" will be sent to a contact preselected. The development of the prototype device helps an individual who has been drink alcoholic beverage, measure the levels of alcohol in his or her blood through their breath and send notifications to the individual in order to help prevent different types of consequences such as: Excessive fines, prison for drinking and driving and most important to prevent car accident that can cost innocents lives.

Key Words: Breathalyzer, Andoid, Agencia Nacional De Transito

1 Introducción.

La presente investigación nace de la imprudencia que tenemos las personas en conducir en estado de ebriedad, sin importarnos que pueda ocurrirnos u ocasionar algún accidente de tránsito, que en muchas de las veces pueden terminar con sus vidas o de alguna otra persona.

Por lo que considerando el valioso aporte que brindan los alcoholímetros, en nuestra sociedad, se ha involucrado en su desarrollo, mediante sistemas tecnológicos, sujetos a control de asistencia e interacción hombre máquina. El desarrollo de nuestra temática se centra en analizar el aliento mediante sistemas

2 Marco Teórico.

2.1 Alcoholímetro.

Un alcoholímetro es un dispositivo que permite medir la concentración de alcohol en un líquido o un gas. Su funcionamiento está basado en que, a partir de ingerir alguna bebida alcohólica, el aire aspirado contiene vapores etílicos y transcurrido aproximadamente entre 15 a 20 minutos de haber ingerido, la concentración de alcohol en el aire es proporcional a la concentración alcohólica en la sangre circulante en los pulmones.[1]

Un alcoholímetro digital, basado en un sensor de gas, indica al soplar sobre él, el tanto por ciento de alcohol

electrónicos, lo que nos permitirá determinar los niveles de alcohol en los usuarios, posteriormente los datos obtenidos serán enviados vía inalámbrica hacia un dispositivo móvil el cual tendrá incorporado una interface de interacción con el usuario, permitiéndole al mismo la obtención de información de forma audible, lo cual facilitara en gran medida la manipulación de dicha aplicación.

El dispositivo propuesto a diferencia de otros dispositivos comerciales no generan alertas a personas mediante mensajes de texto o correo electrónico, esto es con la finalidad de avisar o notificar a algún contacto nuestro de que estamos a punto de conducir en estado de embriaguez y puedan contactarse para evitar accidentes, multas y hasta la muerte.

en la sangre y puede servir a una persona para saber si se está en condiciones de conducir. Conocer el nivel de alcohol en la sangre es muy importante para la seguridad en las calles y carreteras.

2.2 Incidencias del Alcohol en la conducción.

El alcoholismo es un problema muy grande en la sociedad, el conductor no se da cuenta de que no se encuentra en óptimas condiciones para manejar, esto se da porque el alcohol produce varias sensaciones que afectan al sistema nervioso del cerebro. Ver Figura 2.2.1 [2].



Figura 2.2.1 – Efectos del Alcohol sobre el sistema Nervioso. [2]

Mientras la persona contenga más alcohol en su organismo pierde su capacidad de conducción, ya que no tiene el mismo tiempo de reacción que una persona que no esté bajo la influencia de alcohol, el tiempo de reacción de una persona sobria es aproximadamente 0,75 segundos en cambio el tiempo de reacción de una persona con alcohol en su organismo tiene un tiempo aproximado de reacción de 2 segundos.

2.3 Relación entre concentración en sangre y aliento.

El etanol es una sustancia volátil y como resultado, una cantidad de etanol, en proporción a la concentración de la sangre, pasa de la sangre a los sacos de aire alveolar en los pulmones, semejante a como el dióxido de carbono sale de la sangre alveolar y entra en los pulmones para ser exhalado del cuerpo. Por ello es posible analizar una muestra de aire alveolar para determinar la concentración alcohólica del aliento y de esta forma predecir la concentración en la sangre en ese instante.

Esta ley se puede aplicar al cuerpo humano: “Cuando una solución acuosa (sangre) de un componente volátil (etanol) alcanza un equilibrio con el aire (aire alveolar), existe una proporción fija entre las concentraciones de este componente en el aire y en la dicción (2000:1), a una temperatura determinada y como

la temperatura del cuerpo es constante se cumple ésta relación.

Curva de alcoholemia y Fórmula de Widmark.

El químico sueco Erik M. P. Widmark desarrolló una fórmula para determinar la concentración de alcohol en la sangre máxima: $C=A/(m*r)$.

La curva de Widmark nos describe el comportamiento del alcohol etílico en el organismo humano [3], desde su ingreso hasta la eliminación del mismo. Esto se comprende de 4 etapas o fases: absorción, distribución, metabolismo y eliminación. En la figura 2.3.1 se muestra la Curva de alcoholemia o de Widmark.

Nivel de alcoholemia tras la ingestión de alcohol: Curva de Widmark

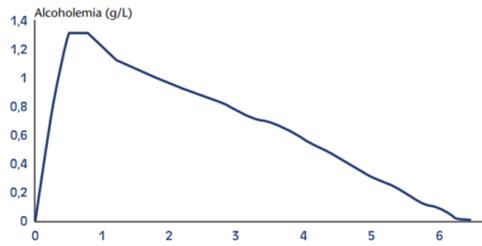


Figura 2.3.1 – Curva de Alcoholemia o de Widmark - [4]

La fase de absorción es el paso del alcohol hacia la sangre, la absorción del alcohol es rápida por el estómago y alcanza mayores concentraciones a partir de los 30 minutos desde que se ingiere.

La fase de distribución comienza a partir de que se ha absorbido todo el alcohol y se distribuye uniformemente por todo el organismo a través de la sangre. Entre 30 a 90 minutos tras finalizar la ingesta de alcohol se reflejan los niveles más altos de alcoholemia o concentración de gramos de alcohol por litro de sangre.

La fase de metabolismo consiste en el conjunto de reacciones químicas en el organismo que destruyen, degrada o simplifica las moléculas de etanol para así poder eliminarse y evitar que el alcohol esté en el organismo por tiempo indefinido.

La fase de eliminación del alcohol ingerido se da por distintas maneras, una parte la hace el hígado pero éste órgano no puede expulsar todo el

alcohol ingerido por tal se elimina por algunas secreciones corporales como el sudor, la orina y el aire espirado procedente de los pulmones.

2.4 Materiales Utilizados.

Arduino Mega - El Arduino Mega 2560 Figura 2.4.1 [4] es una placa electrónica basada en el Atmega2560. Contiene todo lo necesario para apoyar el micro controlador; simplemente conectarlo a un ordenador con un cable USB o el poder con un adaptador de CA o la batería a CC para empezar.

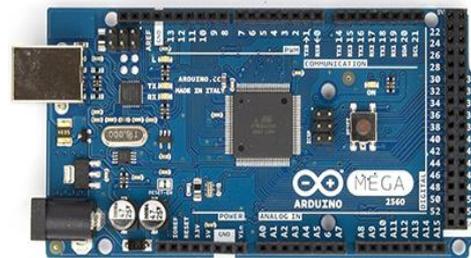


Figura 2.4.1 – Tarjeta Arduino Mega 2560 [5]

Sensor de Gas MQ3 - El material sensible del sensor del gas MQ-3 es SnO₂, el mismo que como su nombre lo indica va a medir la concentración de alcohol que existe en el aire o que sea expuesto al mismo. El sensor del gas MQ3 es muy sensible al alcohol, pero también tiende a variar con el humo del cigarrillo, otros gases como la gasolina y otros vapores. Ver Figura 2.4.2 [6].



Figura 2.4.2 – Sensor de Gas MQ3 [6]

3 Desarrollo e Implementación.

La aplicación de control del dispositivo se instalará en celulares con sistema operativo Android, el sistema de alimentación del prototipo es a través de un conector USB que entregue 5V. El celular con el dispositivo se conectará mediante la tecnología Bluetooth.

El sistema a implementarse se encargará de enviar notificaciones mediante mensajes de texto y/o correo electrónico a un contacto, previamente seleccionado, cuando la persona que evalúa ha sobrepasado el límite máximo de alcohol permitido (En Ecuador es 0,3 g/lit de alcohol en la sangre). El sistema de medición está basado en un sensor MQ3 el cual está conectado a la tarjeta de Arduino-Mega que funciona como controlador.

El Arduino-Mega tiene la finalidad de convertir los valores obtenidos de voltaje por el sensor en concentración de alcohol en gramos por litro de sangre y enviarlos vía Bluetooth al

dispositivo móvil para visualizar e interpretar los datos. En la Figura 3.1 se muestra las etapas del Sistema del Alcohómetro Digital.

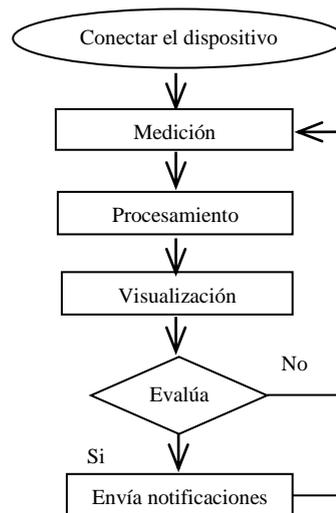


Figura 3.1 – Diagrama de Etapas

3.1 Configuración del Sensor MQ3

En el dispositivo se van a ocupar 4 pines del sensor MQ3, los pines A, B, H1 y H2. Los pines A y H1 se conectan directamente a la fuente, de 5 voltios, por otro lado el pin H2 no se recomienda conectar directamente al Arduino Mega y se agregó una resistencia de 10KΩ, en la hoja de datos del sensor dice que debemos conectar una resistencia de 200KΩ pero nos dimos cuenta que dicha resistencia limitaba la tensión medida a un estrecho de alto rango por tal motivo decidimos usar la de 10KΩ, este pin se conecta al puerto Analógico de entrada A0 del Arduino-Mega como muestra Figura 3.2



Figura 3.1 – Diagrama de Etapas

3.2 Etapa del Controlador

El primer paso es el envío de la petición de medición a través del puerto Tx del Bluetooth, el controlador recibe la orden y espera un lapso de 8 segundos para tomar la medición del sensor, éste tiempo se da para tener una mejor medida ya que el usuario va a estar soplando por el sensor y otorgando este tiempo hacemos que la concentración del gas que se lee en el sensor sea mejor.

El valor que retorna el sensor, basado en la hoja de datos es un valor de 0 a 1023 que transformados daría como mínimo 0,04 a un valor máximo de 4 miligramos de alcohol por litro de gas aspirado que tiene el sensor. Se realiza una conversión de datos y se obtiene la concentración de alcohol en el gas aspirado.

3.4 Etapa de Enlace

El alcoholímetro digital consta de una aplicación móvil para dispositivos con sistema operativo Android para su fácil manejo. El usuario deberá conectarse a través de un enlace de onda corta Bluetooth para comenzar con las mediciones.

La tecnología Bluetooth ha permitido la vinculación de diversos sistemas, por su estabilidad y fácil configuración muchos dispositivos hoy en día la utilizan, por ejemplo: Impresoras, teléfonos, consolas, teclados, altavoces, etc.

3.4 Interfaz gráfica en Android.

El motivo por el cual la interfaz gráfica es en Android se da por varios factores: no tiene costo, gran parte de los teléfonos inteligentes usados en Ecuador tienen este sistema operativo y es de fácil programación. Para desarrollar aplicaciones para Android se usan varios programas como Eclipse y APP Inventor, el primero es un programa basado en programación orientada a objetos como JAVA y el segundo es una herramienta de Google que trabaja con bloques y controles para añadir a las pantallas y es de muy fácil manejo.

4. Pruebas y Resultados

4.1 Pruebas con usuarios

Para realizar las pruebas con los usuarios se utilizó el alcoholímetro digital diseñado y uno comercial que

se adquirió para realizar las pruebas. Se utiliza un alcoholímetro digital de dos pantallas LCD, con un sensor de alta sensibilidad con un rango de medida de 0,00 a 1,90 g/lt. de concentración de alcohol en la sangre.

Tipos de Alcohol Utilizados

Existen varios tipos de bebidas alcohólicas que tienen distinto porcentaje de alcohol. En la figura 4.1.1 mostramos una tabla de tipos de bebidas y su porcentaje de alcohol. Este porcentaje es el mismo de los grados de alcohol que contiene dicha bebida.

TIPO DE BEBIDA	CONCENTRACIÓN DE ALCOHOL EN VOLUMEN
Tequila, pisco	50 - 60%
Whisky, vodka, ginebra importados	40 - 50%
Whisky nacional	30 - 45%
Aguardiente y ron nacionales	25 - 35%
Jerez y oporto	20 - 25%
Vinos	8 - 12%
Cervezas importadas	5 - 10%
Cervezas nacionales	4 - 6 %

Fuente: adaptado de Téllez (3)

Figura 4.1.1 – Concentración de Alcohol por tipo de Bebida – [7]

Tabla de Datos Tomados

Los datos tomados son a personas mayores de edad, de distinto peso y edad para obtener una buena muestra. Tenemos una referencia de 50 muestras los cuales se detallan en la Tabla 4.1.1.

Prueba con usuarios entre 18 y 55 años								
Edad (años)	Peso (kg)	Sexo	Tiempo transcurrido (min)	Tipo de Licor Ingerido	C (Dispositivo) (g/lt)	C (MQ-3) (g/lt)	%ERROR	Cantidad de alcohol consumida (g)
38	77,30	M	15	Cerveza	0,04	0,040	0,00%	2,10
25	72,20	F	15	Ron	0,10	0,101	0,99%	4,01
40	63,50	F	15	Cerveza	0,05	0,050	0,00%	1,75
36	95,50	M	17	Cerveza	0,07	0,070	0,00%	4,55
35	72,70	M	17	Vino	0,10	0,099	-1,01%	4,89
29	70,45	F	17	Cerveza	0,10	0,100	0,00%	3,87
27	85,00	M	18	Cerveza	0,13	0,131	0,76%	7,57
36	86,36	M	18	Ron	0,15	0,149	-0,67%	8,75
18	45,50	F	18	Vino	0,15	0,149	-0,67%	3,73
30	56,81	F	19	Whisky	0,23	0,231	0,43%	7,22
55	54,54	F	19	Whisky	0,24	0,242	0,83%	7,26
35	60,00	M	19	Vino	0,15	0,150	0,00%	6,12

31	59,00	F	20	Vino	0,16	0,161	0,62%	5,22
34	74,50	F	20	Vino	0,19	0,190	0,00%	7,79
20	50,00	F	21	Vino	0,20	0,201	0,50%	5,53
19	45,50	M	21	Tequila	0,20	0,199	-0,50%	6,16
33	63,50	M	21	Whisky	0,32	0,318	-0,63%	13,73
19	54,30	M	22	Tequila	0,22	0,216	-1,85%	7,98
22	63,50	M	22	Vino	0,22	0,220	0,00%	9,50
23	63,50	M	23	Tequila	0,23	0,232	0,86%	10,02
25	61,50	F	23	Ron	0,25	0,250	0,00%	8,46
35	75,00	F	23	Cerveza	0,15	0,151	0,66%	6,23
19	45,50	F	24	Vino	0,29	0,290	0,00%	7,26
52	84,00	M	24	Cerveza	0,18	0,182	1,10%	10,40
38	72,72	F	24	Vino	0,30	0,300	0,00%	12,00
19	68,20	M	24	Tequila	0,30	0,300	0,00%	13,91
29	61,30	M	25	Vino	0,30	0,302	0,66%	12,59
35	86,50	M	25	Vino	0,32	0,315	-1,59%	18,53
31	68,18	F	25	Cerveza	0,19	0,189	-0,53%	7,09
20	47,00	M	26	Tequila	0,38	0,380	0,00%	12,14
30	56,60	F	26	Ron	0,43	0,434	0,92%	13,51
36	68,20	F	26	Whisky	0,50	0,503	0,60%	18,87
19	45,50	F	27	Cerveza	0,23	0,233	1,29%	5,83
29	63,63	F	27	Tequila	0,54	0,540	0,00%	18,90
18	45,50	F	27	Cerveza	0,23	0,232	0,86%	5,81
36	70,00	M	28	Whisky	0,59	0,594	0,67%	28,27
20	55,00	F	28	Ron	0,59	0,591	0,17%	17,88
33	54,50	F	28	Cerveza	0,25	0,248	-0,81%	7,43
22	95,45	M	28	Whisky	0,61	0,607	-0,49%	39,40
27	77,00	M	28	Tequila	0,63	0,627	-0,48%	32,83
29	84,00	M	29	Whisky	0,74	0,737	-0,41%	42,10
26	90,90	F	29	Tequila	0,76	0,764	0,52%	38,20
26	61,30	F	29	Vino	0,37	0,371	0,27%	12,51
28	88,00	M	29	Tequila	0,80	0,796	-0,50%	47,63
23	63,00	M	30	Tequila	0,84	0,840	0,00%	35,99
19	43,20	M	30	Whisky	0,86	0,861	0,12%	25,29
45	61,50	F	30	Vino	0,37	0,373	0,80%	12,62

34	75,00	F	30	Ron	0,98	0,977	-0,31%	40,30
30	98,00	M	30	Tequila	1,25	1,252	0,16%	83,43
23	63,50	F	30	Whisky	1,45	1,453	0,21%	50,75

Tabla 4.1.1 – Tabla de Prueba a usuarios de 18 a 55 años

4.2 Análisis de Datos

Para brindar un mejor análisis de los datos obtenidos de la tabla anterior se utilizó el programa de Minitab para obtener varios datos estadísticos importantes que nos brindara información de una correlación entre los dispositivos.



Figura 4.2.1 – Porcentaje de bebidas en la muestra

En la figura 4.2.1 se muestra la cantidad en porcentaje de personas que prefieren consumir las bebidas escogidas en las pruebas, en mayor porcentaje las personas prefirieron el vino porque dicen que tiene mejor sabor que el resto de bebidas y les gustaba más para compartir un rato ameno con su familia.

Correlación entre los dispositivos usados

Por conocimientos básicos de correlación, sabemos que ésta se calcula mediante el coeficiente de correlación de la muestra con fórmula $r^2 = 1 - \frac{\sum[(Y - \bar{Y})^2]}{\sum[(Y - \bar{Y})^2]}$ [5]. Podemos indicar que si el valor de r^2 es positivo y se acerca a 1, indica que nuestras variables tienen una correlación fuerte y directa, en cambio si se acerca a -1 tiene una correlación fuerte pero inversa y si la el coeficiente de correlación se acerca a 0 las variables no tienen correlación alguna.

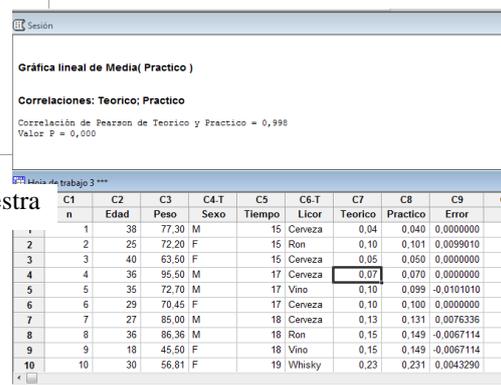


Figura 4.2.2 – Coeficiente de Correlación

En la Figura 4.2.2 muestra el resultado del coeficiente de correlación entre el valor teórico, obtenido del dispositivo comercial previamente aprobado, y el valor práctico que es el obtenido por nuestro Sensor MQ3. Éste coeficiente es de 0,998 por tanto podemos decir que nuestro dispositivo tiene una fuerte relación directa con el dispositivo comercial y por lo tanto es un instrumento el cual da resultados aceptables que compiten con cualquier alcoholímetro en el mercado.

En el Minitab se crea una hoja de trabajo donde se encontrarán los datos obtenidos de la Tabla 4.1.1, con éstos valores nos dirigimos al menú de Estadística -> Estadísticas Básicas -> Correlación. Luego escogemos las dos variables a comparar que en éste caso tomamos el valor obtenido por el dispositivo comercial y el alcoholímetro diseñado.

Conclusiones

1. De acuerdo a los resultados obtenidos de la Tabla 2, se afirma que el dispositivo diseñado otorga valores muy semejantes a los alcoholímetros digitales que existen en el mercado, ya que la correlación que se encontró es muy cercano a 1.
2. El dispositivo diseñado tiene una mejor precisión del dispositivo comercial el cual lo hace mucho más preciso en el momento de las pruebas.

3. Pudimos darnos cuenta que el grado de alcohol que la persona puede presentar en su organismo depende del tipo de alcohol que haya consumido, su género y su peso, no depende solamente de la cantidad que éste haya consumido.
4. Mediante la muestra tomada pudimos darnos cuenta que en Guayaquil las personas consumen más cerveza y whisky.

Recomendaciones

1. Para el correcto funcionamiento del sensor MQ3 se tiene que dejar encendido 24 horas antes para poder tener medidas más precisas. Durante este lapso de tiempo el sensor va a calentar un poco pero no hay que preocuparse así trabaja el sensor.
2. Para el momento de las pruebas, se necesita dejar pasar un tiempo de aproximadamente 15 minutos después de ingerir el último vaso de alcohol para poder realizar las pruebas, ya que el cuerpo humano toma ese tiempo para asimilar el alcohol.
3. En una próxima versión de este proyecto se puede trabajar en otra funcionalidad del alcoholímetro porque se tiene algunos puertos libres en la tarjeta arduino y sirve para conectar con nuevos dispositivos. Por ejemplo bloqueos para vehículos, envío de ubicación a través de un módulo GPS, entre otros.

4. La muestra se la obtuvo en un ambiente controlado a una temperatura constante, para que así la variación de las mediciones sean mínimas.

5. El dispositivo diseñado ayuda a controlar y a notificar si alguna persona está bajo los efectos del alcohol, pero pueden existir muchos alcoholímetros pero si las personas no toman conciencia de que no deben conducir si han ingerido bebidas alcohólicas no serviría de nada todos éstos métodos de prevención.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por permitir que culmine mi carrera universitaria mediante este trabajo. Gracias a mi mamá quien me dio todo lo necesario en toda mi vida para poder cumplir mis metas, a mi abuela que con cariño y paciencia siempre ha estado a mi lado apoyándome, a mi familia, a mi novia Sara por su gran apoyo para que no tire la toalla antes de lograr mis metas. Al Ing. Jorge Guillén que me ayudo en la parte de pruebas. A mi jefa por permitirme el tiempo para dedicarme a graduarme y al Ing. Víctor Asanza por brindarme esta oportunidad.

Bibliografía

[1] Efectos y Riesgos del consumo de alcohol,
<http://ocw.innova.uned.es/ocwuniversi a/Educacion-Vial/efecto-de-alcohol->

[las-drogas-y-otras-sustancias-en-la-conduccion/cap7](#)

[2] Luchemos Org, Efectos del alcohol en la conducción,
<http://www.luchemos.org.ar/revistas/articulos/rev31/pag02.pdf>, fecha de consulta Julio 2015.

[4] Wikipedia, Control de Alcoholemia,
https://es.wikipedia.org/wiki/Control_de_alcoholemia, fecha de consulta Julio 2015.

[5] ANT, Código Orgánico Integral Penal,
<http://www.ant.gob.ec/index.php/descargable/file/2424-codigo-organico-integral-penal>, fecha de consulta Julio 2015.

[6] Correlación, Manual de Correlación Minitab
<http://www.monografias.com/trabajos56/manual-correlacion-minitab/manual-correlacion-minitab2.shtml>, fecha de consulta Julio 2015.

[7] FISAC ORG, Investigaciones,
<http://www.fisac.org.mx/investigacion/es.cfm?id=302>, fecha de consulta Julio 2015.

[8] Edwin Omar Correa León, Danny Alexander Heras Ramírez and Ing. Carlos Valdivieso " Diseño mediante Sistema Arduino de controlador para Proyecto RepRap, aplicaciones de

| auto replicación en prototipo de
impresión 3D".