

# **UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA**

## **Ingeniería Electrónica**

### **TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE BACHILLER EN INGENIERIA ELETRÓNICA**

**“Diseño e Implementación de un dispositivo de conteo y control de producto para mejorar la línea de producción de los galones de cloro en el área productiva de Irex de Costa Rica, durante el II semestre del año 2017.”**

**Sustentante:**

**Aldair Ondoy Trigueros**

**Tutor:**

**Jorge Villalobos Cascante**

**Diciembre 2017**

## Declaración Jurada

### DECLARACIÓN JURADA

Yo Aldair Ondoy Trigueros, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 7-0230-0819 egresado de la carrera de \_\_\_\_\_ de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercebido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachiller en electrónica, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Diseño e implementación de un dispositivo de conteo y control de producto, para mejorar la línea de producción de galones de cloro en la empresa Lix de Costa Rica, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público.

En fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 29 días del mes de 11 del año dos mil 19.

Aldair  
Firma del estudiante

Cédula: 70230 0819

## Carta del Tutor



### CARTA DEL TUTOR

San José, 24 de noviembre del 2017

Señores  
Departamento de Registro  
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante Aldair Ondoy Trigueros, cédula de identidad número 7-0230-0819, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado *"Diseño e implementación de un dispositivo de conteo y control de producto para mejorar la línea de producción de galones de cloro en la empresa Irex de Costa Rica"*, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

**Tabla 1** Calificación del proyecto

#	Rubro	% Teórico	% Asignado
a	Original del tema.	10	8
b	Cumplimiento de entrega de avances de avances.	20	20
c	Coherencia entre los objetivos, los instrumentos aplicados y los resultados de la investigación.	30	29
d	Relevancia de las conclusiones y recomendaciones.	20	19
e	Calidad, detalle del marco teórico.	20	18
Total:		100	94

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

Jorge Villalobos Cascante  
Cédula de identidad: 1-1185-0467  
Carné colegio profesional: IEL-22656

## Carta del lector



### CARTA DEL LECTOR

San José, 20 de Diciembre de 2017

*Departamento de Registro*  
*Universidad Hispanoamericana*

Estimado señor:

El estudiante Aldair Ondoy Trigueros, cédula de residencia número 7-0230-0819, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: "Diseño e implementación de un dispositivo de conteo y control de producto para mejorar la línea de producción de los galones de cloro en el área productiva de Irex de Costa Rica, durante el II semestre del año 2017.", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato en Ingeniería Electrónica.

He revisado y analizado el contenido, particularmente, lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y el análisis de datos; la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre estos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atentamente,

*Ing. José Alejandro Rojas López*

*Cédula identidad 1 1079 0035*

*Carné Colegio Profesional N°: IEL-15888*

## Carta del Filólogo

13 de febrero del 2018

Señores  
Comisión de Trabajos Finales de Graduación  
Universidad Hispanoamericana  
Carrera de Ingeniería Electrónica

Estimados señores:

Yo, Noel Molina Blanco, cédula ocho cero cuarenta y seis cero quinientos ochenta y siete, vecino de San Juan de Tibás, de profesión Licenciado en Filología clásica, y que cuento con conocimientos y experiencia en revisión filológica de textos, doy fe de haber revisado el trabajo final de graduación del sustentante Aldair Ondoy Trigueros, titulado, "Diseño e Implementación de un dispositivo de conteo y control de producto para mejorar la línea de producción de los galones de cloro en el área productiva de Irex de Costa Rica, durante el II semestre del año 2017", para optar por el grado de Bachiller en Ingeniería Electrónica.

Después de la revisión y corrección del estudiante, considero que el Informe del Trabajo Final de Graduación indicado anteriormente, cuenta con la revisión y corrección filológica en aspectos fundamentales que lo hacen apto para ser presentado al proceso de evaluación de los Trabajos Finales de Graduación en el nivel de Bachillerato.

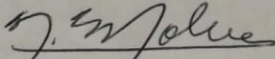
Quedo a su disposición para cualquier consulta en:

Email: noelmolina16@hotmail.com

Teléfono celular: 84199224

Carné Colypro 57465

De ustedes muy atentamente,

  
Noel Molina Blanco  
Carné Colypro 57465

## **Agradecimiento**

Le agradezco a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto de mi vida, en donde me he formado como profesional en la carrera de Ingeniería Electrónica, a los profesores y compañeros que con sus conocimientos me han servido de guía. A mi familia por el apoyo otorgado, su fe en mí y por darme la motivación necesaria para no rendirme en esta etapa de mi vida.

## Índice de Contenido

Declaración Jurada .....	ii
Carta del Tutor .....	iii
Carta del lector .....	iv
Carta del Filólogo .....	v
Agradecimiento .....	vi
Índice de Contenido .....	vii
Índice de Ilustraciones.....	xii
Índice de tablas .....	xvi
<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>13</b>
1.1.1 Introducción al tema del proyecto .....	13
1.1.2 Antecedentes del contexto de la empresa .....	14
1.1.3 Justificación del problema .....	17
<b>1.2 Definición del Problema .....</b>	<b>18</b>
1.2.1 La idea del problema .....	18
1.2.2 La pregunta del problema.....	18
<b>1.3 Objetivos.....</b>	<b>19</b>
1.3.1 Objetivo General.....	19
1.3.2 Objetivos Específicos .....	19

1.4	Alcances y Limitaciones.....	20
1.4.1	Alcances.....	20
1.4.2	Limitaciones.....	21
	CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	22
2.1	MARCO CONCEPTUAL.....	23
2.1.1	Ingeniería Electrónica.....	23
2.1.2	Automatización Industrial.....	23
2.1.3	Microcontroladores.....	24
2.1.4	Arduino.....	25
2.1.5	RTC ds3231.....	33
2.1.6	Módulo de <i>Wifi</i> ESP 8266.....	35
2.1.7	Sensores Opto eléctricos.....	37
2.1.8	Pantalla Nextion.....	41
2.1.9	Memoria SD.....	45
2.1.10	Buzzer.....	47
2.1.11	Sensor Ultrasónico HC-SR04.....	48
2.1.12	Virtuino.....	49
2.2	MARCO DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS.....	51
2.3	ANTECEDENTES DE TEORÍAS O PROYECTOS.....	53
2.3.1	Autores consultados: coincidencias o discrepancias.....	54

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....	55
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	56
3.1.1 Finalidad. Aplicada. ....	56
3.1.2 Dimensión temporal. Transversal. ....	56
3.1.3 Marco. (Micro).....	56
3.1.4 Naturaleza. (Cuantitativa o cualitativa). ....	57
3.1.5 Carácter. Proyecto.....	57
3.1.6 Fuentes de Información .....	57
3.2 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	59
3.2.1 Dispositivo de Control.....	59
3.2.2 Visualización de variables .....	60
3.2.3 Aplicación en Android (App) .....	61
3.3 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y	
CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO.....	66
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	67
4.2 RECOLECCIÓN DE DATOS, CARACTERÍSTICAS, PROTOTIPO.....	68
CAPÍTULO V: RESULTADOS OBTENIDOS.....	70
5.1 DESCRIPCIÓN.....	71
5.2 Hardware .....	71

5.2.1	<i>Hardware</i> (circuito) localizado y controlado por Arduino Mega.....	72
5.3	Desarrollo del Software.....	82
5.3.1	Programación para el conteo.....	82
5.3.2	Programación de la pantalla Nextion.....	84
5.3.3	Programación de Nextion editor.....	86
5.3.4	Programación de ESP 8266.....	91
5.3.5	Programación del Virtuino.....	94
5.4	Dispositivo físico.....	101
5.4.1	Estructura interna de los Módulos.....	101
5.4.2	Estructura externa de los módulos.....	102
5.5	Pruebas de operación.....	104
5.5.1	Sensores encendidos.....	104
5.5.2	Información a pantalla.....	106
5.5.3	Interacción con Virtuino.....	107
5.6	Análisis costo-beneficio.....	110
5.6.1	Ofertas actuales del mercado.....	110
5.6.2	Lista de Materiales Utilizados.....	111
	CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	107
	CONCLUSIONES.....	108
	RECOMENDACIONES.....	110

BIBLIOGRAFÍA ..... 111

Anexos ..... 112

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Esquema de microcontrolador .....	24
Ilustración 2: Dispositivos Arduino .....	26
Ilustración 3: Software de programación para Arduino.....	27
Ilustración 4: Arduino Uno .....	30
Ilustración 5: Arduino Mega.....	32
Ilustración 6: RTC ds3231 .....	34
Ilustración 7: Modulo de Wifi ESP8266 .....	36
Ilustración 8. Diagrama de sensores Optoeléctricos .....	37
Ilustración 9: Diagrama de Fotodiodo.....	39
Ilustración 10: LDR o Fotorresistencia .....	40
Ilustración 11: Pantalla Nextion .....	41
Ilustración 12: Nextion 4,3" Hardware .....	42
Ilustración 13: Nextion Editor .....	44
Ilustración 14: Memorias SD - Dimensiones. ....	45
Ilustración 15: Buzzer .....	48
Ilustración 16. Virtuino.....	49
Ilustración 17: Componentes de Virtuino.....	50

Ilustración 18: Proceso de envasado de Coca Cola.....	55
Ilustración 19: Proceso de envasado 2 de Coca Cola.....	55
Ilustración 20: Sistema de control .....	60
Ilustración 21: Pantalla .....	61
Ilustración 22: Diagrama del sistema actual.....	67
Ilustración 23: Diagrama de bloques del prototipo a construir.....	69
Ilustración 24: Entrada Constante de luz.....	73
Ilustración 25: Fotorresistencia - Arduino .....	74
Ilustración 26: Conexión RTC – Arduino Mega .....	75
Ilustración 27: RTC – Arduino .....	75
Ilustración 28: Interruptores – Arduino .....	76
Ilustración 29: Bocina – Arduino.....	77
Ilustración 30: ESP 8266 -Arduino .....	79
Ilustración 31: Leds – Arduino.....	81
Ilustración 32: Conexión Pantalla Nextion – Arduino .....	82
Ilustración 33: Programación Contador .....	83
Ilustración 34: Promedio de conteo.....	84
Ilustración 35: Nextion editor #1 .....	87
Ilustración 36 Nextion editor #2.....	87
Ilustración 37: Nextion editor #3.....	88

Ilustración 38: Nextion editor #4.....	89
Ilustración 39: Nextion editor #5.....	89
Ilustración 40: Nextion editor #6.....	91
Ilustración 41: Virtuino #1.....	95
Ilustración 42: Virtuino #2.....	96
Ilustración 43: Virtuino #3.....	97
Ilustración 44: Virtuino #4.....	98
Ilustración 45: Virtuino #5.....	99
Ilustración 46: Virtuino #6.....	100
Ilustración 47: Interior del dispositivo.....	102
Ilustración 48: Exterior del dispositivo.....	103
Ilustración 49: Entradas de los sensores.....	103
Ilustración 50: Encendido del sensor #1(Led Azul).....	104
Ilustración 51: Encendido del sensor #2(Led Rojo).....	105
Ilustración 52: Encendido de ambos sensores.....	105
Ilustración 53: Apagado de ambos sensores.....	106
Ilustración 54: Datos en Pantalla.....	107
Ilustración 55: Conectividad del sistema con la App.....	108
Ilustración 56: Datos en la App.....	109
Ilustración 57: "Monitoreo de empaques por minuto".....	110

Ilustración 58: "Salarios Minimos 1 - MTSS ".....	116
Ilustración 59: "Salarios Minimos 2 - MTSS ".....	1167

## Índice de tablas

Tabla 1: Especificaciones técnicas del Arduino Uno.....	29
Tabla 2: Características de Arduino Mega 2560.....	31
Tabla 3: Especificaciones técnicas del Arduino MEGA 2560.....	32
Tabla 4: Características del RTC ds3231.....	34
Tabla 5 Especificaciones de Pantalla Nextion.....	42
Tabla 6: Características electrónicas.....	43
Tabla 7: Interfaces de rendimiento.....	43
Tabla 8: Características de la memoria.....	43
Tabla 9. Lista de Componentes del Prototipo.....	111

## **CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1.1 Introducción al tema del proyecto**

El presente informe consta de seis capítulos en los que se desarrolla el proyecto, además de la bibliografía y los anexos que destacarán el lugar de donde proviene la información y algunos datos adicionales que fortalecen el argumento dado.

El capítulo 1 “Problema del proyecto”, demarcará el problema principal que se encuentra en la empresa y las razones por la cual será necesario implementar el proyecto, para darle solución al mismo, además de los alcances y limitaciones que se podrían presentar durante la realización.

El capítulo 2 se denomina “Marco Teórico”, en este se presentan las definiciones y conceptos básicos que deben quedar claros para que el lector sea capaz de entender el informe de manera clara y concisa.

En el capítulo 3 o “Marco Metodológico” se conocerán los detalles de la investigación, como su orientación a una finalidad aplicada, la naturaleza cuantitativa o cualitativa. Asimismo, se definirá si la investigación es micro o macro dependiendo de su dimensión. El desarrollo de esta sección constituirá el respaldo metodológico principal de la propuesta del proyecto. En ella se incluyen los elementos de respaldo en la metodología que establecen la base de la propuesta de mejora, y en el caso de diseño de nuevos procesos, productos o servicios la base que lleva a desarrollarlos.

Para el capítulo 4 “Diagnóstico” se recogerán y analizarán los datos y hechos ordenados sistemáticamente que permitan juzgar mejor qué es lo que está pasando, para evaluar la naturaleza de la situación y sus tendencias.

El capítulo 5 “Resultados Obtenidos” es la sección del documento donde desarrollara tanto el diseño como el trabajo realizado en el proyecto. En otras palabras, es la etapa en la que se utilizará todo el conocimiento adquirido mediante la investigación previa, para realizar el dispositivo que permita resolver la problemática planteada y así obtener los datos y resultados esperados.

Por último, se presentan las “Conclusiones y Recomendaciones”, en esta sección se comparan los objetivos contra los resultados obtenidos, y de esta forma determinar si se logró o no cumplir cada uno de estos y si la construcción de este proyecto será factible.

### **1.1.2 Antecedentes del contexto de la empresa**

Irex de Costa Rica S.A. es la empresa nacional pionera dedicada a fabricar detergentes en el país y su historia representa la visión, mística y empeño de su fundador, don Ricardo Amador Céspedes.

En 1955, en su casa, con muy pocos equipos, pero con todo el apoyo de su madre, hizo las primeras pruebas para fabricar jabón en barra, luego de haber estudiado en la Escuela Técnica Nacional y trabajado con empresarios españoles que lo enseñaron e impulsaron a ser una persona líder e innovadora.

En la segunda mitad de la década de los 60 el mercado de jabones en Costa Rica se tornó cada vez más competitivo, lo que llevó a don Ricardo a tomar la decisión de acudir al Banco Nacional de Costa Rica para solicitar un préstamo de US\$600 (₡5000

de la época) aproximadamente, con el objeto de mejorar los equipos y la calidad, así como ampliar el mercado.

Para el año 1966, ya don Ricardo había introducido el Jabón La Familia al mercado costarricense. Este producto llegó a ocupar un puesto de gran importancia en el mercado nacional, conformado en esa época por unas 25 industrias.

El cambio en la cultura del consumo hizo que el jabón hecho con base en grasas naturales en Costa Rica, fuera sustituido por productos de limpieza de fabricación sintética, como lo son los detergentes. Como producto de este esfuerzo, se desarrollaron las primeras formulaciones de detergente nacional, las cuales se comercializaron con grandes dificultades.

Don Ricardo ocupaba un nombre o marca para este nuevo producto, entonces uno de sus colaboradores estudiante de la Universidad de Costa Rica, le sugirió el nombre Irex para su proyecto. Fue así como nació la marca Irex, como sinónimo de limpieza, transparencia y brillantez.

La compañía logró utilizar un moderno sistema para la fabricación de detergentes en polvo, conocido como “Torre de Secado o Atomización”. Con este sistema se logró producir un grano de detergente con mejores condiciones para competir en el mercado de consumo masivo que ya estaba dominado por compañías multinacionales.

Al inicio de los años 80, la economía costarricense tiene un fuerte revés que provoca una grave crisis entre 1978 y 1982. Esta crisis, que dejó al país prácticamente en la bancarrota al pasar el tipo de cambio de ₡8.60 (ocho colones con sesenta céntimos)

a ₡60.00 (sesenta colones) por dólar, provocó, que todas las importaciones y deudas por compra de materia prima al exterior se multiplicaran.

La compañía trabajó en hacer integraciones hacia atrás en los procesos de producción, materias primas y materiales de empaque, junto con los servicios de distribución de sus productos, con lo que logró encadenamientos y economías de escala que ayudan y permiten la competitividad. Esto fue necesario pues dentro de los países de Centroamérica y hasta la fecha, Costa Rica es uno de los más caros para producir en el área debido a las altas cargas sociales e impositivas, además de los procesos de desgravación arancelarias que exponen a los productores nacionales a un comercio internacional más abierto.

Igualmente, este aspecto social en Costa Rica ha permitido al país tener mejores condiciones de consumo, de distribución de la riqueza, de educación, de salud y expectativas de vida entre otros aspectos.

Dicho de otra forma, el Grupo Irex ha aportado recursos al Estado que vienen a mejorar el bien común, pero también le pone el reto constante de buscar y tener mejores formas de producir y servir para continuar siendo competitivos. Hay que destacar que no solo se producen marcas propias, sino que se le da un alto nivel de servicio y apoyo a marcas privadas, y en todos los casos se ajusta el producto a las necesidades y expectativas de los mercados.

La empresa ha continuado su línea de crecimiento e innovación, permitiéndole llegar hoy día a toda Centroamérica, el Caribe, y algunos países de Sudamérica y Norteamérica.

### 1.1.3 Justificación del problema

Este proyecto sirve para que la empresa estudiada mejore el sistema actual con el que se realiza el control y conteo de la producción de galones de cloro, y de esta manera se logre obtener datos exactos y en tiempo real con respecto a la producción en curso. Además de permitir al personal que lo requiera monitorear la producción, solo con la utilización de un dispositivo que sea capaz de utilizar una “app” en el que se visualicen los valores e información obtenida.

Con este proyecto se beneficiará tanto a la empresa como los empleados de la misma, debido a que, al cambiar el sistema actual por uno automatizado, se logrará tener un mejor control de la producción, y así en caso de presentarse algún error o problema en la misma, ser capaz de corregirlo, de esta manera se reducen los gastos por pérdidas y mejorar la producción como tal. Además, al no requerir de un empleado que realice dicha función, no es necesario que estos abandonen sus puestos de trabajo para ejecutar el debido control.

En la actualidad, cada vez más empresas apuntan a la automatización de cada uno de sus procesos para mejorar la efectividad del mismo, además de reducir los gastos en personal y minimizar los tiempos de producción. Esto y muchas otras razones hacen que este tipo de proyectos sean apetecidos por los empresarios que desean mejorar el desarrollo de su negocio.

## **1.2 Definición del Problema**

### **1.2.1 La idea del problema**

Actualmente, en el área de producción de los galones de cloro se utiliza un método ineficiente y rudimentario para el control y conteo del producto terminado, en donde un empleado se encarga de revisar cada una de las filas de producción y registrar cantidad de producto que se encuentra empacado, esto lo realiza de forma manual, contando cada una de las cajas y anotando el dato para luego registrarlo.

Este proceso no solo es tedioso, sino que también es ineficiente, ya que impide al personal conocer la cantidad producida en tiempo real y obliga a tener un empleado por turno dedicado a dicha función, lo cual representa un gasto extra para la empresa y una deficiencia grave en el control de la producción del producto.

Además, tampoco se cuenta con una plataforma virtual que le permita al personal de control del producto vigilar la producción a distancia, debido a esto y al sistema actual de recolección de datos de producción es muy difícil mantener un control idóneo de la producción a menos que se encuentre en la planta. Esto sin mencionar que los datos actualmente recolectados no son en tiempo real, sino que se recolectan al finalizar de empacar en un horario determinado en el día.

### **1.2.2 La pregunta del problema**

¿Cómo se puede mejorar el proceso de conteo y control de la línea de producción de cloro para reducir el tiempo invertido y darle un seguimiento en tiempo real a la producción del mismo?

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Implementar un dispositivo de conteo y control de producto para mejorar la producción de los galones de cloro en el área productiva o de ensamblaje de la empresa Irex de Costa Rica, durante el II semestre del año 2017.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

1. Analizar el sistema actual que presenta la planta de productiva de galones de cloro en Irex de Costa Rica, para el conteo y control del producto final.
2. Diseñar y construir un dispositivo que permita contabilizar y controlar de forma automática el proceso final de la producción del cloro.
3. Implementar una pantalla de control, que permita visualizar las variables de importancia en la producción del cloro.
4. Utilizar una aplicación en Android que pueda interactuar con el dispositivo, con el que el personal de la empresa sea capaz de obtener los valores de producción.
5. Evaluar el grado de beneficio real para la compañía según el costo y la eficiencia obtenidos al implementar este proyecto.

## **1.4 Alcances y Limitaciones**

### **1.4.1 Alcances**

Lo que se esperaría lograr en la realización de este proyecto, es la fabricación de un dispositivo, que mediante mecanismos electrónicos sea capaz de contabilizar en tiempo real la cantidad de botellas de cloro que se vayan a empaquetar, y mostrar dicho número en una pantalla de control.

También se espera lograr extraer las variables de cantidad de producción por hora y por minuto, además de la generación de ciertas alarmas auditivas y visuales que permitan conocer el estado de la máquina.

Por último, se buscará diseñar una plataforma con la que los encargados del mantenimiento de la máquina puedan controlar a distancia el correcto funcionamiento de la misma.

### **1.4.2 Limitaciones**

Actualmente no se puede establecer un dato exacto de las pérdidas o gastos que están generándose debido al actual sistema de control que se maneja en la empresa, por lo tanto, no se podrá dar a conocer un valor detallado acerca de la ganancia que se pudiera producir con la implementación de este dispositivo.

La empresa no podrá implementar el dispositivo en el tiempo que se establece para la culminación de proyecto, debido a que se requiere realizar ciertas pruebas previas para certificar la eficiencia del dispositivo y valorar si el mismo no representa un peligro para el producto, equipo o personal que trabaja en dicho proceso, por lo que se deberá trabajar con una maqueta tamaño real, que simule las condiciones que se presentarán en la empresa y así obtener datos lo más cercanos a los reales.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

## **2.1 MARCO CONCEPTUAL.**

En este proyecto no solo son necesarios los conocimientos de ingeniería electrónica, sino también de procesos industriales, normativas de seguridad internacionales para construcción del equipo industrial, procesos productivos y equipo industrial.

### **2.1.1 Ingeniería Electrónica**

Es un tipo de ingeniería, basada en el conocimiento y utilización de la electrónica como herramienta para resolver diversas situaciones, tales como control de mecanismos, fabricación de herramientas y dispositivos, así como la utilización de diferentes tipos de energía para lograr el funcionamiento de los equipos, entre otros.

### **2.1.2 Automatización Industrial**

La automatización puede ser definida como el uso y control de máquinas y dispositivos electrónicos para sustituir la operación humana en un sistema determinado y de esta forma aumentar los beneficios en la producción.

Según el diccionario el mundo la definición de automatización es: “Conversión de determinados procesos corporales o psíquicos en automáticos o involuntarios” (Espasa Calpe, 2001).

Por lo tanto, la automatización industrial es cuando se reduce o elimina la participación de personal humano en algún proceso o sistema, para permitir que este sea realizado por equipo electrónico y mecánico. Lo que se busca con esto es aumentar la

cantidad de horas de trabajo posibles reduciendo el esfuerzo, a su vez mejorar la precisión del proceso y minimizar el riesgo de accidentes al personal humano, para permitir una mayor producción y ganancia por parte de la empresa o compañía.

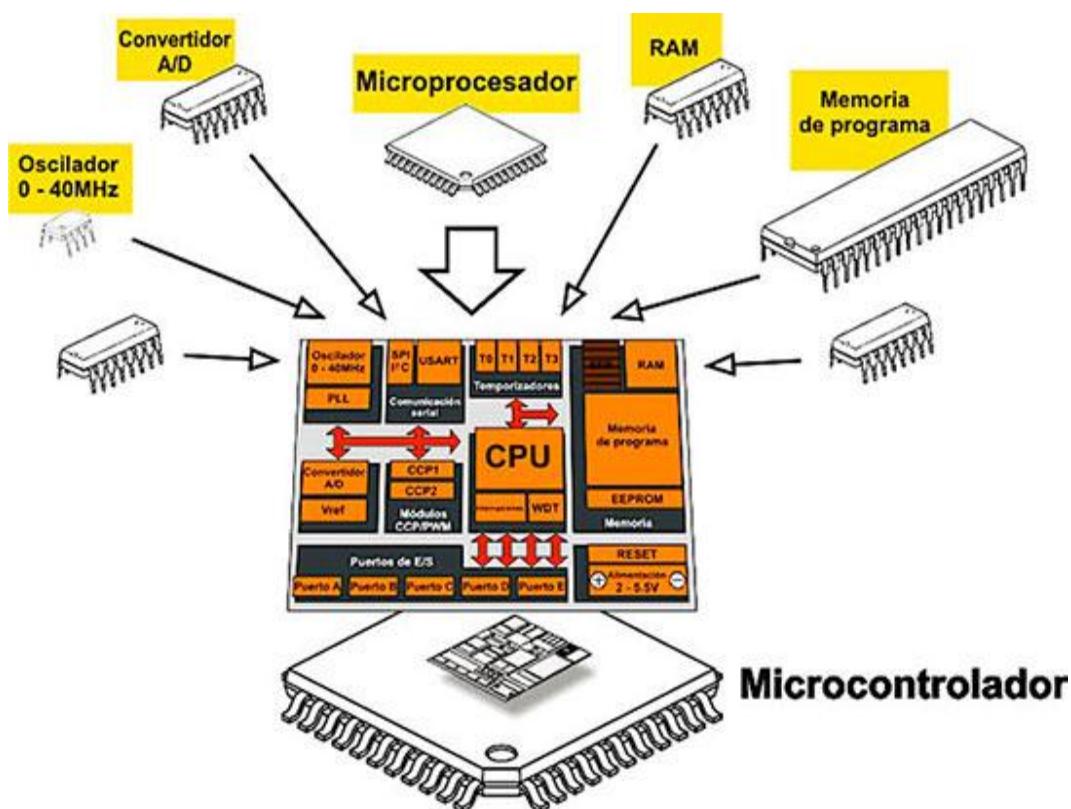
### **2.1.3 Microcontroladores**

Es un circuito integrado multipropósito, el cual es programable y está compuesto por una unidad central de proceso (CPU), memorias (ROM y RAM) y líneas de entrada y salida (periféricos). Un microcontrolador puede ser visto como un dispositivo de cómputo debido a que comparten los mismos funcionamientos básicos.

Mediante la utilización de un microcontrolador se es capaz de realizar diversas tareas, como la de control de equipo electrónico, mecánico, sensores, robots, entre otros. Para la utilización de este dispositivo es necesario trabajar mediante instrucciones o comandos en un lenguaje de programación que puede ser de ensamblador y C, se debe especificar su funcionamiento por software por medio de programas que indiquen las instrucciones que el microcontrolador debe realizar.

En una memoria se guardan los programas y un elemento llamado CPU se encarga de procesar paso por paso las instrucciones del programa. Los lenguajes de programación típicos que se usan para este fin son ensamblador y C, pero antes de grabar un programa al microcontrolador hay que compilarlo a hexadecimal que es el formato con el que funciona el microcontrolador.

**Ilustración 1: Esquema de microcontrolador**



Fuente: [https://www.dirind.com/dae/monografia.php?cla\\_id=3](https://www.dirind.com/dae/monografia.php?cla_id=3)

## 2.1.4 Arduino

Arduino es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (*open-source*) basada en *hardware* y *software* flexibles y fáciles de usar. Arduino puede sentir el entorno mediante la recepción de entradas desde una variedad de sensores y puede afectar a su alrededor mediante el control de luces, motores y otros artefactos.

Estos dispositivos se comunican con la tarjeta Arduino mediante varios de sus pines, pero muchos *shield* (placas de circuitos modulares) son individualmente direccionales vía bus serial I<sup>2</sup>C, lo que permite que estas placas sean apiladas y accedidas

en paralelo. A nivel conceptual, al emplear la pila de *software* Arduino, todas las tarjetas son programadas sobre el protocolo de comunicación serial RS-232, pero la manera en la que es implementada varía conforme con la versión del hardware.

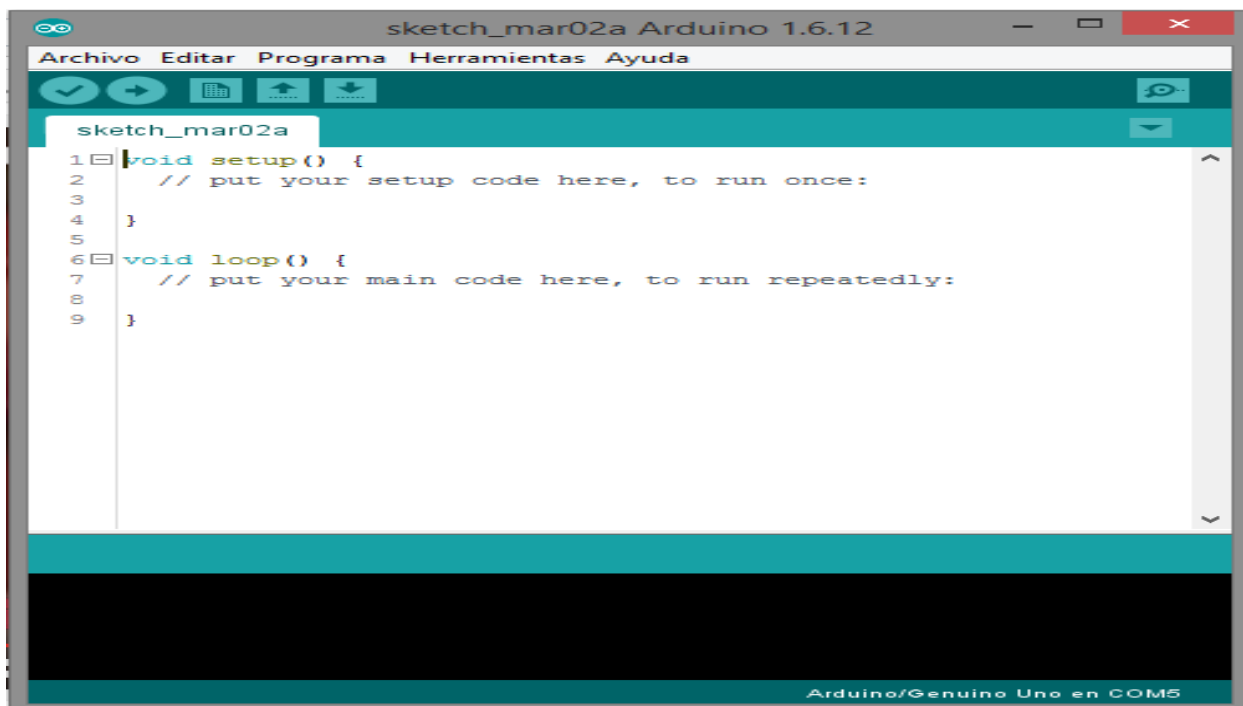
. Estos sistemas proveen sets de pines de entradas y salidas, tanto analógicas como digitales que pueden servir de interfaz para otras tarjetas de expansión (típicamente conocidas como “shield” y otros circuitos de distintas índoles. La tarjeta Arduino contiene interfaces para comunicación serial, que incluyen USB en la mayoría de los modelos, las cuales se utilizan principalmente para cargar los programas realizados por los usuarios en la tarjeta, y de esta forma poder correrlo en la misma. Para programar estos microcontroladores, la plataforma Arduino provee un entorno integrado de desarrollo (IDE) basado en el proyecto *Processing*, el cual incluye soporte para los lenguajes de programación C y C++.

**Ilustración 2: Dispositivos Arduino**



Fuente: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno> (2015)

Ilustración 3: Software de programación para Arduino



Fuente: Elaborada por el autor.

#### 2.1.4.1 Arduino Uno

El Uno es una placa electrónica basada en el ATmega328P. Cuenta con 14 pines digitales de entrada / salida (de los cuales seis se podrán utilizar como salidas PWM), seis entradas analógicas, un cristal de cuarzo de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un jefe de ICSP y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para apoyar el microcontrolador; basta con conectarlo a un ordenador con un cable USB o la corriente con un adaptador de CA a CC o una batería para empezar.

La tarjeta Uno puede ser alimentada a través de la conexión USB o con una fuente de alimentación externa, la cual se selecciona automáticamente. La tarjeta puede funcionar con un suministro externo de 6 a 20 voltios. Si se suministra con menos de 7V, sin embargo, el pasador de 5V puede suministrar menos de cinco voltios y la placa

se puede volver inestable. Si se utiliza más de 12 V, el regulador de voltaje se puede sobrecalentar y dañar la placa. El rango recomendado es de 7 a 12 voltios.

El Uno tiene seis entradas analógicas, A0 a A5 marcado, cada uno de los cuales proporcionan 10 bits de resolución (es decir, 1024 valores diferentes) (Arduino). Cada uno de los 14 pines digitales en el Uno se puede utilizar como una entrada o salida, utilizando `pinMode ()`, `digitalWrite ()`, y `digitalRead ()` funciones. Operan a 5 voltios. Cada pin puede proporcionar o recibir 20 mA como condición de funcionamiento recomendada y tiene una resistencia de *pull-up* (desconectada por defecto) de 20-50k ohmios. Un máximo de 40 mA es el valor que no debe superarse en cualquier pin de E / S para evitar daños permanentes en el microcontrolador.

Tabla 1: Especificaciones técnicas del Arduino Uno

Microcontroller	ATmega328P
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Length	68.6 mm
Width	53.4 mm
Weight	25 g

Fuente: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

Ilustración 4: Arduino Uno



Fuente: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

#### 2.1.4.2 Arduino Mega 2560

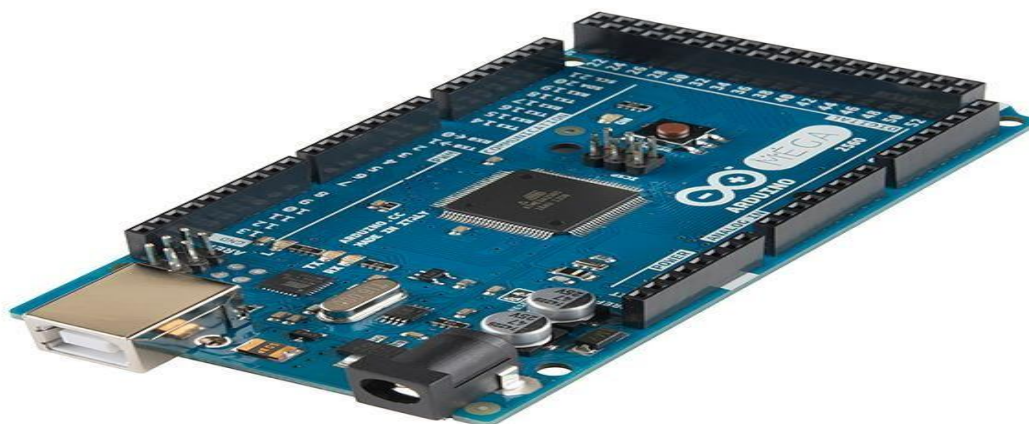
El Arduino Mega está basado en el microcontrolador ATmega2560. Tiene 54 pines de entradas/salidas digitales (14 de las cuales pueden ser utilizadas como salidas PWM), 16 entradas análogas, 4 UARTs (puertos serial por hardware), cristal oscilador de 16 MHz, conexión USB, Jack de alimentación, conector ICSP y botón de *reset*. Incorpora todo lo necesario para que el microcontrolador trabaje; simplemente conectándolo a la PC por medio de un cable USB o con una fuente de alimentación externa. El Arduino Mega es compatible con la mayoría de los *shields* diseñados para Arduino UNO.

**Tabla 2: Características de Arduino Mega 2560**

<ul style="list-style-type: none"><li>• Microcontrolador ATmega2560.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Voltaje de entrada de – 7-12V.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• 54 pines digitales de Entrada/Salida (14 de ellos son salidas PWM).</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• 16 entradas análogas.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• 256k de memoria flash.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Velocidad del reloj de 16MHz.</li></ul>

Fuente: elaborada por el autor.

Ilustración 5: Arduino Mega



Fuente: <http://www.robotshop.com/media/files/images2/rb-ard-33-1.jpg>

Tabla 3: Especificaciones técnicas del Arduino MEGA 2560

Microcontroller	ATmega1280
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 15 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	128 KB of which 4 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

Fuente: <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega>

### 2.1.5 RTC ds3231

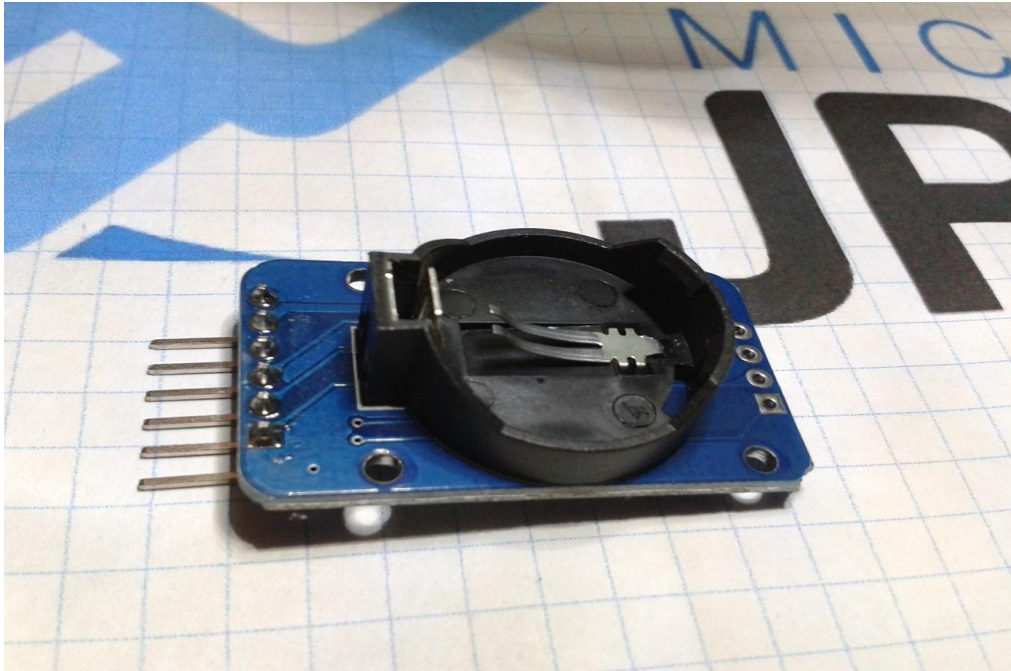
Un reloj de tiempo real (RTC) es un dispositivo que permite obtener los valores de tiempo y llevar un registro detallado del transcurso del mismo en un microcontrolador, esto en unidades temporales que se emplean de forma cotidiana

La diferencia entre las mediciones de tiempo obtenidas por un RTC y los relojes electrónicos habituales, es que estos contabilizan mediante pulsos de señal y no tiene ninguna relación directa con unidades temporales mientras que **los** RTC son más parecidos a los relojes y calendarios de uso habitual, y que funcionan con segundos, minutos, horas, días, semanas, meses y años.

Este módulo incluye un circuito integrado, el DS3231, además de un regulador de tensión, una batería de 3.6 voltios, entre otras cosas (es capaz de medir temperatura). Se comunica con Arduino utilizando el protocolo I2C, por lo que se encuentran los pines VCC, GND, SCL y SDA.

Los RTC son dispositivos ampliamente utilizados en electrónica. Todos los ordenadores personales, servidores, *tablets*, y *Smartphone* incorporan uno. También son muy frecuentes en sistemas embebidos y, en general, en multitud de dispositivos que requieren realizar un registro del tiempo.

Ilustración 6: RTC ds3231



Fuente: <http://www.microjpm.com/products/ds3231-at24c32-iic-modulo-de-reloj-en-tiempo-real/>

Tabla 4: Características del RTC ds3231

Tamaño: 38 mm (longitud) * 22mm (W) * 14mm (altura)
Peso: 8g
Voltaje de funcionamiento: 3,3-5 0,5 V
Chip de reloj: de alta precisión chip de reloj DS3231
Tiempo real segundo generador de reloj, minuto, hora, día, fecha, mes y año calendario y dar validez hasta el año indemnización año 2100 bisiesto
Interfaz de bus 11.IIC, la velocidad máxima de transmisión de 400 KHz (tensión de 5V de trabajo)
Sensor de temperatura del chip viene con una precisión de $\pm 3$ °C
Chips de memoria: AT24C32 (capacidad de almacenamiento de 32 K)
Precisión Reloj: 0-40 °C rango, el 2 ppm precisión, el error fue de 1 minuto
Pueden conectarse en cascada con otro dispositivo CII, 24C32 direcciones pueden provocar un cortocircuito A0 / A1 / A2 modificar dirección predeterminada es 0x57

Fuente: <http://www.microjpm.com/products/ds3231-at24c32-iic-modulo-de-reloj-en-tiempo-real/>

### 2.1.6 Módulo de *Wifi* ESP 8266

Este módulo es un chip de *Wifi* de bajo costo fabricado por Espressif, que permite conectar los dispositivos de electrónica y robótica con Arduino, con lo que permite lo que se conoce como el internet de las cosas, que son sistemas u objetos capaces de recopilación de datos, y que estos puedan comunicarse entre sí.

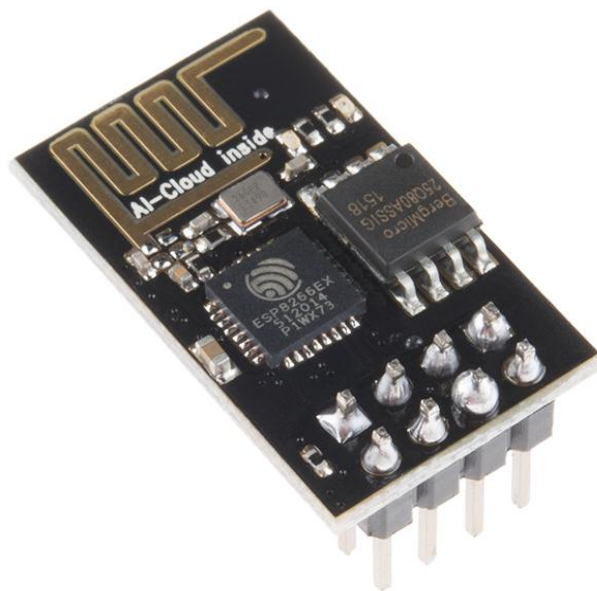
En realidad, el ESP8266 es mucho más que un módulo *Wifi* para Arduino. Es un procesador completo, con mucha más potencia que la mayoría de modelos de Arduino. De hecho, es uno de los principales “competidores” a los que se enfrenta Arduino. Prácticamente es capaz de replicar casi cualquier cosa que los Arduinos puedan hacer. Así que los proyectos con sensores más Arduinos que envían los datos a la WIFI mediante un ESP8266, es muy probable que permita ahorrar el Arduino en el proceso, gracias a un *firmware* basado en C ++. Este permite que la CPU ESP8266 y sus componentes *Wifi* sean programados como cualquier otro dispositivo Arduino.

El microcontrolador ESP8266 puede usarse con Arduino de dos formas:

1. **Usando el *firmware* propio**, de forma que el ESP8266 es una pasarela de puerto serie 3.3V a *wifi*. De hecho, originalmente el módulo ESP8266 fue creado con este objetivo por la empresa Espressif. Para usarlo de esta forma, es necesario tener un Arduino que se programará y al que se le conecta el módulo ESP8266 por puerto serie para darle capacidad *wifi* al Arduino. En este caso el ESP8266 no es programado.

2. **Programar ESP8266**, en este caso en lugar de usar el *firmware* que trae por defecto el módulo ESP8266, es programado por el usuario y para ello se usa el IDE de Arduino y el lenguaje de programación de Arduino junto con alguna librería adicional para manejar el wifi.

Ilustración 7: Modulo de Wifi ESP8266

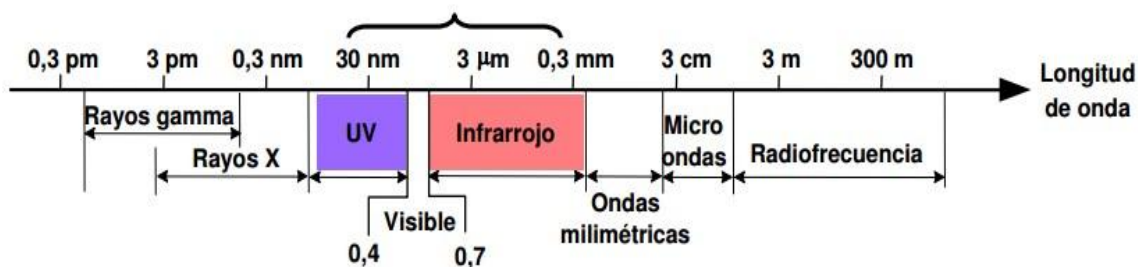


Fuente: <https://www.sparkfun.com/products/13678>

## 2.1.7 Sensores Opto eléctricos

(www.marcombo.com, 2016), menciona: Sensores basados en las propiedades de diversos dispositivos electrónicos cuyo comportamiento depende de la luz que se les aplica. Reciben la denominación de sensores optoelectrónicas y pueden ser sensibles a la luz ultravioleta, visible o infrarroja. La siguiente imagen muestra el comportamiento descrito anteriormente:

Ilustración 8. Diagrama de sensores Optoelectrónicos



Fuente: (www.marcombo.com, 2016)

### 2.1.7.1 Clasificación de los dispositivos opto electrónicos

Los dispositivos opto electrónicos pueden ser emisores de luz o sensibles a la luz, convierten el movimiento de cargas eléctricas en energía luminosa. Los más utilizados son:

1. Diodo Luminiscente.
2. Diodo de infrarrojos.
3. Diodo laser.

### **2.1.7.2 Sensibles a la luz**

Convierten la energía luminosa en una carga, una corriente eléctrica o la variación de un parámetro eléctrico. Los más utilizados son:

1. Fotorresistencia.
2. Fotodiodo.
3. Fototransistor.
4. Foto sensor capacitivo.

### **2.1.7.3 Sensor optoelectrónica**

Además de uno o más dispositivos opto electrónicos, estos sensores pueden contener un conjunto de componentes ópticos que actúan sobre la luz.

### **2.1.7.4 Sensores sensibles a la luz fotorresistencias**

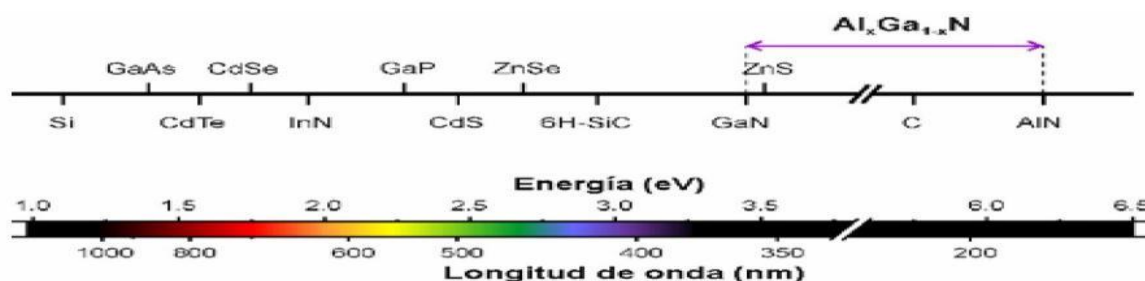
Sensores basados en la interacción entre los fotones de una radiación óptica y un material semiconductor. Dicha interacción produce un incremento de los portadores de carga y por ello modifica la resistencia del dispositivo.

### **2.1.7.5 Sensores sensibles a la luz: fotodiodo**

Diodo en el que se generan pares electrón-hueco cuando inciden sobre él fotones que poseen una energía superior a la banda prohibida. Si un fotodiodo iluminado se polariza inversamente, los electrones y los huecos generados por los fotones se desplazan hacia la zona N y la P de forma respectiva. Si se cierra el circuito externo se produce una corriente denominada fotocorriente.

La energía necesaria para que los electrones traspasen la banda prohibida depende del tipo de semiconductor utilizado. Por ello los fotodiodos son sensibles a radiaciones luminosas de diferente  $\lambda$  según el material con el que están contruidos. La siguiente imagen muestra el diagrama de un fotodiodo:

Ilustración 9: Diagrama de Fotodiodo



Fuente: (www.marcombo.com, 2016)

### 2.1.7.6 Sensores sensibles a la luz sensores optoelectrónicos de posición

Sensor opto electrónico conocido por las siglas PSD, que proporciona una señal cuyo nivel es función de la posición en la que incide sobre él un haz de luz. Existen varios tipos de PSD:

1. Foto detector.
2. Foto detector Bicelular o Cuadricelular.
3. Fotodiodo Lateral.

### 2.1.7.7 LDR (Light Dependent Resistor)

“El LDR es una resistencia que varía su valor dependiendo de la cantidad de luz que la ilumina. Los valores de una fotorresistencia cuando está totalmente iluminada y cuando está totalmente a oscuras varía. Puede medir de 50 ohmios a 1000 ohmios ( $1K\Omega$ ) en iluminación total y puede ser de  $50K\Omega$  (50,000 Ohm) a varios mega ohmios cuando está a oscuras” ([http://www.unicrom.com/Tut\\_ldr.asp](http://www.unicrom.com/Tut_ldr.asp),2012).

Ilustración 10: LDR o Fotorresistencia



Fuente: [http://www.unicrom.com/Tut\\_ldr.asp](http://www.unicrom.com/Tut_ldr.asp) (2012)

El valor obtenido de la fotorresistencia no varía de manera instantánea cuando pasa de oscuridad a luz o viceversa, por lo que es óptimo este tipo de dispositivo para las aplicaciones que requieran mucha exactitud en cuanto al tiempo por su cambio de estado.

“Esto hace que el LDR no se pueda utilizar en muchas aplicaciones, especialmente aquellas que necesitan de mucha exactitud en cuanto a tiempo para cambiar de estado (oscuridad a iluminación o iluminación a oscuridad) y a exactitud de los valores de la fotorresistencia al estar los mismos estados anteriores. Su tiempo de respuesta típico es de aproximadamente 0.1 segundos” ([http://www.unicrom.com/Tut\\_ldr.asp](http://www.unicrom.com/Tut_ldr.asp),2012).

### 2.1.8 Pantalla Nextion

Nextion es un dispositivo que permite la interfaz máquina humano (HMI), que permite al usuario el control y visualización de un proceso, máquina, aplicación o dispositivo. Las pantallas Nextion sirven para reemplazar a las LCDs tradicionales, las cuales tienen muchas limitaciones que les impiden funcionar a la altura de proyectos más avanzados.

Mediante el software de Nextion los usuarios no solo serán capaces de visualizar variables numéricas o textuales, también lograrán diseñar gráficas, imágenes, barras de progreso, y otras muchas funciones que permiten una interacción más amigable y estilizada al usuario.

**Ilustración 11: Pantalla Nextion**



**Fuente:** <https://www.itead.cc/wiki/NX4827T043>

Ilustración 12: Nextion 4,3" Hardware



Fuente: <https://www.itead.cc/wiki/NX4827T043>

Tabla 5 Especificaciones de Pantalla Nextion

	Data	Description
Color	65K (65536) colors	16 bit, 5R6G5B
Layout size	120(L)×74(W)×5(H)	NX4827T043_011N
	120(L)×74(W)×6.2(H)	NX4827T043_011R
Active Area (A.A.)	105.50mm(L)×67.20mm(W)	-
Visual Area (V.A.)	95.04mm(L)×53.86mm(W)	-
Resolution	480×272 pixel	Also can be set as 272×480
Touch type	Resistive	-
Touches	> 1 million	-
Backlight	LED	-
Backlight lifetime (Average)	>30,000 Hours	-
Brightness	250nit (NX4827T043_011N)	0% to 100%, the interval of adjustment is 1%
	230 nit (NX4827T043_011R)	0% to 100%, the interval of adjustment is 1%
Weight	79.3g (NX4827T043_011N)	-
	93.8g (NX4827T043_011R)	-

Fuente: <https://www.itead.cc/wiki/NX4827T043>

**Tabla 6: Características electrónicas**

	Test Conditions	Min	Typical	Max	Unit
Operating Voltage		4.75	5	7	V
Operating Current	VCC=+5V, Brightness is 100%	-	250	-	mA
	SLEEP Mode	-	15	-	mA
Power supply recommend : 5V, 500mA, DC					

Fuente: <https://www.itead.cc/wiki/NX4827T043>

**Tabla 7: Interfaces de rendimiento**

	Test Conditions	Min	Typical	Max	Unit
Serial Port Baudrate	Standard	2400	9600	115200	bps
Output High Voltage	IOH=-1mA	3.0	3.2	-	V
Output low Voltage	IOL=1mA	-	0.1	0.2	V
Input High Voltage	-	2.0	3.3	5.0	V
Input low Voltage	-	-0.7	0.0	1.3	V
Serial Port Mode	TTL				
Serial Port	4Pin_2.54mm				
USB interface	NO				
SD card socket	Yes (FAT32 format), support maximum 32G Micro SD Card				

Fuente: <https://www.itead.cc/wiki/NX4827T043>

**Tabla 8: Características de la memoria**

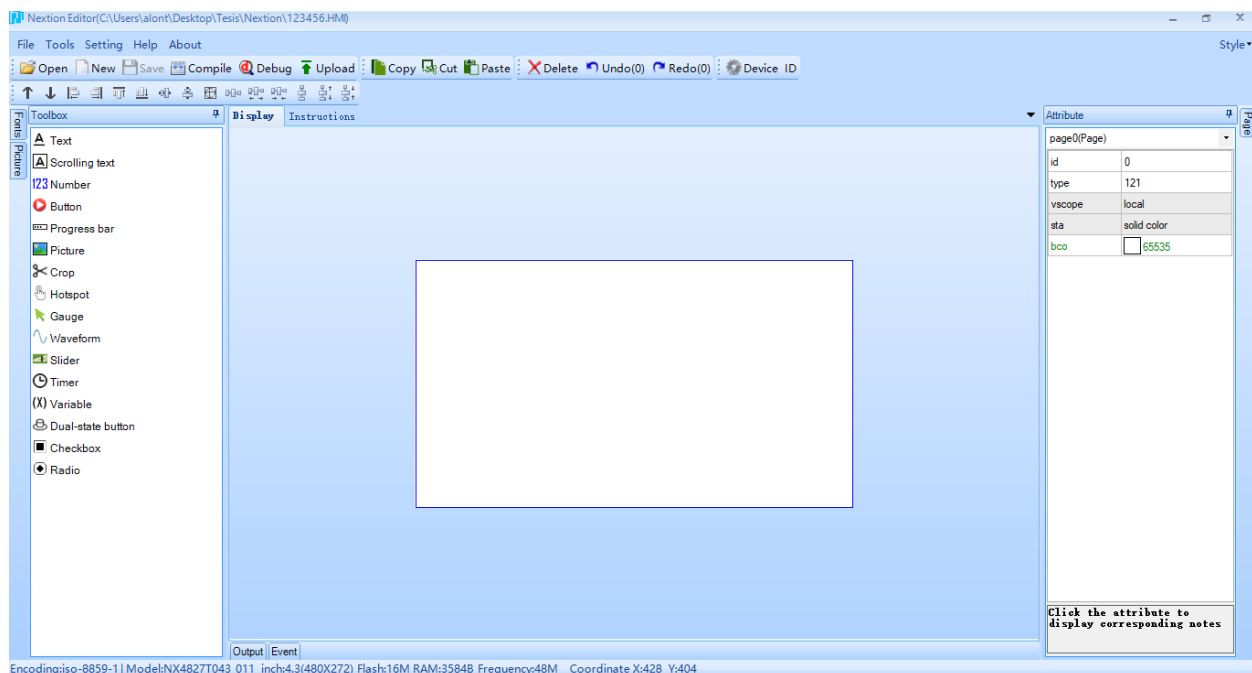
Memory Type	Test Conditions	Min	Typical	Max	Unit
FLASH Memory	Store fonts and images	-	-	16	MB
RAM Memory	Store variables	-	3584	-	BYTE

Fuente: <https://www.itead.cc/wiki/NX4827T043>

### 2.1.8.1 Nextion editor

Nextion editor es una plataforma digital en la que se puede programar la utilización y tareas que será capaz de realizar dicha pantalla, este programa contiene una gran cantidad de opciones prediseñadas para ser utilizadas, las cuales permiten tanto el envío como la recepción de variables, esto es una de las principales características que lo diferencian de las pantallas tradicionales, ya que la pantalla Nextion es capaz de generar sus propias variables y enviarlas a el dispositivo o máquina de control.

Ilustración 13: Nextion Editor



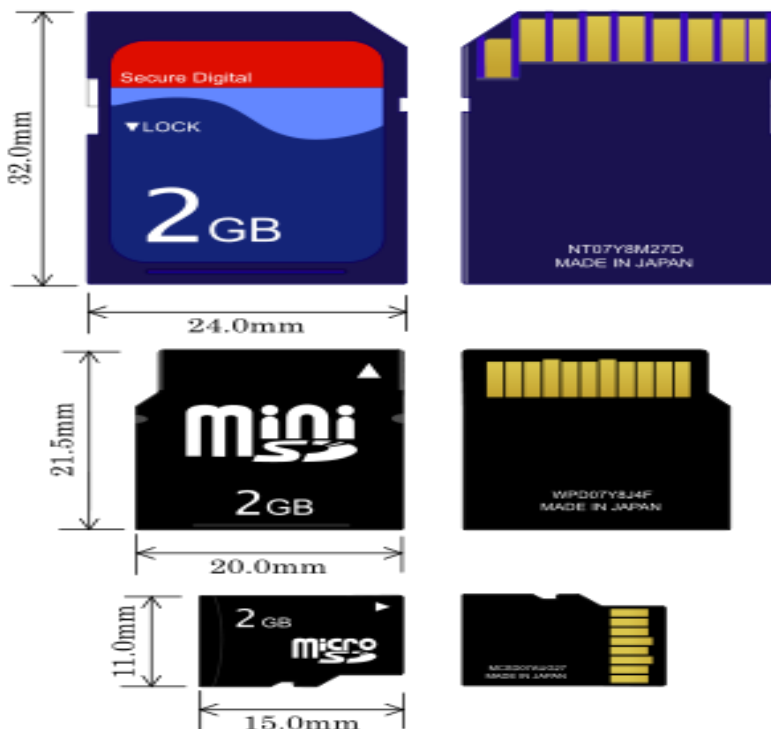
Fuente: elaborada por el autor

### 2.1.9 Memoria SD

Las memorias Secure Digital (SD) son básicamente memorias flash utilizadas en dispositivos portátiles. Se basan en un formato anterior llamado Multi Media Card(MMC). Sus dimensiones son 32 mm x 24 mm x 2.1 mm, un poco más gruesas que las MMC, y disponen de un interruptor lateral para evitar sobre escrituras involuntarias.

Existen variaciones de la tarjeta SD, que son MiniSD y MicroSD, también utilizadas en ranuras SD con un adaptador. Hay lectores que permiten que las tarjetas SD sean accesibles por medio de muchos puertos de conectividad como USB, FireWire y el puerto paralelo común, también son accesibles mediante una disqueteera usando un adaptador FlashPath. (Carbonelli et al., 2006)

**Ilustración 14: Memorias SD - Dimensiones.**



Fuente: (<http://www.muycomputer.com/2014/06/13/tarjeta-de-memoria-sd>)

En la Ilustración 13, se observa un ejemplo de memorias o tarjetas SD, MiniSD y MicroSD, con sus características en cuanto a las dimensiones actualmente en el mercado.

Algunas de las características más comunes de las tarjetas SD son mencionadas a continuación:

1. Alta velocidad de transferencia: 25 Mbyte/s
2. Voltaje de operación: 2.0 V - 3.6 V.
3. Temperatura de operación: de -25°C a 85°C.
4. Durabilidad: > 1.000.000 horas.
5. Peso: 2 gr.

6. Capacidad: 32 MB, 64 MB, 128 MB, 256 MB, 512 MB, 1 GB, 2GB, 4GB.
7. Para la escritura y lectura de los datos en la SD se hacen por bloques de bytes, desde 1 hasta 512 bytes.
8. Interruptor de protección de escritura.

### **2.1.10 Buzzer**

Este dispositivo es un transductor electroacústica que produce un sonido o “piti-llo” al ser alimentado con 5v. Este sirve para señalar o avisar un suceso en el sistema, puede ser una alerta de un funcionamiento inadecuado o una señal de aviso para realizar una acción.

Dentro de él se encuentra un electroimán y una lámina metálica de acero. Cuando se acciona, la corriente pasa por la bobina del electroimán y produce un campo magnético variable que hace vibrar la lámina de acero sobre la armadura, o bien, la corriente pasa por el disco piezoeléctrico haciéndolo entrar en resonancia eléctrica y produciendo ultrasonidos que son amplificados por la lámina de acero.

**Ilustración 15: Buzzer**



Fuente: <https://www.prometec.net/buzzers/>

### **2.1.1 Sensor Ultrasónico HC-SR04**

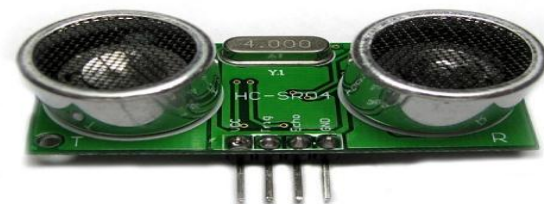
Es un dispositivo para medir distancias. Su funcionamiento se base en el envío de un pulso de alta frecuencia, no audible por el ser humano. Este pulso rebota en los objetos cercanos y es reflejado hacia el sensor, que dispone de un micrófono adecuado para esa frecuencia.

Midiendo el tiempo entre pulsos, conociendo la velocidad del sonido, podemos estimar la distancia del objeto contra cuya superficie impacto el impulso de ultrasonidos

Los sensores de ultrasonidos son sensores baratos, y sencillos de usar. El rango de medición teórico del sensor HC-SR04 es de 2cm a 400 cm, con una resolución de

0.3cm. En la práctica, sin embargo, el rango de medición real es mucho más limitado, en torno a 20cm a 2 metros.

**Ilustración 16: Sensor Ultrasonico**



Fuente: <http://www.crcibernetica.com/ultrasonic-range-finder-hc-sr04/>

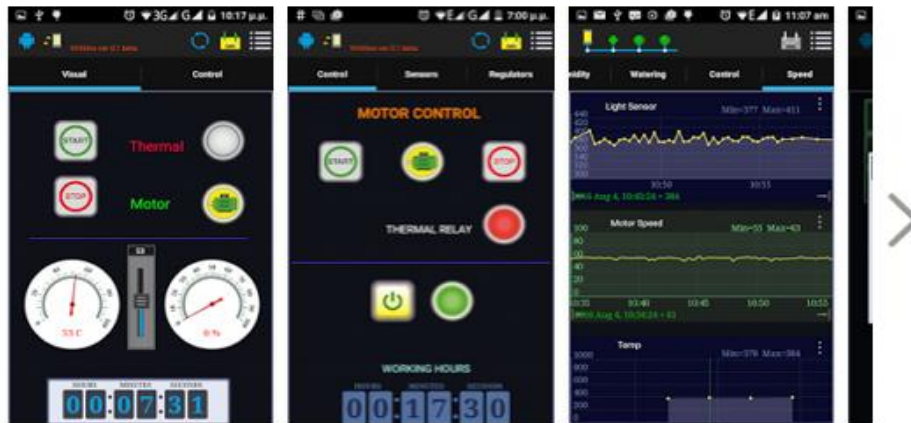
### 2.1.12 Virtuino

Virtuino es una aplicación para Android, que permite monitorear sensores por medio de Bluetooth, red Wi-Fi local o Internet. La app Virtuino es capaz de brindar el control a módulos de Bluetooth, Ethernet shield, ESP8266, SMS y también a servidores del tipo

Thingspeak.

Una de las principales características de la aplicación virtuino es que permite el control de varias placas de Arduino al mismo tiempo, esto es importante cuando se trabaja con múltiples dispositivos que requieran ser monitoreados.

**Ilustración 17. Virtuino**



Fuente: Play Store – Virtuino

Además, la aplicación Virtuino cuenta con una gran cantidad de componentes que le permiten mejorar el diseño y la forma en cómo se pueden presentar las variables recibidas, algunos de los ejemplos de estos componentes se muestran en la siguiente imagen:

Ilustración 18: Componentes de Virtuino



Fuente: Elaborada por el autor

Otra característica que hace de Virtuino una aplicación amigable y completa es la capacidad de enviar alertas si alguno de los datos monitoreados sobrepasa un rango preestablecido, dichas alarmas pueden ser sonoras o en forma de mensaje de texto vía SMS al celular.

## 2.2 MARCO DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS.

Lo que se busca en este proyecto es la automatización de un proceso productivo, el cual es el actual conteo y control de los galones de cloro en su etapa de empaclado. Para esto se requerirá la utilización de varios dispositivos electrónicos tales co-

mo: sensores, elementos de seguridad como alarmas visuales y sonoras, elementos de alimentación del sistema y dispositivos de transmisión de datos por Wifi, un panel o pantalla en donde se realice el control y monitoreo de datos, entre otros, los cuales deberán ser controlados por un dispositivo que gobierne su funcionamiento y les indique el momento y la forma en cómo deben funcionar.

El sistema de control deberá dirigir el accionar de cada una de las partes, de esta manera permita el funcionamiento en un momento específico de los sensores y los demás elementos que se utilizaran para la construcción del dispositivo.

Para la tarea de controlar el sistema el Arduino podría ser una eficaz y práctica herramienta por utilizar, es un micro controlador que le permite al usuario crear nuevos dispositivos o proyectos de forma libre, mediante la interface que crea entre los elementos en físico tales como sensores y la programación que se realiza en una plataforma con el mismo nombre. Según la página oficial de Arduino, “Arduino es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar”.

Su atractivo se basa en su simplicidad de uso y en el amplio rango de tareas y proyectos que se pueden desarrollar con el mismo, los cuales casi son limitados por la imaginación de usuario. Además, cuenta con múltiples tipos de comunicación como lo son la comunicación en paralela de 4 y 8 bits, la comunicación serial I2C, SPI, entre otras, que le permite conectarse con diferentes dispositivos al mismo tiempo, y además una gran cantidad de salidas y entradas de datos tanto analógicas como digitales que permite la interacción de diversos en elementos en un solo sistema.

También es importante contemplar la visualización de la información obtenida en un dispositivo, es por esto que se requeriría de la intervención de un elemento visual como lo es una pantalla del tipo HMI (Interface Hombre Maquina), para esta tarea se plantea la utilización de la pantalla de 7" marca Nextion, la cual es táctil lo que permitirá visualizar la información y el control de ciertas tareas. Esta pantalla es controlada por un programa de nombre Nextion Editor.

La elección de esta pantalla sobre otras se debe a lo simple de su comunicación con los diferentes dispositivos con los que envíe o reciba datos

### **2.3 ANTECEDENTES DE TEORÍAS O PROYECTOS**

Como se mencionó anteriormente, en la realización de este proyecto se buscará la fabricación de un dispositivo que permita principalmente dos cosas: el control de las etapas de la producción del producto y la calidad del mismo, la contabilización en tiem-

po real del producto terminado. Para esto se tomará en cuenta algunas compañías que realizan procesos similares para observar la forma en que realizan dichas acciones.

### **2.3.1 Autores consultados: coincidencias o discrepancias.**

#### **2.3.1.1 Coca Cola Company**

Coca Cola es una de las compañías más grandes y desarrolladas en el mundo, esta nació en 1886 cuando el farmacéutico John S. Pemberton quería crear un jarabe contra los problemas de digestión y acabo creando la fórmula de una de las bebidas más famosas de la historia.

Coca Cola se considera una de las compañías más grandes y productivas del mundo, según datos de la consultora Interbrand, es la más famosa del planeta con un grado de reconocimiento del 94% de la población mundial.

Según valores extraídos de la página oficial de Coca Cola, en la actualidad cuenta con más de 24 millones de puntos de venta en 200 países, vende 1.900 millones de unidades al día y da empleo a más de 71.000 personas.

Ya que se tiene estas ventas se entiende que la empresa Coca Cola debe empaquetar diariamente más de 1900 millones de sus productos para dar abasto a la demanda, y para hacerlo, cuenta con un sistema de control el cual permite maximizar la eficiencia con la que desarrollan dicha labor.

Ilustración 19: Proceso de envasado de Coca Cola

## Proceso de envasado





**1. Despaletizado:**  
Las cajas con botellas vacías provenientes del mercado son colocadas en una cinta transportadora de cajas.



**2. Desencajonado:**  
Las cajas con botellas vacías pasan por una desencajonadora, la cual extrae las botellas de la caja y las coloca en una cinta transportadora. Aquí se unirán, cuando sea necesario, con botellas nuevas provenientes del proveedor de vidrio (que habrán pasado por un control de recepción exhaustivo que confirma su aptitud para contener nuestras bebidas).



**3. Inspección Pre-lavado:**  
El operario de la lavadora realiza un control visual de botellas donde retirará todas aquellas que estén defectuosas, sean de otro modelo diferente al que se está llenando, estén muy sucias o con objetos en el interior de difícil extracción, o estén dañadas.

Fuente: Elaborada por la compañía Coca Cola, LA HISTORIA DE COCA-COLA, 2014.

<http://www.cocacolaespana.es/informacion/origen-coca-cola>

Ilustración 20: Proceso de envasado 2 de Coca Cola

## Proceso de envasado



### 7. Inspección de Post-Llenado:

Las botellas llenas y perfectamente tapadas son inspeccionadas para verificar que el nivel de llenado y contenido neto cumplen con lo especificado en los estándares de TCCC y la legislación aplicable vigente.

### 8. Codificado:

Una vez que se ha llenado el envase, éste es codificado en forma automática con la fecha de consumo preferente, línea de producción y día y hora de llenado.



### 9. Encajonado y Paletizado:

Las botellas ya llenas e inspeccionadas pasan por una encajonadora donde son colocadas dentro de las cajas. Estas cajas son posteriormente dispuestas en el palet.



### 10. Almacenaje:

Los palets son identificados y codificados y posteriormente son apilados ordenadamente protegidos bajo techo, a la espera de ser distribuidos por los camiones.

Fuente: <http://www.cocacolaespana.es/informacion/origen-coca-cola>

Como se observa en las figuras 4 y 5, se da a conocer el proceso que lleva la botella de Coca Cola desde que se llena hasta que se empaca, además se logra observar los procesos automatizados que permiten maximizar la eficiencia del proceso y controlar la calidad del producto terminado. De esta manera se observa un claro ejemplo de como un proceso de control automático puede mejorar la producción, y además mostrar que, al construir este tipo de dispositivos, se imitan las buenas practicas que grandes compañías reconocidas a nivel mundial ya están utilizando en sus procesos.

## **CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO**

## **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

### **3.1.1 Finalidad. Aplicada.**

El presente trabajo se clasifica según la investigación aplicada que “Es el estudio y aplicación de la investigación a problemas concretos, en circunstancias y características concretas (sic). Esta forma de investigación se dirige a su aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías”. (Daniel Behar Rivero, 2008, p.20) pues se diseñará un dispositivo electrónico para mejorar el control del proceso de producción de los galones de cloro presente en la empresa Irex de Costa Rica.

### **3.1.2 Dimensión temporal. Transversal.**

El presente trabajo tiene una dimensión temporal del tipo transversal, pues estudia el problema en un momento específico y en un periodo corto de tiempo, ya que “Se estudian los aspectos de desarrollo de los sujetos y variables a trabajar en un momento dado”. (Barrantes, 2002, p.64).

### **3.1.3 Marco. (Micro)**

El marco presente para este proyecto se declara micro, debido a que, para el campo por trabajar, solo se enfocará en atender una de las líneas de producción y no todo el sistema productivo o un problema de la empresa en general. Como indica Barrantes los clasificados como de campo “son estudios que se realizan en situaciones naturales y que permiten con mayor libertad generalizar los resultados a situaciones afines” (2002, p.65).

### **3.1.4 Naturaleza. (Cuantitativa o cualitativa).**

La naturaleza es de tipo cuantitativo debido a que a lo largo del proyecto se tomarán variables numéricas para la construcción y el desarrollo no solo del dispositivo sino también para comprender las variables de costos del sistema.

### **3.1.5 Carácter. Proyecto**

El carácter es del tipo proyecto, debido a que se requerirá la recopilación de los datos necesarios, la fabricación de un dispositivo, y la obtención de los datos que se generan en la fabricación del mismo.

### **3.1.6 Fuentes de Información**

En el presente proyecto se utilizaron la entrevista y la observación como métodos de recolección de datos, para esto se visitó la empresa para ver el proceso y funcionamiento actual del sistema de producción del cloro, además de conversación con diferentes encargados de la producción y control de la misma para obtener la información requerida.

#### **3.1.6.1 Entrevista**

La entrevista realizada fue del tipo estructurada debido a que fue hecho con base en preguntas previamente elaboradas para revelar los aspectos más relevantes y requeridos para el desarrollo de este proyecto.

En dicha entrevista se abordaron temas como, el sistema actual presente en la producción del cloro, la eficiencia con la que se desarrolla este, el problema presente en el control de la producción, y las posibles formas de cómo dar le solución al mismo, así como otros temas que especifican los alcances deseados para el desarrollo de este proyecto y los requerimientos con los que deberá contar el dispositivo por fabricar.

### **3.1.6.2 Observación**

Para esta etapa del proyecto se acordó una visita a la línea de producción del cloro, donde se observó las diferentes etapas que conlleva la fabricación de este producto y el control y almacenaje del mismo una vez terminado.

Mediante este proceso de observación se logró entender el problema real que presenta la línea de producción y los efectos negativos que conlleva, además logra plantear las posibles soluciones y métodos por aplicar para corregir estos aspectos negativos y a su vez mejorar el proceso de producción.

## **3.2 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.**

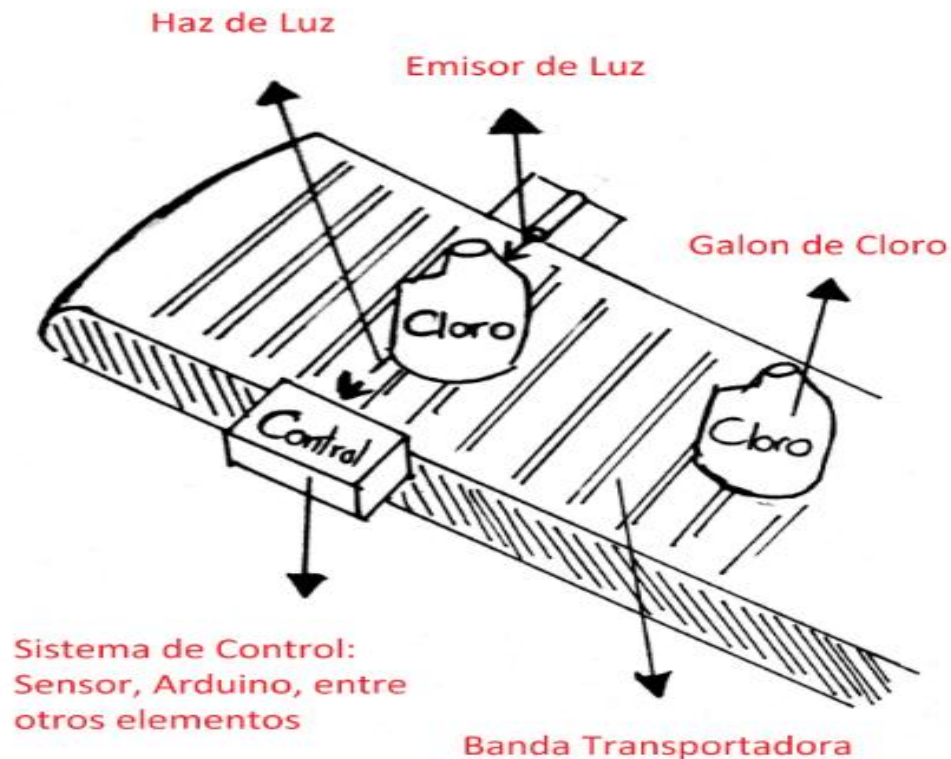
Para la realización de este dispositivo se espera concluir con tres aspectos: la fabricación de un dispositivo de control, la implementación de una pantalla que muestre las variables de interés y la utilización de una app en Android, debido a que actualmente es el sistema de mayor número de usuarios, el cual permita acceder a la información de dichas variables mediante la utilización de un dispositivo móvil, para esto es necesario utilizar una serie de elementos que permita desarrollar estos aspectos.

### **3.2.1 Dispositivo de Control**

Para lograr la creación de este dispositivo se requiere de elementos como sensores, fotorresistencias, emisores de luz, algunas resistencias, cableado y un controlador que los dirija.

Mediante la utilización del Arduino Mega 2560 se espera captar los datos obtenidos del sensor (fotorresistencia), el cual recibirá constantemente una señal luminosa proveniente del emisor de luz, en el momento en el que los galones de cloro se interpongan frente a este haz de luz el sensor enviará una señal al Arduino, el cual lo interpretará como un pulso que representa el conteo de un galón de cloro. También mediante programación y cronómetros internos diseñados en el sistema se establecerá si la velocidad de la banda es la adecuada o no, y el tiempo que transcurre, para obtener una relación de cantidad de producto por hora.

Ilustración 21: Sistema de control



Fuente: elaborada por el autor

### 3.2.2 Visualización de variables

Para permitir visualizar las variables en tiempo real del proceso de producción es requerido un dispositivo que permita extraer las variables obtenidas por el sensor y almacenadas por el Arduino y presentarlas de forma entendible y visible al que requiera conocerlas. Para esto se requerirá de una pantalla que le permita al usuario interactuar y conocer la información generada en el proceso. Existen distintos tipos de dispositivos que podían cumplir con dicha tarea, no obstante, se utilizaría la pantalla Nextion de 4.3 pulgadas, debido a su simplicidad de programación y manejo.

La forma en la que se realizaría esta sección es obteniendo los valores del sistema de control, enviándolos a la pantalla mediante comunicación de tipo UART (Universal asíncrono receptor transmisor), que es una comunicación asincrónica entre el receptor y el transmisor, de esta manera este tomará dichos datos y los introducirá en un programa previamente establecido para que puedan ser visualizados cuando sean requeridos

**Ilustración 22: Pantalla**



Fuente: <https://nextion.itead.cc/index.html#home>

### **3.2.3 Aplicación en Android (App)**

El último paso requeriría la utilización de un Aplicación Android en la cual se tomen datos de las variables previamente obtenidas de un módulo de comunicación Wifi, el que permita él envió de dichos datos y la actualización constante de los mismo en la app establecida, de esta manera permita observar las diferentes variables mediante la utilización de un dispositivo móvil

### **3.3 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO.**

Al implementar este proyecto en la empresa Irex para el área de producción de cloro, el empleado del control de la producción será también el encargado de darle seguimiento y monitorear que el dispositivo desempeñe la labor establecida. No obstante, este solo se encargará de velar por el correcto funcionamiento del dispositivo, ya que tanto a la pantalla como a la app tendrán libre acceso los funcionarios que requieran conocer los datos diarios de producción y la eficacia de la línea empacadora de cloro.

En caso de duda se puede realizar un monitoreo del funcionamiento del dispositivo, para esto el operario a cargo deberá comprobar la cantidad de cajas con galones de cloro al finalizar el día con el valor obtenido por el dispositivo, si el dato es el mismo se puede asegurar que la maquina está funcionando de manera óptima.

Es importante resaltar que el proyecto tendría un periodo de prueba previo a su implementación directa en el proceso, de esta manera se lograría evitar posibles altercados con el mismo que podrían entorpecer la producción y representar pérdidas económicas para la empresa, además se dispondrá de personal que se encargue de realizar la evaluación pertinente para determinar si el proyecto es viable y si es posible su implementación sin producir efectos negativos.

Los riesgos en la implementación de este proyecto son mínimos, debido a que el dispositivo es independiente al sistema de producción, por lo tanto, si este dejara de funcionar la producción no se detendría, no obstante, existe el problema que si el sistema dejase de funcionar se perdería el conteo en tiempo real y no sería posible obtener un dato exacto de la producción de ese día. Para solucionar este dato el empleado

a cargo deberá realizar el conteo de producto manual (de la misma forma en que se realiza actualmente) e ingresar el dato en el sistema para mantener el registro de producción diaria (esto solo debería suceder en caso de que el dispositivo deje de funcionar, requiera actualizarse o algún tipo de mantenimiento).

## Plan detallado de implementación actividades del proyecto.

Objetivo General	Objetivos Especificos	Variables	Fuentes y sujetos	Actividades/ Herramientas
Implementar un dispositivo de conteo y control de producto para mejorar la producción de los galones de cloro en el área productiva o de ensamblaje de la empresa Irex de Costa Rica, durante el II y III cuatrimestre del año 2017.	Analizar el sistema actual que presenta la planta de productiva de galones de cloro en Irex de Costa Rica, para el conteo y control del producto final.	Producción diaria de cloro.  Cantidad producida de cloro por hora.  Cantidad de encargados para el control del proceso	Valores contabilizados de la producción.  Valores de tiempo cronometrados, comparados con la cantidad de producto.	Vistas guiadas a la línea de producción.  Mediciones de tiempo y cantidad de galones de cloro.
	Diseñar y construir un dispositivo que permita contabilizar y controlar de forma automática el proceso final de la producción del cloro.	Características de los elementos, según su utilización.  Normativas de seguridad para el diseño del dispositivo.	Páginas de internet y proveedores de elementos electrónicos y mecanismos.  Manual de propiedades de los elementos.  Normativas de seguridad de la empresa para fabricación de dispositivos.	Cotización de productos según su necesidad y costo.  Investigación previa de los elementos que mejor se adapten a las necesidades del proyecto.  Consulta de posibles normas de seguridad en la empresa.
	Implementar una pantalla de control y mando, que permita visualizar las variables de importancia en la producción del cloro.	Costo  Funcionabilidad  Manipulación	Páginas de internet y proveedores de elementos electrónicos y mecanismos.  Manual de propiedades de los elementos.	Cotización de productos según su necesidad y costo.  Investigación previa de los elementos que mejor se adapten a las necesidades del proyecto.
	Utilizar una aplicación en Android que pueda interactuar con el dispositivo, con la que el personal de la empresa sea capaz de obtener los	Requerimientos  Nombre de dominio	Datos consultados con personal encargado de la empresa, para conocer los elementos y	Consultoría al personal de la empresa.  Investigación previa de los

	valores de producción.	Interacción con el dispositivo	datos que requieren para el desarrollo de la web  Comunicación entre el dispositivo y la web mediante él envió de datos con dispositivo Wifi.	elementos que mejor se adapten a las necesidades del proyecto.
	Evaluar el grado de beneficio real para la compañía según el costo y la eficiencia obtenidos al implementar este proyecto.	Beneficio	Informe sobre las pruebas realizadas sobre el equipo	Coordinación de pruebas y revisión de resultados

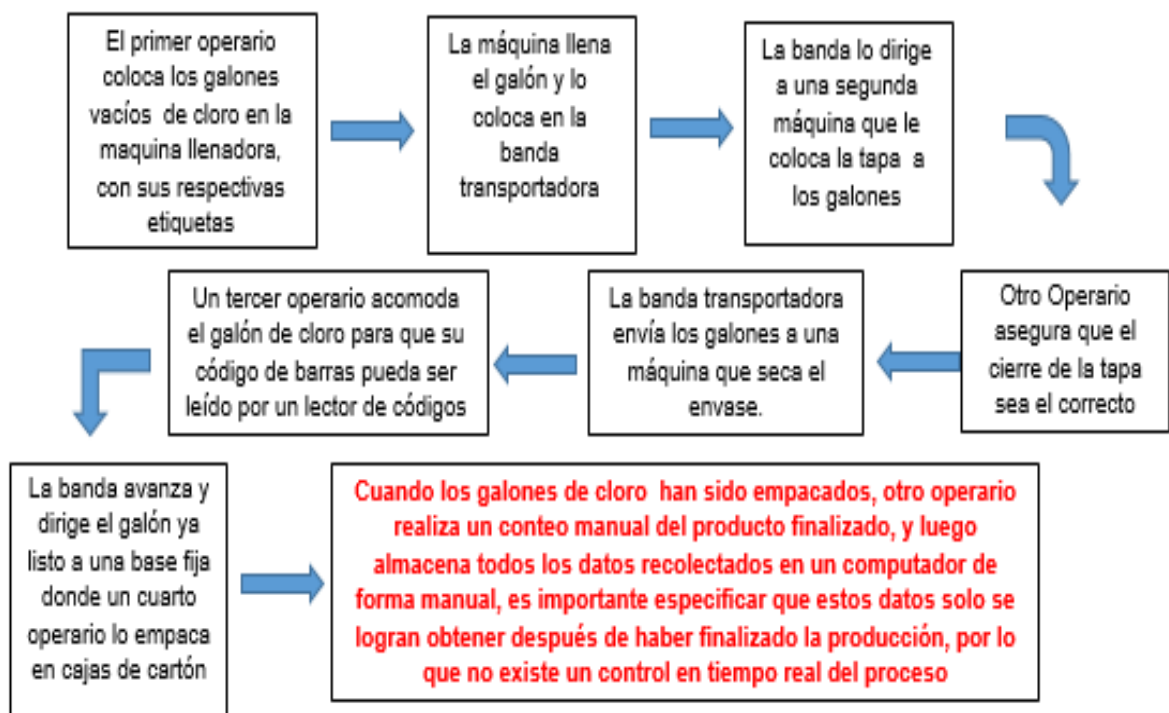
## **CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO.**

#### 4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

Mediante varias conversaciones con representantes encargados de velar por las líneas de producción, se pudo determinar que es debido al control humano existente que no se ha logrado realizar tareas como contar en tiempo real el producto o conocer las variables de funcionamiento de la máquina, porque estas son tareas que un humano no es capaz de realizar sin la ayuda de un instrumento o dispositivo especializado para el caso, y según los datos obtenidos por estos encargados, realizar dichas tareas podría representar para la empresa una mejora notable en su productividad e incluso una merma en el gasto de la producción.

El funcionamiento del sistema actual en la línea de producción de cloro se presenta en el siguiente diagrama:

Ilustración 23: Diagrama del sistema actual



Fuente: Elaborada por el autor

Este proyecto enfatizará la última sección del diagrama, específicamente el área del conteo y control del producto final, esta situación que se muestra en la ilustración 19 permite determinar la problemática presente, la cual se debe al proceso manual con el que se realiza dicha tarea.

#### **4.2 RECOLECCIÓN DE DATOS, CARACTERÍSTICAS, PROTOTIPO.**

Basado en la recolección anterior de datos y los requerimientos necesarios para darle solución a dicho problema, se pretende realizar dos etapas:

La primera etapa estará enfocada en el reemplazo del sistema actual de control y conteo del producto, se pretende diseñar un dispositivo que permita realizar la función del encargado de control, pero de forma más eficiente y detallada, y a su vez introducir algunas alertas de seguridad que permitirían detectar posibles fallos en el proceso, lo cual actualmente no existe.

La segunda etapa se enfocará en la parte de transmisión de información, se implementará una pantalla que permita mostrar los datos requeridos de la producción en progreso al personal presente, y también esos mismos datos serán compartidos a una aplicación para Android.

Según lo mencionado antes, en la Ilustración 23 se muestra el funcionamiento en diagrama de bloques del prototipo por construir:

Ilustración 24: Diagrama de bloques del prototipo a construir



Fuente: Elaborada por el autor

Como se puede observar la información es recopilada por sensores que envían dicha información al Arduino, el cual la procesa y envía una respuesta u orden al resto de los elementos, las que, como: en el caso del panel de control, que es un dispositivo táctil, toma la información y la presenta, además activa las alarmas según lo considere necesario su programación previa. Toda la información es compartida mediante un módulo de Wifi a una base de datos en donde se almacenaría para luego ser presentada en una página web.

## **CAPÍTULO V: RESULTADOS OBTENIDOS**

## 5.1 DESCRIPCIÓN

En esta sección se comenzará a describir la propuesta del sistema, iniciando por el hardware del módulo, en el que cada uno de los circuitos internos será analizado individualmente, y se detallará el papel que cumpla en el sistema.

En la sección de anexos se pueden encontrar los diagramas completos de todos los circuitos, en vista de que en los siguientes apartados se mostrarán las secciones separadas con el fin de discutir las cada una individualmente.

Al concluir con la exposición de lo que es el *hardware* del proyecto, se procederá con el siguiente apartado que trata sobre la programación que lleva dentro cada etapa de Arduino, además de la programación la pantalla Nextion y su incorporación. También se mostrará el diseño e implementación de una base de datos acompañada por una app en Android.

## 5.2 Hardware

El contenido de esta sección irá enfocado a la explicación de cada uno de los circuitos que integran los módulos y por esto se hará un paso a paso y, de ser pertinente se explicarán individualmente y al final se hablará de la interacción entre ellos.

### 5.2.1 **Hardware (circuito) localizado y controlado por Arduino Mega.**

Para esta etapa se realizará el conteo de botellas, para ello se colocarán dos secciones de control, las que realizarán el debido conteo, y se compararán sus resultados para elevar la precisión del dato obtenido, el que será enviado al Arduino permitiendo realizar diferentes acciones según lo censado.

Los componentes seleccionados para esta toma de datos son:

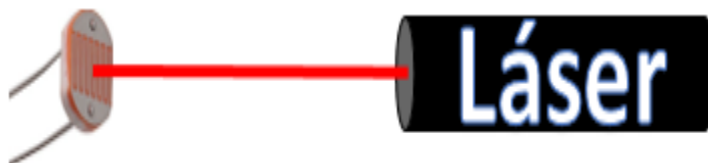
- Fotorresistencias
- RTC
- Interruptores (simulan la señal envía por maquinaria de la línea de producción)
- Bocina
- Sensor Ultrasónico
- Módulo de Wifi ESP8266
- Regulador de voltaje 7806(Batería para alimentación de 9V)
- Resistencias-Led
- Pantalla Nextion

El paso siguiente será la explicación de la función que realizaran dichos componentes en el circuito generado para este prototipo.

### 5.2.1.1 Fotorresistencias

Irán conectadas a las entradas A0 y A1 del Arduino, ya que estos generan valores de tipo analógico; Debido a que la fotorresistencia tiene la función de un interruptor, se conecta de la misma manera: uno de sus extremos a la alimentación de +5V provenientes de la placa Arduino y el otro al pin A0 o A1 y luego hacia una tierra común de la misma placa de Arduino. Cada fotorresistencia permanecerá en estado activo (se encuentran con una entrada de luz láser constante) y al interrumpirse la señal (no se percibe luz láser) el Arduino entenderá este dato como un conteo de producto y lo almacenará en una variable establecida, para luego ser mostrado en la pantalla Nextion.

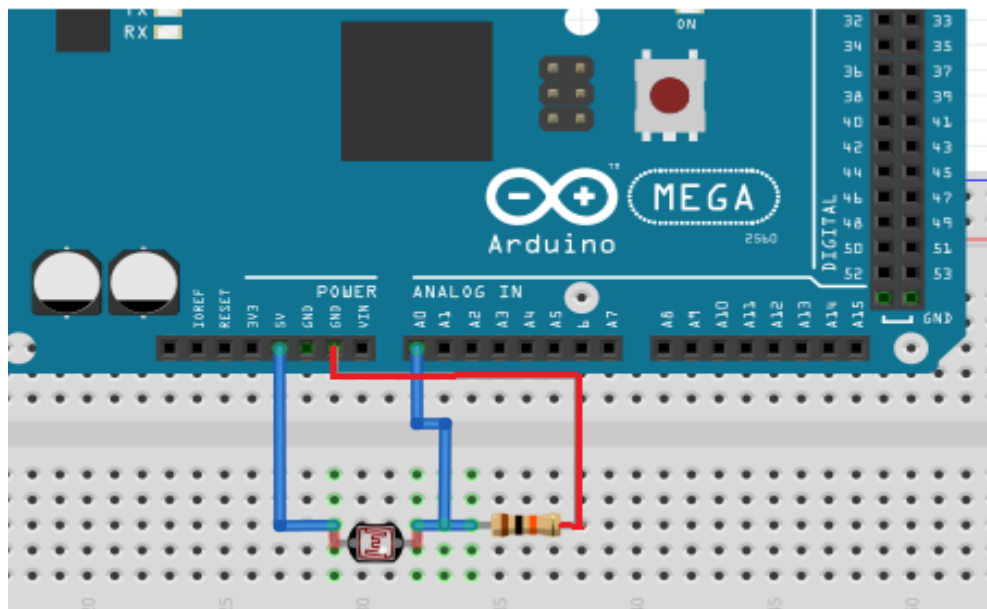
Ilustración 25: Entrada Constante de luz



Fuente: elaborada por el autor

Por su parte, la conexión física del sensor de pulso, con su microcontrolador Arduino es de esta manera:

**Ilustración 26: Fotorresistencia - Arduino**



Fuente: elaborada por el autor

### 5.2.1.2 RTC ds3231

La función que cumplirá este módulo es la de indicar al Arduino y a la pantalla la hora, fecha y día exactos y trabajar con dichos elementos para realizar acciones y establecer el momento real en el que sucede cada evento.

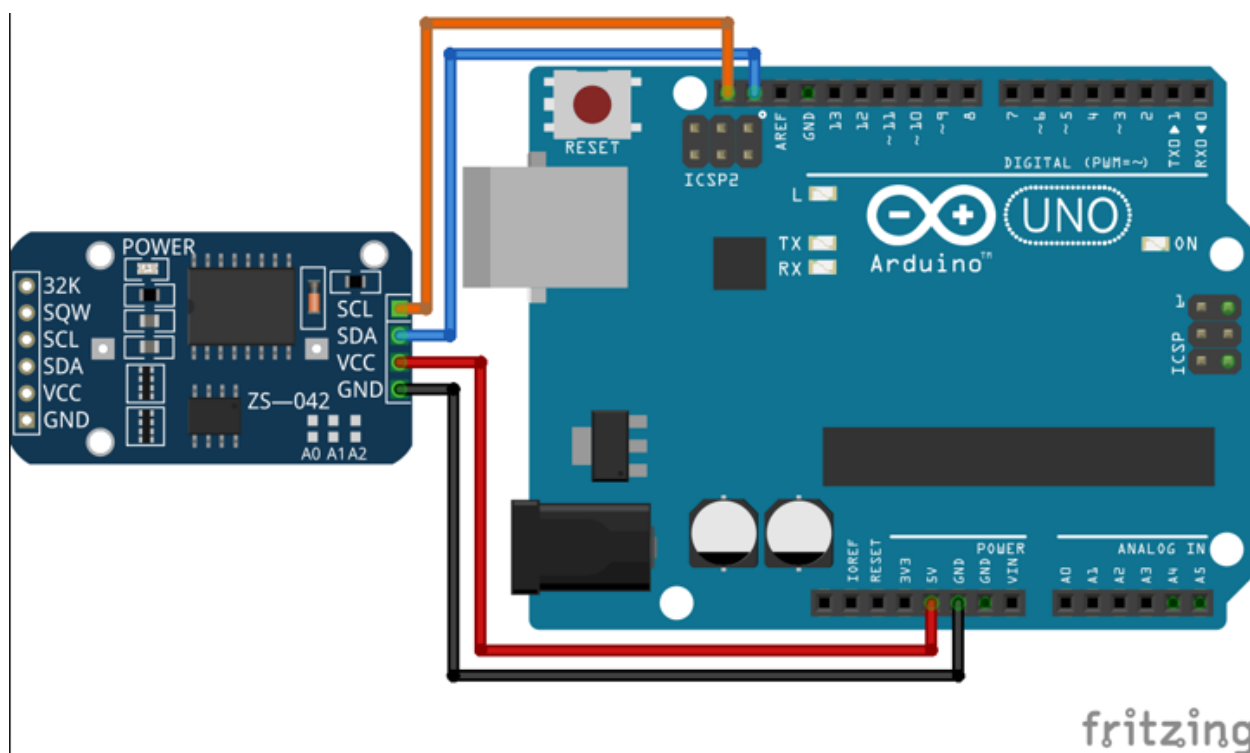
Para este módulo la conexión para su respectiva alimentación se hará colocando la terminal negativa hacia la tierra en común de la placa Arduino y su terminal positiva en +5V, debido a que su comunicación es de tipo I2C se conecta sus pines SDA y SCL respectivamente a los del Arduino para realizar la movilización de datos.

Ilustración 27: Conexión RTC – Arduino Mega

Vcc	—	5v Arduino
GND	—	GND Arduino
SCL	—	SCL Arduino
SDA	—	SDA Arduino

Fuente: elaborada por el autor.

Ilustración 28: RTC – Arduino



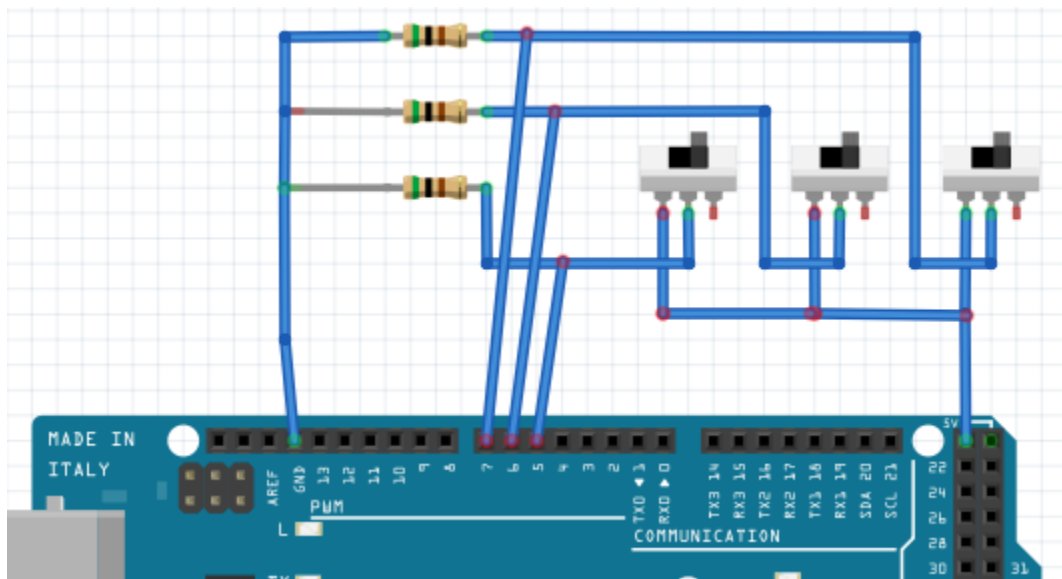
Fuente: Fritzing

### 5.2.1.3 Interruptores

Para este proyecto se deben tomar en cuenta tres máquinas que trabajan en la línea de producción del cloro, la máquina llenadora, la secadora y la tapadora, y el dispositivo no debe funcionar si alguna de estas no se encuentra operando. Para simular la señal que indique que dichas máquinas están encendidas se utilizará tres interruptores, estos representaran el encendido y apagado de dichas máquinas y enviarán una señal al Arduino el cual la interpretará como la activación de las mismas para proceder con su función de conteo.

Las conexiones de los interruptores son:

Ilustración 29: Interruptores – Arduino



Fuente: elaborada por el autor

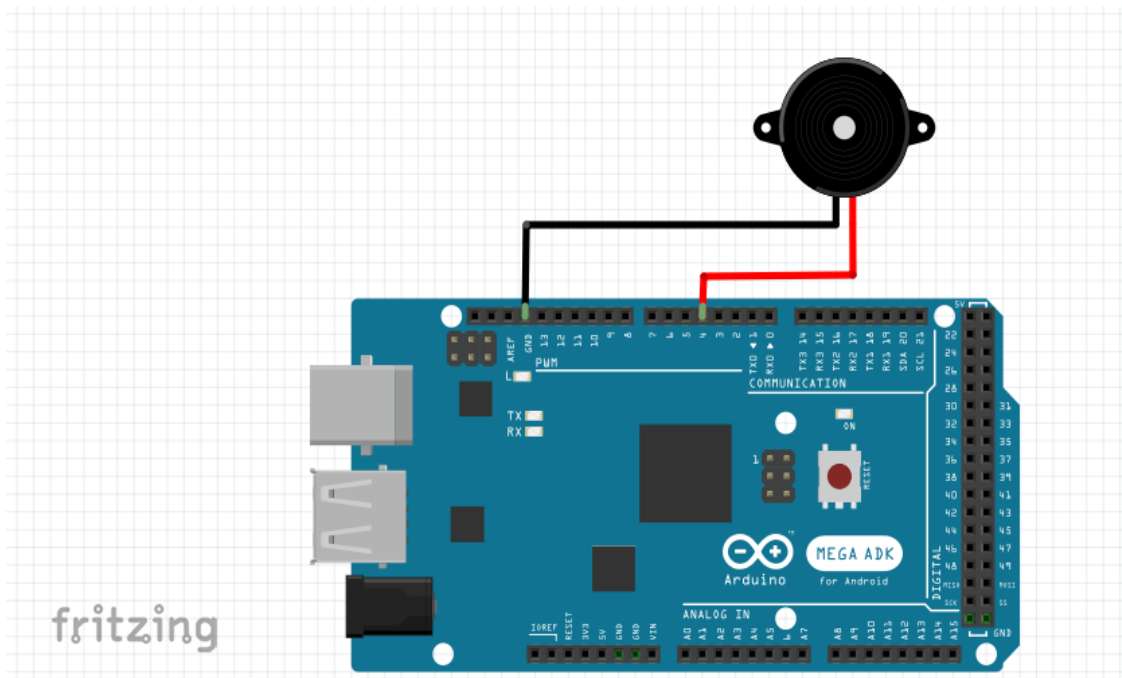
### 5.2.1.4 Bocina

El trabajo de la bocina es posibilitar la alarma sonora, por lo tanto, en el momento en el que el sistema trabaje de forma inadecuada esta se activa, alerta al usuario y le indica que existe un error que se debe corregir, según la programación que presenta el sistema.

Este componente tiene dos terminales, uno es el Vcc que en este caso será de datos, conectado a pin cuatro del Arduino y por ende su otro pin negativo ira hacia la tierra en común del circuito controlador.

Ilustración 30: Bocina – Arduino

Fuente:

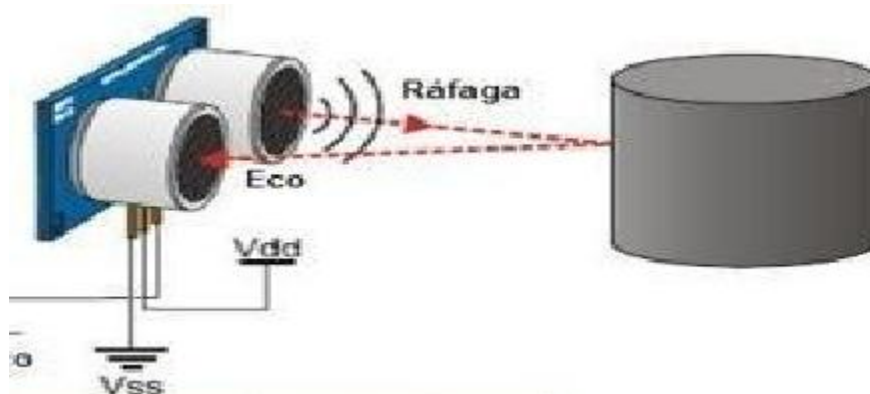


Elaborada por el Autor

### 5.2.1.5 Sensor Ultrasónico

La función de este sensor es la de detectar posibles obstrucciones en el área de censado, de esta manera si se detecta durante más de 5 segundos una obstrucción frente a él no solo no se realiza el conteo, sino que además detiene el dispositivo, envía alarma visual y auditiva y muestra en pantalla un anuncio con la palabra “obstruido”.

Ilustración 31: Bocina – Arduino



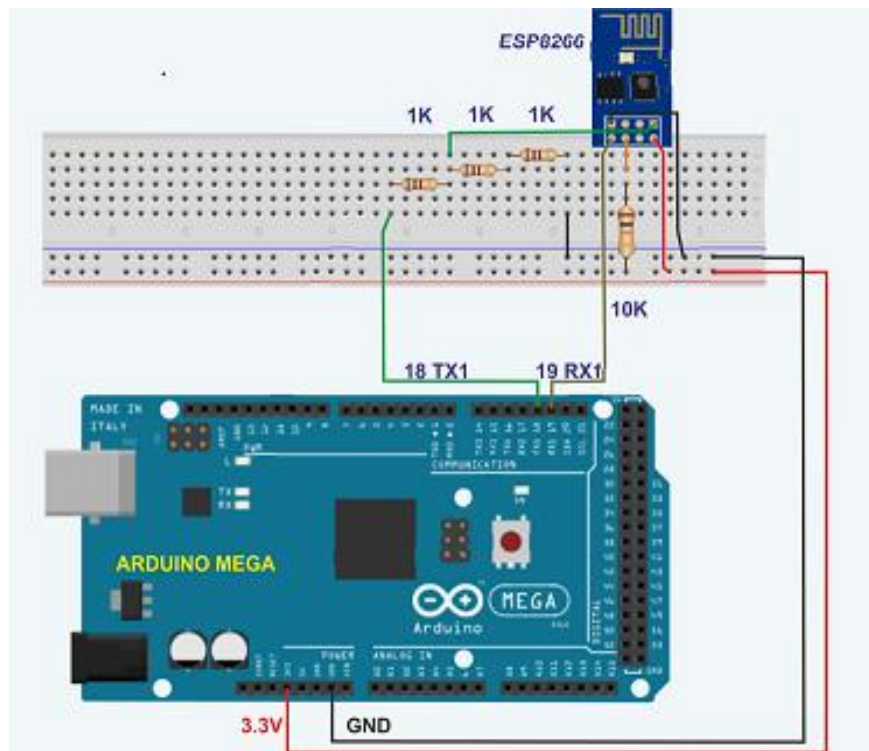
Fuente: <http://www.hubot.cl/products-page-2/sensores/sensor-ultrasonico-hc-sr04/>

### 5.2.1.6 Módulo de Wifi ESP8266

Mediante comandos AT este módulo conecta al Arduino con la aplicación Virtuino, dicha aplicación le solicita cada tres segundos, las variables de cantidad por minuto, por hora y cantidad total, además de las alertas y valores de producción.

La conexión del módulo con el Arduino es la siguiente:

Ilustración 32: ESP 8266 -Arduino



Fuente: Fritzing

El módulo de Wifi permite la conexión del Arduino a la red, para ello se requiere de la IP del modem utilizando, junto con el nombre de usuario y la contraseña. Para este proyecto se utilizó la señal *wifi* que otorga un teléfono celular, utilizando la dirección IP: 192.168.43.190, la cual tiene como nombre de usuario "Alontry", y como contraseña: "Aldair13". Es importante conocer que si se altera la red wifi al utilizar estos datos cambiarán y deberán ser actualizados para que el módulo sea capaz de conectar con la red.

Al conectarse con una dirección IP específica, el módulo es capaz de enviar o recibir datos, lo cual facilita el flujo de información dentro de una misma red wifi para poder interactuar con la aplicación Virtuino.

#### 5.2.1.7 Resistencias - Led

Las resistencias son en gran medida empleadas para mantener, proteger o disminuir ciertos valores de entradas a componentes.

Los *leds* son los más oportunos y fáciles de interpretar, ya que están destinados a indicar cuando algo cambia de estado o se encuentra normal; en dicho caso, el usuario debe saber cuándo será normal que encienda o apague y al realizar alguna de estas funciones entender el porqué de su cambio.

En este prototipo se empleó *leds* verdes para indicar que los interruptores están encendidos, y como alarma luminiscente en caso de falla en el sistema, para esto el led ocupa cierta corriente proporcionada desde el Arduino, para que este no se demande más corriente de la que soporta, esta será medible y medida constantemente como se muestra a continuación.

$$I_{LED} = (V_{in} - V_{LED}) / R$$

Ecuación 1: Cálculo de Corriente del LED

**Donde:**

- $I_{LED}$ : corriente que atraviesa el LED.
- $V_{in}$ : voltaje que alimenta tanto al LED como a la resistencia.
- $V_{LED}$ : voltaje que cae en el LED cuando está encendido.

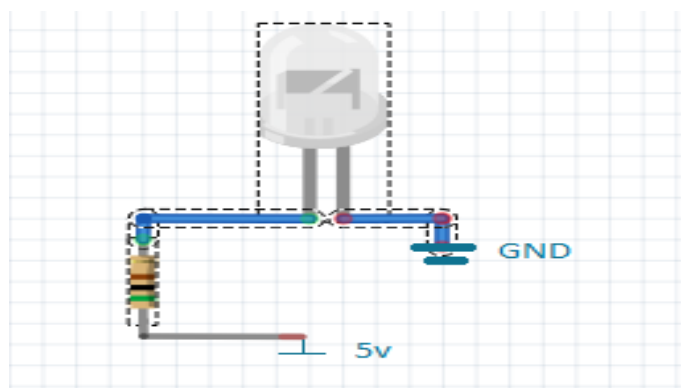
- R: resistencia en serie con el LED.

Solución:

$$I_{LED} = (5V - 3.7V) / 470\Omega = 2,8mA$$

En este caso el led empleado es de color Azul, y el voltaje para su óptima operación es 3.7V.

Ilustración 33: Leds – Arduino



Fuente: Elaborada por el Autor

### 5.2.1.8 Pantalla Nextion

La función de este dispositivo del tipo HMI es la de mostrar la información procesada por el Arduino, en este proyecto permite visualizar las variables del conteo total en tiempo real, el conteo por minuto y por hora, y la velocidad a la que se trabaja, además de las variables de fecha y hora proporcionados por el módulo RTC.

La conexión de esta pantalla tiene una comunicación en serie, por lo que se debe conectar los pines RX y TX con su contraparte en el Arduino, y su alimentación se obtiene de los +5V de la placa Arduino y del GND.

**Ilustración 34: Conexión Pantalla Nextion – Arduino**



Fuente: elaborada por el autor

### 5.3 Desarrollo del Software

En este espacio, abordará todo lo relacionado con el diseño y aspectos de programación tanto de los componentes como del Arduino Mega, dando a conocer los puntos relevantes de la programación y los diagramas de flujo con los que se diseñó.

#### 5.3.1 Programación para el conteo

Para la realización del conteo de botella se utilizan dos fotorresistencias como sensores de luz, la señal de ambos es procesada por el Arduino y se realiza un promedio para de la cantidad de señales censadas para minimizar el posible error de conteo que pudiera existir.

Para ello se establece que cada vez que los sensores reciban una señal analógica por encima de los 800nm el dispositivo no realizará ninguna acción, debido a que significa que no hay ningún objeto frente al sensor (no hay galón por contabilizar), por otra parte, si el sensor detecta una señal analógica por debajo de los 800nm el programa aumentará en uno (contará) las variables de conteo total, conteo por hora y conteo por minuto.

Véase lo anterior en la siguiente ilustración que pertenece a un fragmento del código de Arduino:

**Ilustración 35: Programación Contador**

```

if (sensorValue_1 > 800) {}
else
{
  conta_1++;
  conta_s_1++;
  conta_m_1++;
}

+++++

if (sensorValue_2 > 800) {}
else
{
  conta_2++;
  conta_s_2++;
  conta_m_2++;
}

```

Fuente: elaborada por el autor

Al obtener datos provenientes de dos sensores es necesario comparar ambos, ya que representaran la entrada de galones de cloro a la banda y la salida de los mismo, de esta manera se puede conocer el cuanto galón se produjeron con respecto a los que entraron en la banda y cuantos salieron defectuosos. Como se observa en la ilus-

tración 36, las variables de conteo de los sensores son “conta\_1” y “conta\_2” y serán mostrada en pantalla y enviada a la aplicación para ser visualizada.

Ilustración 36: conteo de entrada y salida .

```
virtuino.vMemoryWrite(0, conta_1);  
virtuino.vMemoryWrite(1, conta_2);  
ProTotal.setValue(conta_1);  
ProTotal.setValue(conta_2);
```

Fuente: elaborada por el autor.

### 5.3.2 Programación de la pantalla Nextion

La utilización de la pantalla Nextion consta de dos partes: la programación del Arduino para poder comunicarse con la pantalla, y el diseño visual.

La pantalla Nextion se comunica con el Arduino por un puerto serial, de esta manera le permite recibir y enviar datos según se le demande. Para este proyecto, sobre la pantalla solo se recibirán datos, ya que es lo que se requiere, y para lograr dicha acción es necesario establecer las siguientes líneas de programación:

1. Se establecen los *include* que se utilizan para introducir fragmentos de las librerías o inicializar la librería completa dentro del programa de Arduino

```
#include <Nextion.h>
```

```
#include <NexText.h>
```

```
#include <NexNumber.h>
```

```
#include <NexConfig.h>
```

```
#include <NexButton.h>
```

2. Se deben establecer el nombre de las variables tanto de la pantalla como del Arduino, y establecer una equidad para cada una, de esta manera, al obtener un valor en una variable proporcionada por el Arduino esta se puede igualar a una dada por la pantalla y así transmitir el mismo valor para dos variables establecidas. Lo anterior se realiza de la siguiente manera:

```
///CONTROL:
```

```
NexNumber ProTotal = NexNumber(0,6,"ProTotal");
```

```
NexNumber VelMaq = NexNumber(0,8,"VelMaq");
```

```
NexNumber GalxHor = NexNumber(0,7,"GalxHor");
```

```
NexNumber GalxMin = NexNumber(0,9,"GalxMin");
```

```
//RELOJ:
```

```
NexNumber dia = NexNumber(0,9,"day");
```

```
NexNumber mes = NexNumber(0,8,"month");
```

```
NexNumber aho = NexNumber(0,4,"year");
```

```
NexNumber hora = NexNumber(0,5,"hour");
```

```
NexNumber minuto = NexNumber(0,10,"minute");
```

```
NexNumber segundo = NexNumber(0,21,"seconds");
```

Como se observa en todas las líneas existen dos variables igualadas, las de la izquierda, que representa el nombre con el que el Arduino reconoce las variables y las de la derecha que es el nombre con el que la pantalla las registra.

3. En la función “setup ()” se debe inicializar la pantalla para que pueda ser utilizada cuando sea requerida, para esto se utiliza el siguiente comando:

```
nexInit ();
```

4. Por ultimo para establecer el valor de la variable que va a ser enviada se utilizan los siguientes comandos, para presentar el valor del conteo por minuto, por hora y total, valores que se registran y se establecen de la siguiente manera, para luego ser sustituidos o igualados a los valores de las variables de la pantalla.

```
GalxMin.setValue(conta_s);
```

```
GalxHor.setValue(conta_m);
```

```
ProTotal.setValue(conta);
```

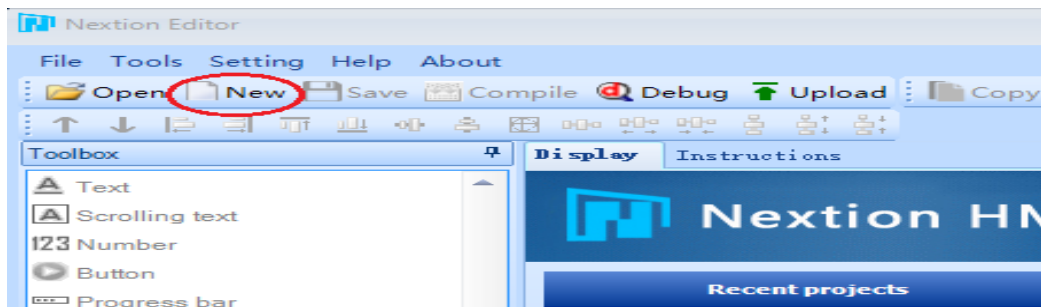
### 5.3.3 Programación de Nextion editor

Para lograr el diseño visual en la pantalla es necesario utilizar un programa llamado Nextion editor, en el cual le permite al usuario mediante diferentes herramientas darle la apariencia y características deseadas.

Los pasos por seguir para el diseño visual de la pantalla son los siguientes:

1. Se inicia un nuevo proyecto:

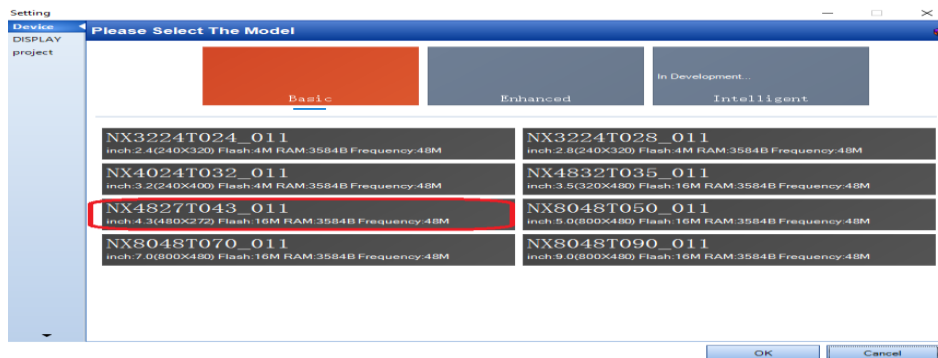
**Ilustración 37: Nextion editor #1**



**Fuente: elaborada por el autor**

2. Se selecciona el tipo de pantalla que se va a utilizar, en este caso se utilizó la NX4827T043\_011:

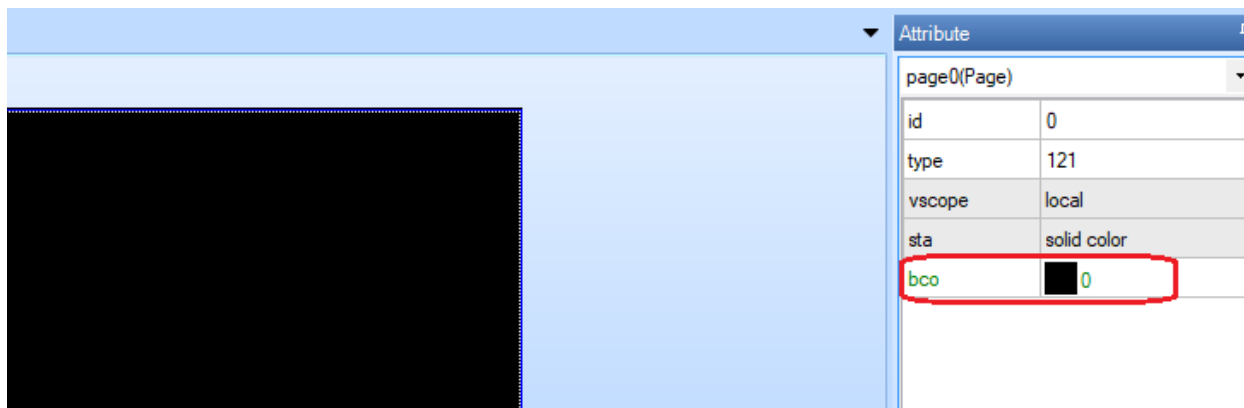
**Ilustración 38 Nextion editor #2**



Fuente: elaborada por el autor

- Se le coloca un fondo de color negro a la pantalla, cambiando de color negro a blanco en el área de atributos:

Ilustración 39: Nextion editor #3



Fuente: elaborada por el autor

- Para colocar una variable textual, se busca en la caja de herramientas la opción "text" y se configura dándole un ID, "objname", color, y agregando un texto sobre la misma:

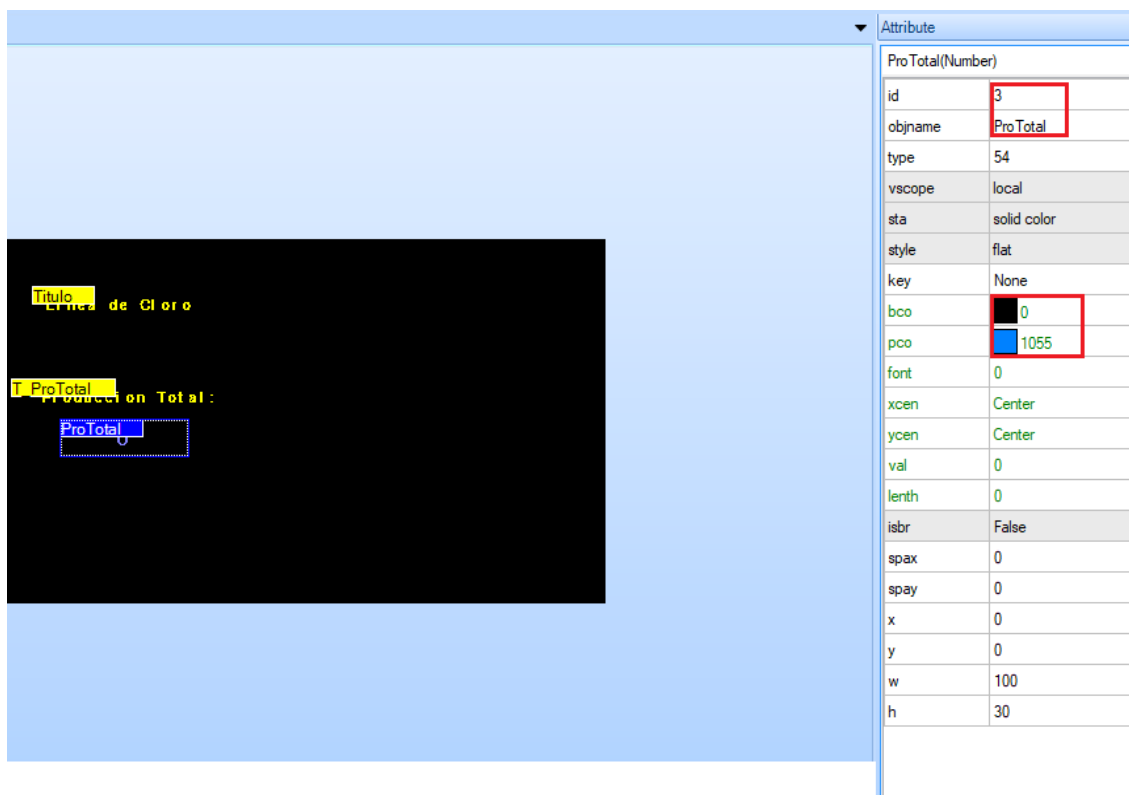
Ilustración 40: Nextion editor #4



Fuente: elaborada por el autor

- Para agregar una variable numérica como lo son conteo por minuto, por hora y conteo total, se debe busca en la caja de herramientas la opción “*Number*” y configurar el nuevo ID, *objname*, y color:

Ilustración 41: Nextion editor #5



Fuente: elaborada por el autor

6. Para este proyecto solo se requerirán variables numéricas y textuales por lo tanto repitiendo estos pasos se puede dar el acabado final en el diseño visual. Véase en la ilustración el diseño final con el que trabaja la pantalla:

Ilustración 42: Nextion editor #6



Fuente: elaborada por el autor

#### 5.3.4 Programación de ESP 8266

Como se mencionó anteriormente el módulo de Wifi funciona con comandos AT, y es necesario configurar lo previamente para lograr su correcta utilización, además de introducir ciertos comandos a la programación de Arduino para que este sea capaz de comunicarse a la red wifi y para este caso específicamente a la app de Android.

Para configurar el módulo de wifi se requiere utilizar los siguientes comandos:

5. Test de comunicación: Lo primero es comprobar si el módulo responde a los comandos AT

Enviar: AT

Recibe: OK

Si se recibe como respuesta un OK entonces se puede continuar, sino se deben verificar las conexiones.

6. Información del módulo: Con este comando se mostrará la información acerca de la versión del esp8266.

Enviar: AT+GMR

Recibe: versión, OK

7. Configuración de la velocidad de bps: Permite trabajar a 9600 baudios

Enviar: AT+UART\_CUR=9600,8,1,0,0

Recibe: Ok

8. Redes de Wifi detectadas: Permite detectar todas las redes de Wifi detectadas alrededor del módulo.

Enviar: AT+CWLAP

Recibe: CWJAP: ssid

OK

9. Conectarse a la red: Al conocer las diferentes redes disponibles se selecciona una de ellas para trabajar, para eso se debe conocer el nombre y contraseña de la misma y enviar la de la siguiente manera.

Enviar: AT+CWJAP=" Nombres", "Contraseña".

Recibe: ok

Una vez terminada la configuración del Módulo, se procede a trabajar en la comunicación que debe ejercer entre el Arduino y la aplicación Virtuino. Para esto se debe descargar la librería del ESP8266 para la comunicación con Virtuino, y después agregar algunos comandos que permitirán su integración al programa y la conexión a la app. Dichos comandos serán detallados a continuación:

```
#include "VirtuinoEsp8266_WebServer.h"
```

```
VirtuinoEsp8266_WebServer virtuino(Serial1);
```

Estas líneas se explican como la inclusión de la librería de Virtuino para trabajar con el módulo de wifi y la inicialización de la comunicación de datos en el puerto serial #1.

También es necesario inicializar la app en el programa de Arduino, de esta manera lograr activar el envío de datos cada vez que la app lo solicita. Para esto se utilizan la siguiente línea de programación:

```
virtuino.run ();
```

Para establecer una conexión segura entre el Arduino y la aplicación Virtuino es necesario indicar cuál es el nombre de la red a la que se quiere conectar y la contraseña de la misma de la siguiente manera:

```
virtuino. connectESP8266_toInternet("Alontry","aldair13",8000);
```

Se establece la configuración IP local en donde se encuentra conectado el módulo de wifi:

```
virtuino. esp8266_setIP (192,168,43,190);
```

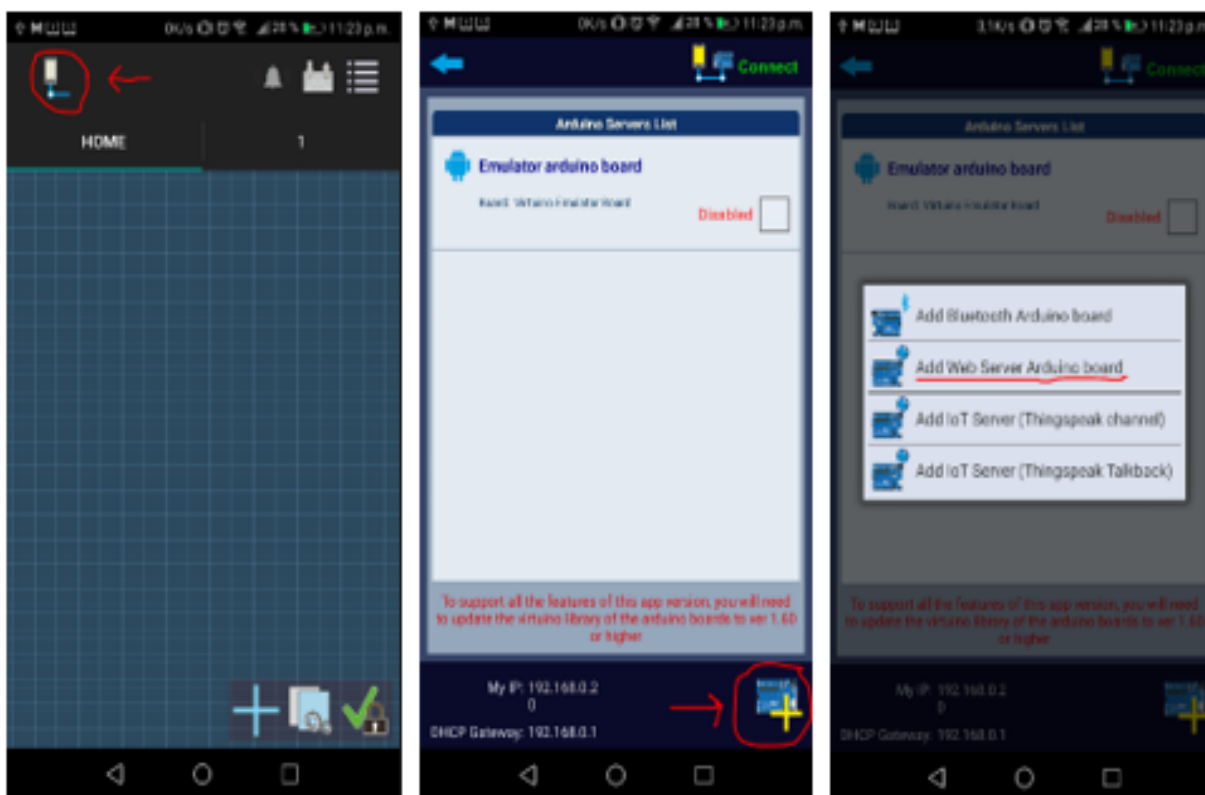
Por último, se registra una contraseña que permita conectarse y obtener la información proporcionada únicamente al personal autorizado para dicha labor.

### **5.3.5 Programación del Virtuino**

Al tener la programación del Arduino que permita envío y recepción de datos entre él y la aplicación Virtuino, es necesario mediante esta aplicación diseñar el aspecto físico que mostrará al usuario, en el que las variables enviadas se muestren de una manera clara y entendible. Para lograrlo, se siguieron los siguientes pasos:

1. Lo primero es crear un servidor Web que conecte con el Arduino, para esto se debe ingresar a la aplicación Virtuino, y presionar el ícono con forma de teléfono celular, presionar el botón de agregar y elegir la opción añadir Servidor Web a Arduino, para crear un servidor ligado a la IP a la que se comunicará el Arduino mediante el módulo de Wifi.

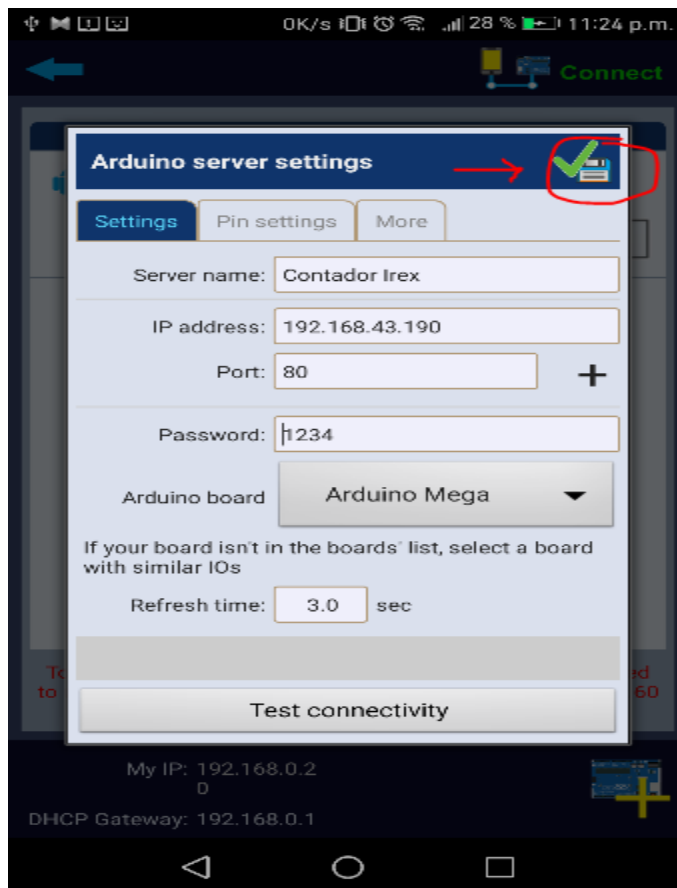
Ilustración 43: Virtuino #1



Fuente: Virtuino

2. Para ligar el servidor al Arduino se debe: primero nombrar el servidor, para este caso se llamará “Contador Irex”. El siguiente paso es ingresar la IP con el que se va a trabajar “192.168.43.190”, se utiliza el “port” 80 para la comunicación, luego se establece una contraseña, que será la misma que la utilizada en la programación de Arduino, para limitar el acceso únicamente al personal autorizado, después se selecciona el tipo de Arduino que se está utilizando, para este caso el Arduino Mega y se seleccionan los intervalos con los que la app le solicitará al Arduino el envío de información, por último se presiona el botón de guardar. Lo anterior se puede ver detallado en la siguiente ilustración:

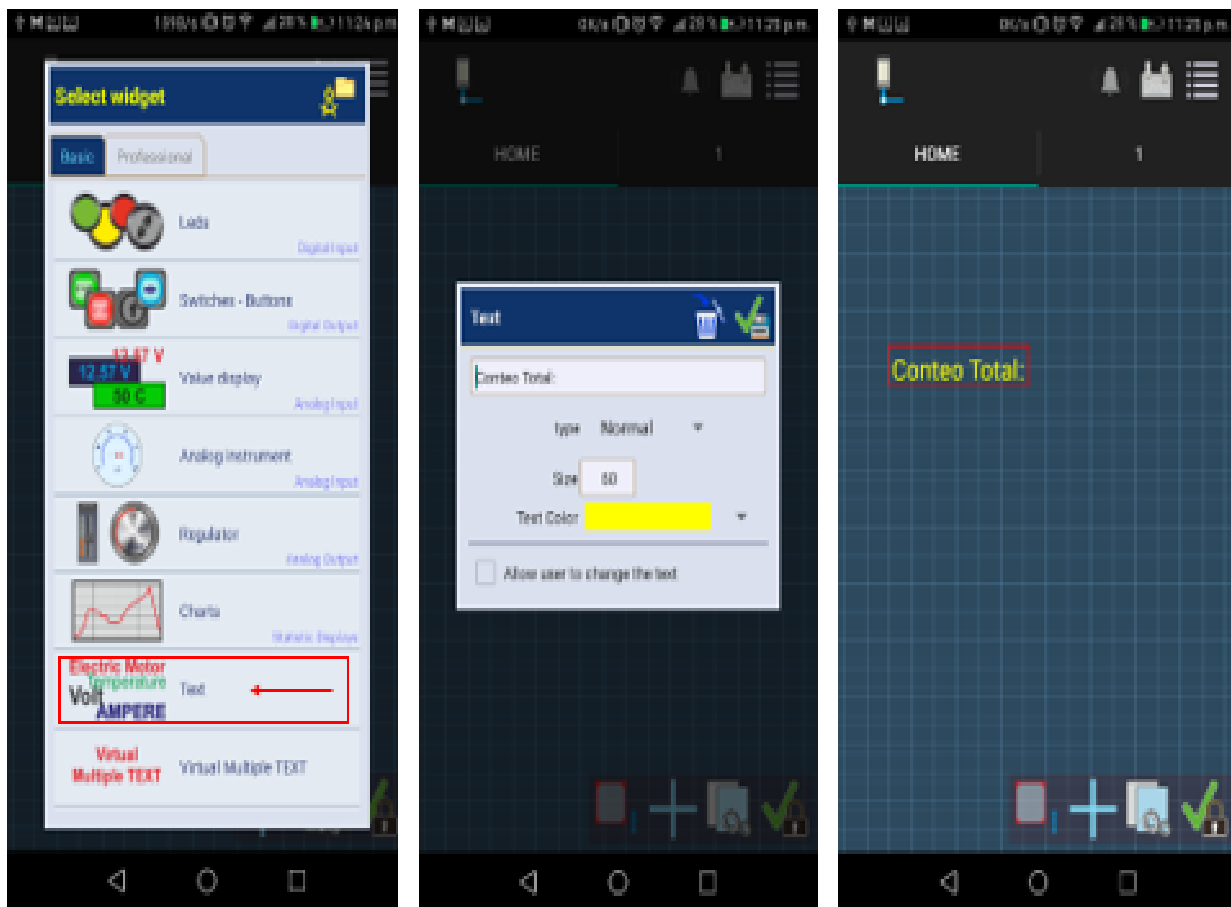
Ilustración 44: Virtuino #2.



Fuente: Virtuino

- Una vez establecida la conexión, se comenzará con la integración de las distintas herramientas al diseño de la pantalla principal de la app, tales como textos y variables numéricas. Para la introducción de un texto constante se requiere ingresar a herramientas y seleccionar la opción "Text", se ingresa el texto que se desea visualizar, en este caso "Conteo Total:", y se elige el tipo de letra, tamaño y el color deseado y se presiona la opción guardar.

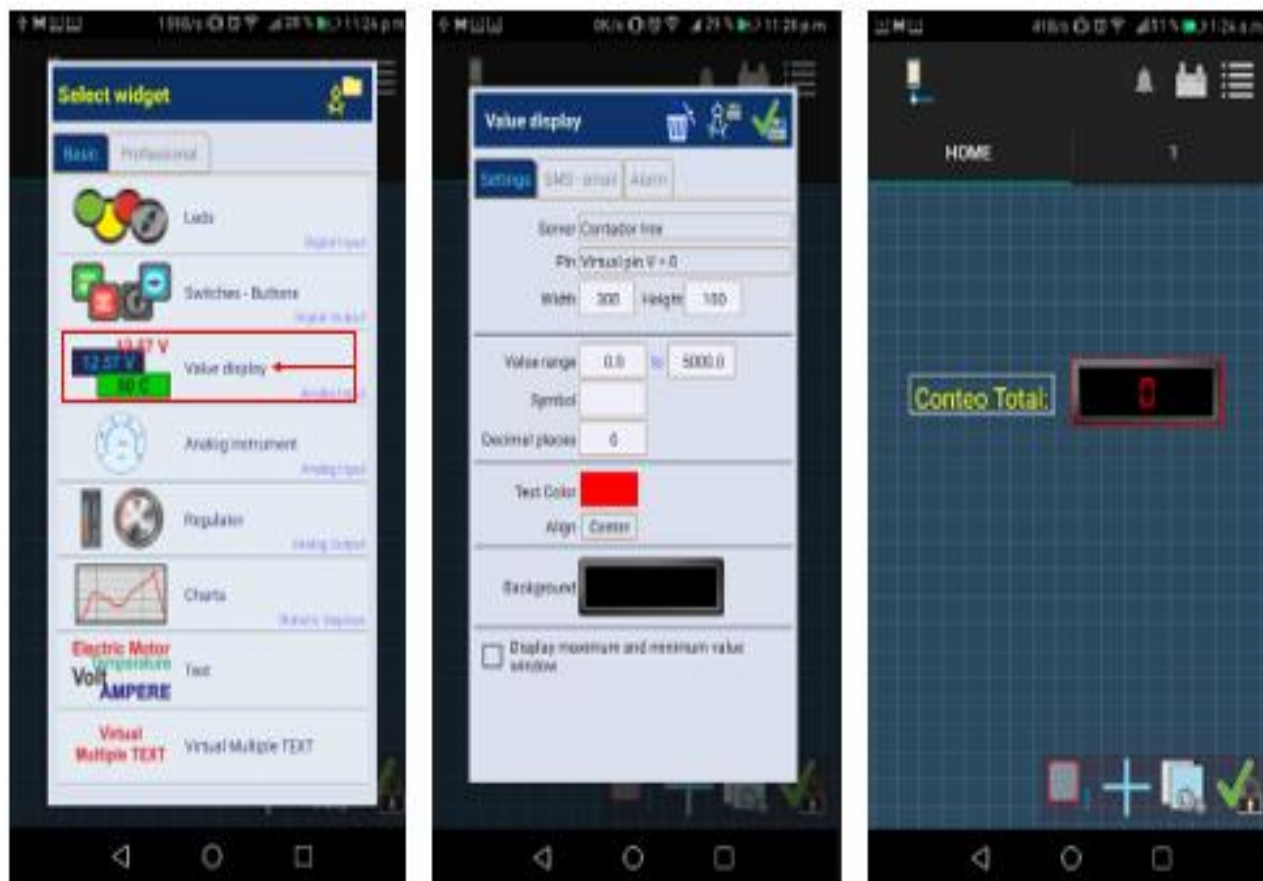
Ilustración 45: Virtuino #3.



Fuente: Virtuino

4. Para la introducción de un variable numérica se requiere ingresar a la opción de herramientas y seleccionar la opción “*Value display*”, se completan las casillas de la siguiente manera: en el espacio server(servidor) se elige el nombre del servidor anteriormente creado, “Contador Irex”, el pin seleccionado es el “virtual V=0”, luego se seleccionan las dimensiones de la variable y el rango de la misma. Para este caso se selecciona que el rango es de 0 a 5000 ya que la cuenta diaria de la producción de galones de cloro es de un máximo de 3456 diariamente, y se guarda.

Ilustración 46: Virtuino #4.



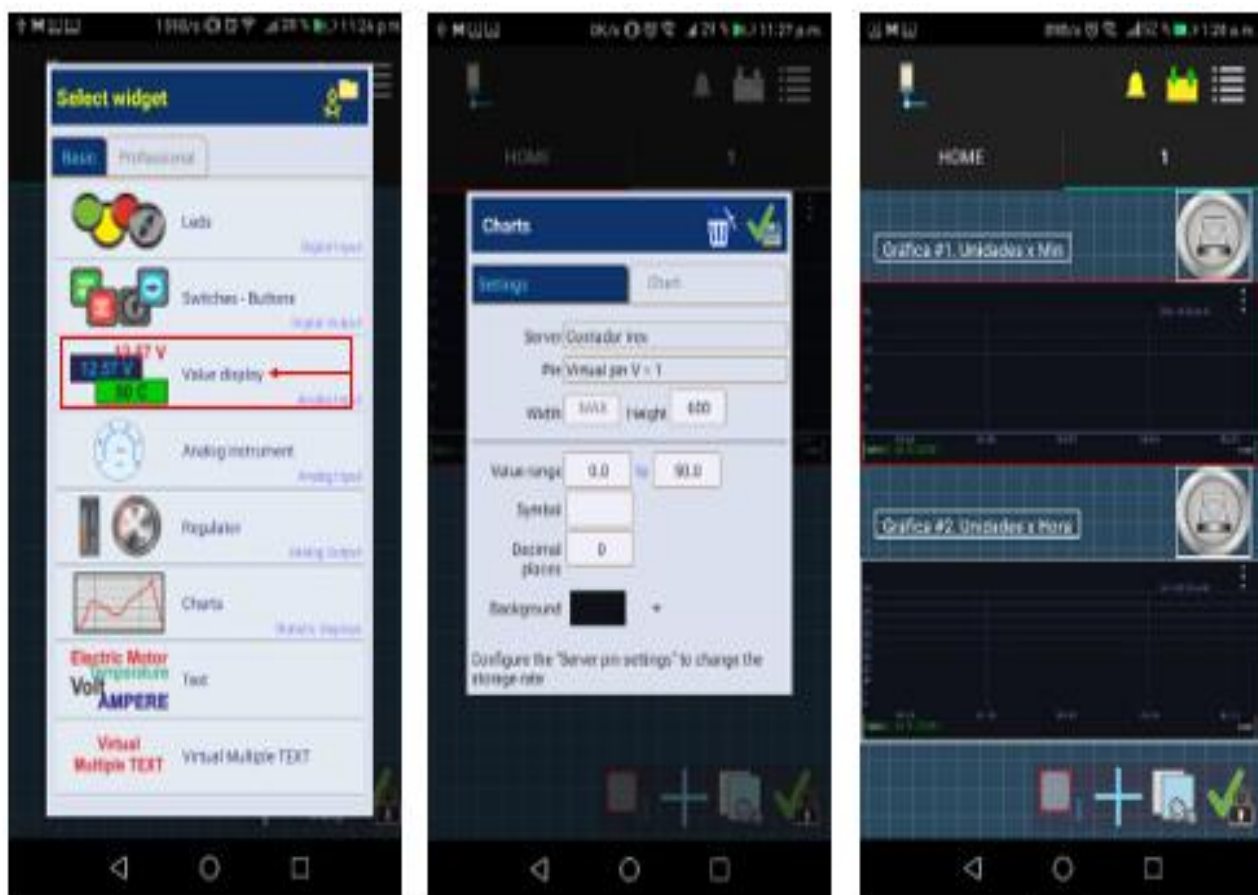
Fuente: Virtuino

Lo que se requiere es mostrar los datos obtenidos por el dispositivo, por lo tanto, visualizar las variables de forma gráfica es una manera detallada de lograrlo, ya que permite mostrar la fluctuación del dato tanto en ascenso como en descenso y registrar-lo.

5. Para lograr incluir una gráfica al programa se debe: ingresar a la opción de herramientas y seleccionar la opción "Charts", y se rellena de la siguiente manera:

en la casilla server(servidor) se elige el nombre del servidor anteriormente creado “Contador Irex”, el pin seleccionado es el “virtual V=1” para conteo por minuto y “virtual V=2” para conteo por hora, luego se seleccionan las dimensiones de la variable y el rango de la misma, para este caso se selecciona que el rango es de 0 a 50 el cual es menor al que se obtendría para ambas variables y luego se procede guardar.

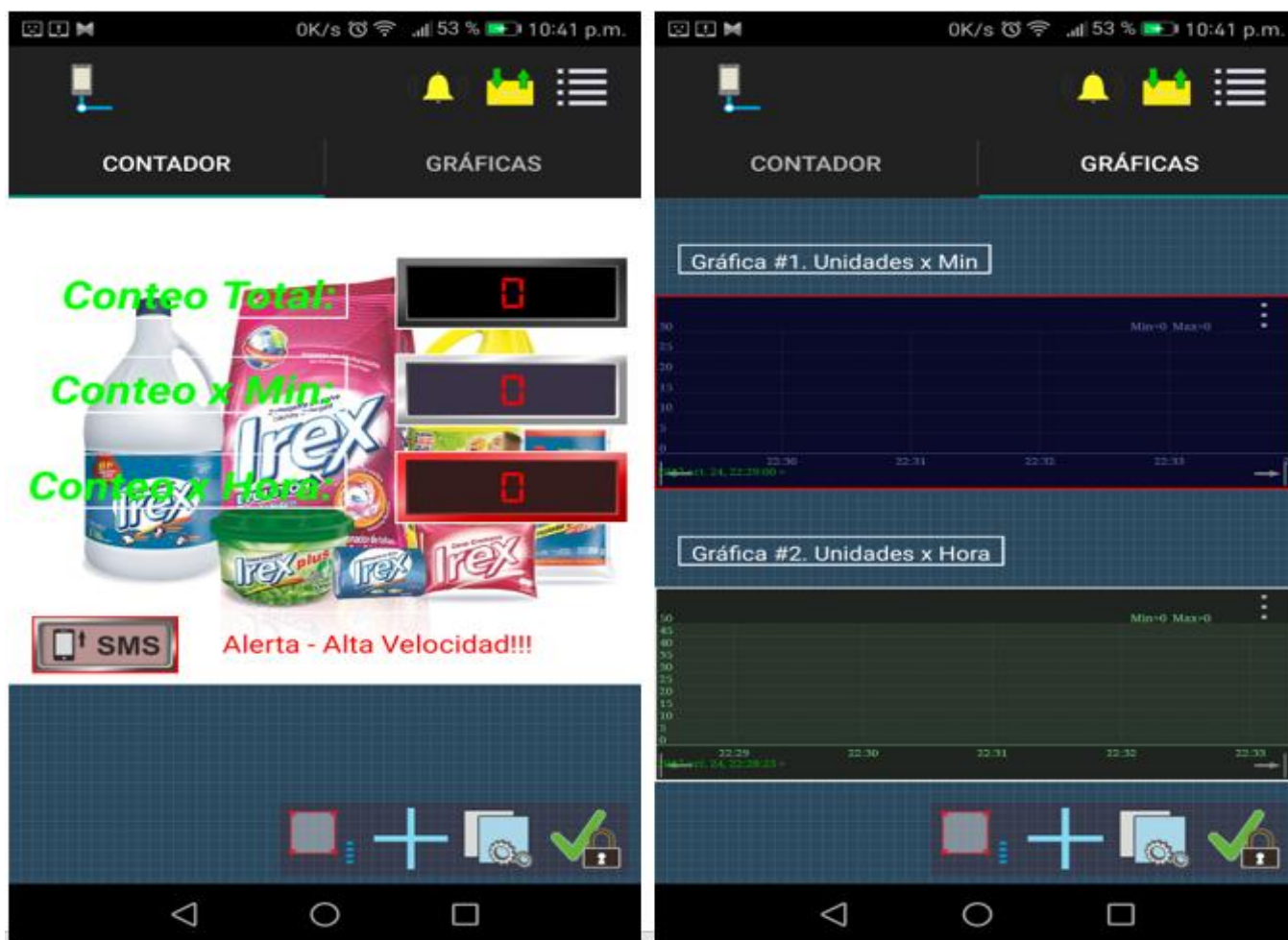
Ilustración 47: Virtuino #5.



Fuente: Virtuino

Existe gran cantidad de herramientas que permitirán adornar el diseño de la app, tales como alarmas y fondos los cuales serán utilizados para la presentación final de la misma. Véase el acabado final en la siguiente ilustración.

Ilustración 48: Virtuino #6



Fuente: Virtuino

## 5.4 Dispositivo físico

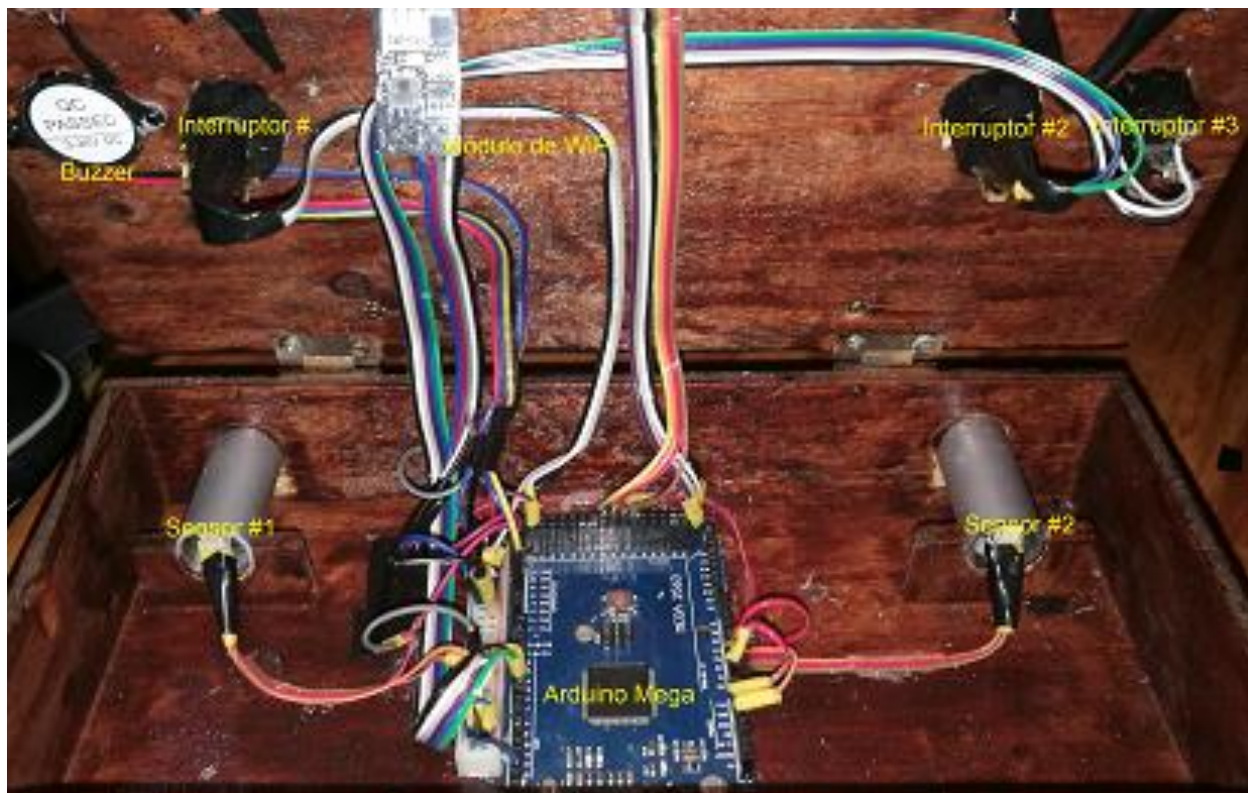
La estructura física del dispositivo está constituida por un contenedor o caja de madera rectangular, la cual está adaptada para permitir el acceso a la entrada de datos y a la entrada de alimentación de *Arduino* y orificios para los *Leds*, los interruptores y el *Buzzer*.

### 5.4.1 Estructura interna de los Módulos

En esta parte está constituida por todos los elementos que fueron cableados o conectados al *Arduino Mega*. Debido a que la circuitería es muy sencilla y basada en módulos conectados a un solo microcontrolador, no fue necesario utilizar una placa perforada o soldar ningún componente, sino que se hicieron conexiones al aire de forma ordenada para simplificar su montaje dentro de la caja.

Los elementos internos que se encuentran en el interior del dispositivo son: el módulo de wifi, el RTC, y los sensores y el microcontrolador *Arduino Mega*

Ilustración 49: Interior del dispositivo



Fuente : elaborada por el autor

#### 5.4.2 Estructura externa de los módulos

En las ilustraciones 49 y 50, se observan fotos de distintas partes de la caja, sobre la cual se colocaron tres interruptores On/Off los cuales no pertenecen al prototipo, pero permiten simular la entrada de señal tres máquinas que deberán trabajar en conjunto con él, la pantalla Nextion que muestra los datos y variables obtenidas, los leds que indican el encendido o apagado de los interruptores, un *Buzzer* que funciona como alerta sonora y las entradas de datos y de alimentación.

Ilustración 49: Exterior del dispositivo



Fuente : elaborada por el autor

También se integraron 2 entradas las cuales permiten la recepción del haz de luz de los laceres a los sensores, lo siguiente se observa en la siguiente ilustración:

Ilustración 51: Entradss de los sensores



Fuente : elaborada por el autor

## 5.5 Pruebas de operación

Después de terminado el sistema, es necesario realizar las pruebas correspondientes para verificar que está cumpliendo todas las funciones para las cuales fue diseñado. Con esta base, a continuación, se presentan las pruebas para determinar si se obtienen las respuestas esperadas al poner el sistema en funcionamiento o algún otro defecto.

### 5.5.1 Sensores encendidos

Primero, se debe comprobar que los sensores están respondiendo en el momento que se requiere, para ello se realizan pruebas inicializando primero uno, luego al otro, por ultimo ambos y ninguno. Lo anterior es comprobando mediante leds los cuales se encienden cuando los sensores se encuentran funcionando. Véase las siguientes ilustraciones para detallar lo anterior

Ilustración 52: Encendido del sensor #1(Led Azul)



Fuente : elaborada por el autor

Ilustración 53: Encendido del sensor #2(Led Rojo)



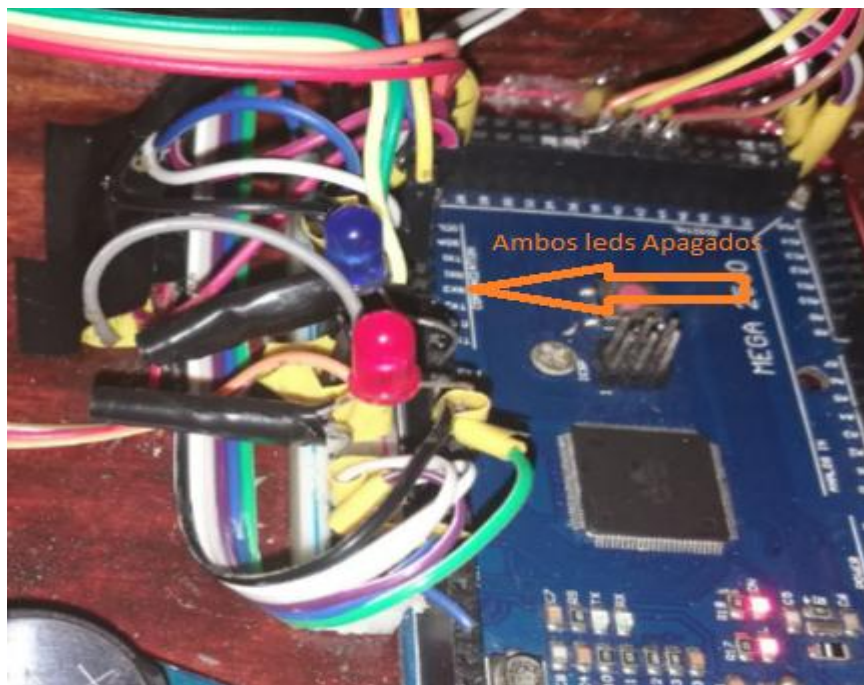
Fuente : elaborada por el autor

Ilustración 54: Encendido de ambos sensores



Fuente : elaborada por el autor

Ilustración 55: Apagado de ambos sensores

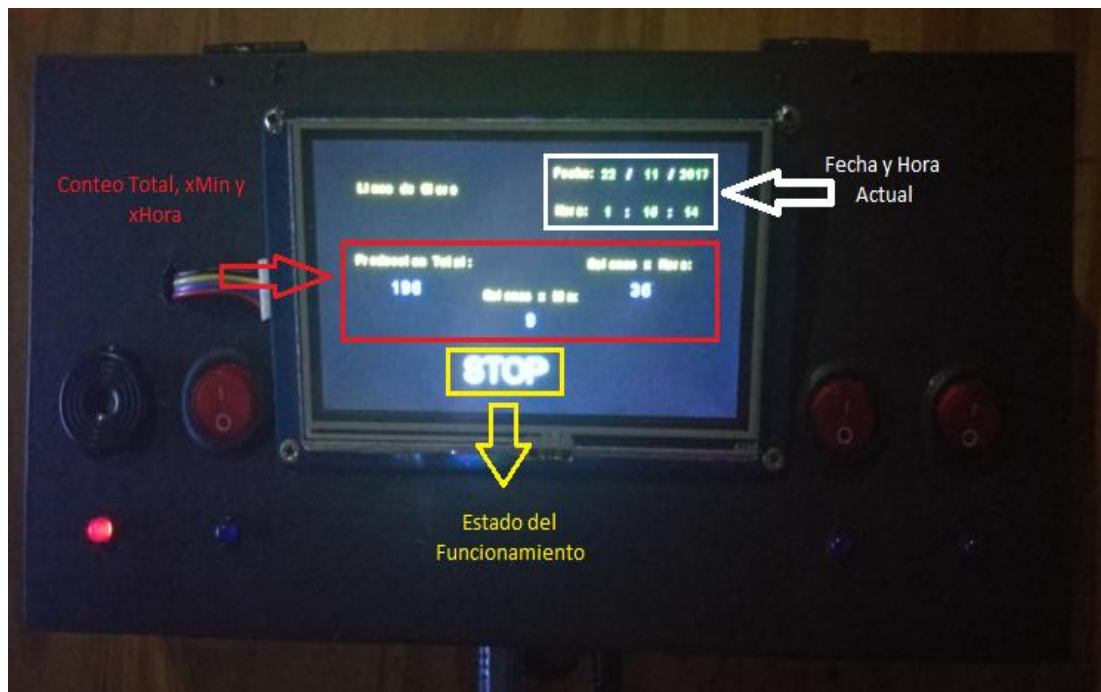


Fuente : elaborada por el autor

### 5.5.2 Información a pantalla

Una vez obtenidos los datos se envían a pantalla, la que debe mostrar la hora y fecha actual, las variables de conteo, y un texto dinámico que indique el estado de funcionamiento del dispositivo. El texto varía según su funcionamiento, puede ser: "Obstruido" para cuando el dispositivo presenta algún galón u objeto frente a él por más de tres segundos sin desplazarse, "Funcionando" el cual como su nombre lo indica es cuando el sistema está trabajando idóneamente y por ultimo "STOP" en el momento en el que el sistema no se encuentra operando.

Ilustración 56: Datos en Patalla

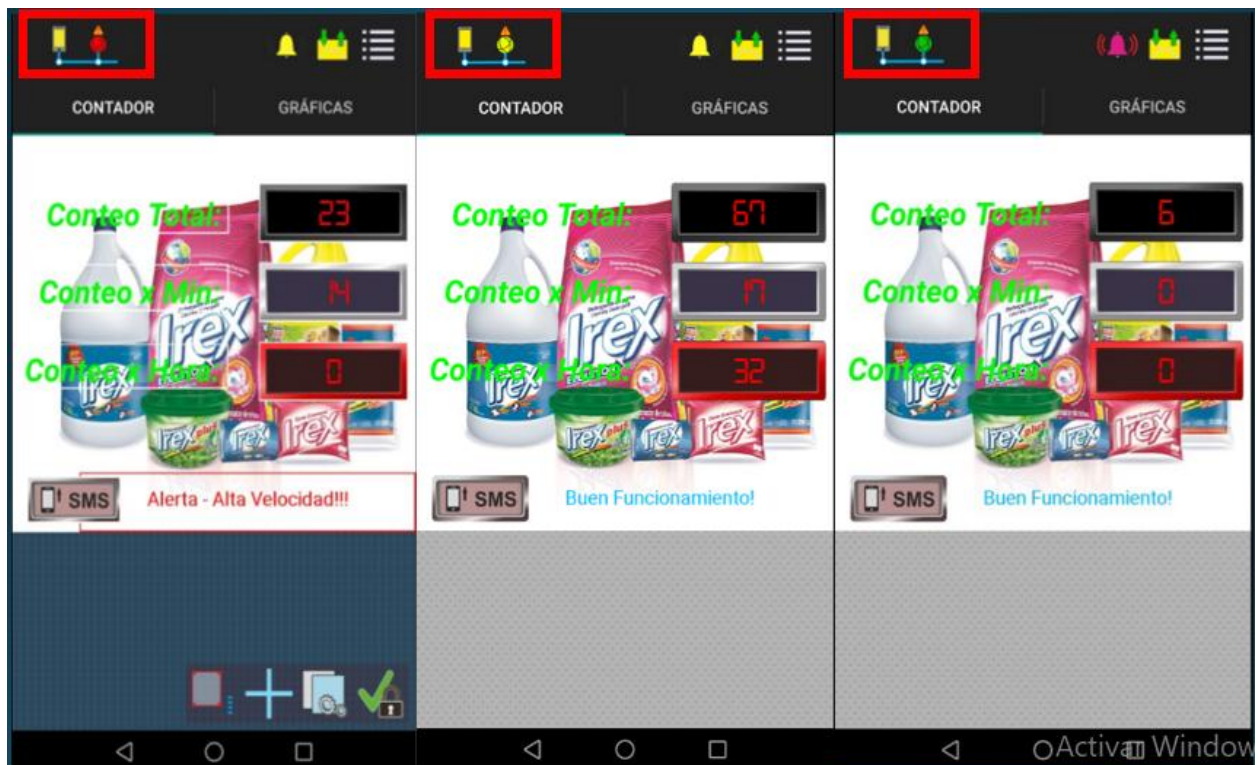


Fuente: elaborada por el autor

### 5.5.3 Interacción con Virtuino

Para comprobar la correcta operación de la aplicación y el dispositivo es necesario visualizar que exista una conexión entre ambos, para ello se verifica en la aplicación el indicador de conectividad, el cual puede variar en tres formas: rojo, indica que no existe conectividad entre ambos, amarillo, la aplicación se encuentra buscando la conexión, y verde, que existe una conexión entre el dispositivo y la app. En la ilustración 54 se observa el indicador de conectividad y sus diversas etapas.

Ilustración 57: Conectividad del sistema con la App



Fuente : elaborada por el autor

Una vez establecida la conexión, los datos enviados serán mostrados en la app y se actualizarán cada tres segundos. Véase los datos recibidos por la app en la siguiente ilustración.

Ilustración 58: Datos en la App



Fuente : elaborada por el autor

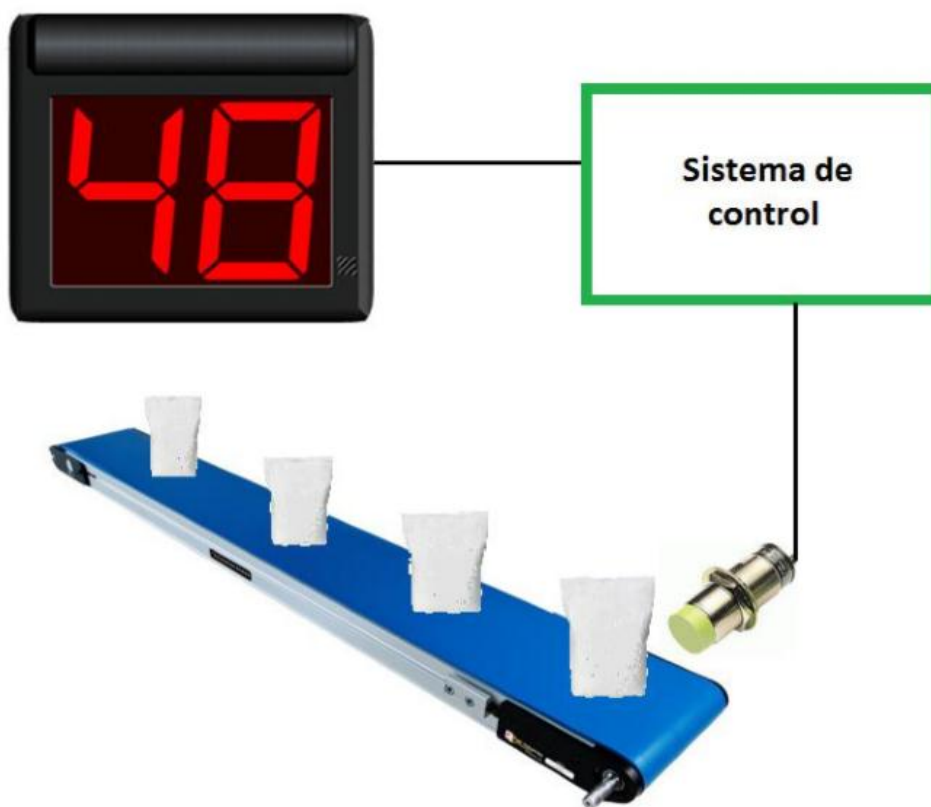
## 5.6 Análisis costo-beneficio

### 5.6.1 Ofertas actuales del mercado

Actualmente en el mercado existe un dispositivo que tiene un funcionamiento similar al que se está desarrollando en este proyecto el cual pertenece a la empresa DIGICONTROL, S.A. Este sistema coloca en pantalla la cantidad de empaques circulados en la banda transportadora por minuto. El número se actualizará cada minuto, mediante un sensor que realiza el conteo.

El precio unitario en el mercado de este dispositivo es de \$625.00 más I.V, y da una idea de cuál es el precio general de este tipo de dispositivos.

Ilustración 59: "Monitoreo de empaques por minuto".



Fuente: DIGICONTROL, S.A.

### 5.6.2 Lista de Materiales Utilizados

En la siguiente tabla se muestra la lista de materiales con sus respectivos precios unitarios, cantidades y totales, además de detalles que se necesitaron para la construcción de este sistema.

**Tabla 9. Lista de Componentes del Prototipo**

Articulo	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Arduino Mega 2560 R3 (Versión Genérica )	1	₡10.270,00	₡10.270,00
Sensor de Luz	2	₡570,00	₡1.140,00
Interruptores On / Off	3	₡540,00	₡1.620,00
Leds Verdes	3	₡100,00	₡300,00
Leds Rojos	2	₡80,00	₡160,00
Led Blancos	1	₡300,00	₡300,00
RTC ds3231	1	₡5.120,00	₡5.120,00
Módulo de Wifi - ESP 8266	1	₡4.550,00	₡4.550,00
Pantalla Nextion 4.3" LCD	1	₡35.530,00	₡35.530,00
Kingston 4GB MicroSDHC	1	₡3.500,00	₡3.500,00
Resistencias	10	₡20,00	₡200,00
Soldadura	2	₡353,00	₡706,00
Diodo Laser M57	2	₡545,00	₡1.090,00
Caja de Madera	1	₡3.000,00	₡3.000,00
Buzzer (Bocina)	1	₡1.290,00	₡1.290,00
Jumper hembra	5	₡20,00	₡100,00
Jumper macho	10	₡20,00	₡200,00
Pines hembra	20	₡20,00	₡400,00
		<b>Total:</b>	<b>₡77.386,00</b>

Fuente: elaborada por el autor

Mencionado lo anterior, se determina que, para la implementación del prototipo, se requiere una inversión aproximada de ₡77.386,00. Debe tenerse en cuenta también, que, dentro del análisis de costo, sumado a este valor existe el costo de mano de obra, el cual según el Colegio Federado de Ingeniería en electrónica de Costa Rica es de un mínimo de 524477.85 colones mensuales.

También es importante mencionar que a pesar de que se fabricó un prototipo, la única diferencia entre este y el dispositivo real para implementar en la empresa será la carcasa o la caja contenedora, la cual, en lugar de madera será construida con acrílico, aluminio o el material que la empresa Irex crea que sea el más conveniente para colocarlo en el sistema de producción.

Como referencia de costos ,se puede tomar el sistema de “Monitoreo de empaques por minuto” de la empresa, “DIGICONTROL, S.A para realizar la comparación con este proyecto, el precio de Digicontrol para este producto ronda los \$650, a pesar de que utiliza sistemas empotrados de última generación, sus funciones son menores si se comparan con el sistema creado para este proyecto, ya que la única función que presenta el sistema Digicontrol es demostrar en un display el conteo de producción por minuto, mientras que este proyecto, además de mostrar la variable de conteo por minuto, también muestra el conteo por hora, conteo total, con diversas alarmas por mal funcionamiento del sistema, además de una conexión wifi que permita compartir esta información con diferentes dispositivos móviles.

## **CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CONCLUSIONES

Una vez terminada la práctica supervisada para el diseño e Implementación de un dispositivo de conteo y control de producto para mejorar la línea de producción de los galones de cloro en la empresa Irex de Costa Rica, se concluye:

Basado en el análisis y entrevista realizadas durante la práctica supervisada, se comprendió que el proceso actual de la empresa para el conteo y control de las líneas de producción es anticuado y además ineficiente, por lo tanto, prioritariamente requiere de la implementación un dispositivo que permita la automatización del mismo.

Se concluyó que, si es posible construir un dispositivo que permita realizar la actual tarea de control de la producción de galones de cloro de forma automática, esto de manera más eficiente y segura que el método manual actualmente utilizado, esto mediante elementos simples y de bajo costo.

Como el control de errores es una parte fundamental de la implementación de este proyecto, se estableció que la mejor opción para monitorear la producción era permitir enviar alarmas visuales y auditivas, no solo en el dispositivo, sino también por la app, y permitir que la app a su vez envíe mensajes de tipo SMS a los encargados de la producción con los datos de dichas alarmas, de esta manera tener tres distintas formas de alertar al personal de una posible falla.

Después de comparar diferentes dispositivos que permitan mostrar datos de forma visual, se detectó que la utilización de la pantalla Nextion es una opción sencilla de manejar y de bajo costo, con la cual es posible proporcionar la información de la línea producción en tiempo real y el brindarles el control necesario sobre la misma.

Se decidió utilizar una aplicación existente en la tienda de Android como lo es Virtuino, ya que está comprobado que esta app fue diseñada para funcionar de forma eficiente y armónica con el módulo de wifi esp 8266 utilizado en este dispositivo. Dicha aplicación en su forma "Pro" ha sido utilizada para uso comercial, cuando se requería utilizar este módulo en la construcción de dispositivos.

Al utilizar la aplicación *Virtuino* se logró integrar gráficas para los valores recibidos de conteo por minuto y por hora, de esta manera no solo se puede visualizar el dato con un valor numérico, también se podrá comparar con los datos registrados anteriores a este, y debido a que la aplicación Virtuino permite un registro amplio de datos mostrados en las gráficas, se puede tener un control de como fluctuaron los valores del conteo a lo largo del día.

Por último, se pudo demostrar el beneficio que presenta el desarrollo de este proyecto, ya que no solo presenta más funciones que algunos de los sistemas actualmente establecidos en el mercado, sino que su precio es notablemente inferior y debido a su diseño y fácil implementación puede estar al alcance de cualquier usuario en comparación con lo que ofrece el mercado. Por lo tanto, se cumple con el objetivo de construir un dispositivo de bajo costo y que cumpla con las funciones requeridas.

## RECOMENDACIONES

Existen algunas modificaciones o adiciones que pueden mejorar el funcionamiento del sistema actual, estas no alteraran la función básica del dispositivo, pero si facilitaran su utilización. Algunas de estas modificaciones que se recomienda realizar en el futuro son:

1. Sustituir la aplicación por una página web: a pesar que la app Virtuino trabaja a la perfección con el sistema actual, esta tiene ciertas limitaciones a la hora de crear un registro o base de datos de los valores obtenidos. Por lo tanto, al utilizar la página web en lugar de la app se podrá acceder al registro de las producciones pasadas de una forma más ordenada y limpia.
2. Sustituir el módulo de wifi por uno de internet: actualmente con el módulo de wifi es posible comunicarse con el dispositivo en un área cercana al mismo, dentro de la empresa, mientras que al sustituir lo por un módulo de internet se podrá ampliar el rango y mediante la web es posible acceder a los datos independientemente del lugar donde se encuentre.
3. Otra variante es la de sustituir la carcasa de madera actual por una de acrílico o de algún material más resistente (el tipo de material lo decidirá el personal autorizado de Irex).

## BIBLIOGRAFÍA

Rashid, M. H. (2004). *Electrónica de potencia: circuitos, dispositivos y aplicaciones*. Pearson Educación.

Pérez, E. M., Fuertes, L. M., Ferreira, L. F., & Matos, E. L. (2007). *Microcontroladores PIC: sistema integrado para el autoaprendizaje*. Barcelona: MARCOMBO,S.A.

Gold, C. (2015). *The Fastest Memory Cards Money Can Buy*. Recuperado de <http://www.bhphotovideo.com/explora/photography/buying-guide/fastest-memory-cards-money-can-buy>.

Areny, R. P. (2004). *Sensores y acondicionadores de señal*. Marcombo.

*Sistemas Electrónicos y Automáticos*. (13 de junio de 2016).

Obtenido de [http://www.uhu.es/raul.jimenez/SEA/sea\\_ana.pdf](http://www.uhu.es/raul.jimenez/SEA/sea_ana.pdf)

Arduino. (s.f.). *ArduinoMega*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega>

Arduino. (s.f.). *ArduinoUno*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

ARDUINO.cl. (s.f.). *¿Qué es Arduino?* Obtenido de <http://arduino.cl/que-es-arduino/>

CRCibernetica. (2017). *Sensor de Luz*. Obtenido de <http://www.crcibernetica.com/mini-photocell-light-sensor/>

MAQUINARIApro. (13 de junio de 2016). *Características de un sistema electrónico*. Obtenido de <http://www.maquinariapro.com/sistemas/sistema-electronico.html>

Mejía, A. M. (19 de agosto de 2014). *Tecnologías de comunicación inalámbrica*. Obtenido de <https://prezi.com/i7w7kwq6vgiy/tecnologias-de-comunicacion-inalambrica-bluetoothwifi-in/>

Pérez, E. M., Fuertes, L. M., Ferreira, L. F., & Matos, E. L. (2007). *Microcontroladores PIC: sistema integrado para el autoaprendizaje*. Barcelona: MARCOMBO, S.A.

García Criollo, R. (1998). *Estudio del trabajo: medición del trabajo*. Editorial McGraw-Hill, México.

Narasimhan, S. L., McLeavey, D. W., & Billington, P. J. (1996). *Planeación de la producción y control de inventarios*. Prentice-Hall Hispanoamericana.

Cuéllar, A. A., & Izaguirre, A. Z. (2008). *Sistemas de procesamiento digital*. Delta Publicaciones.

Hernández, R. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill. iTead.

(2016). iComsat. Disponible en:

<http://imall.iteadstudio.com/im120417009.html> (Tomado el 15 de febrero de 2016).

Boylestad, R. (2013). *Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. México: Pearson.

## Anexos

### Entrevista:

La siguiente entrevista se le realizó al Ing. Jairo Quesada Campos, encargado de Taller Eléctrico de la empresa Irex de Costa Rica, las respuestas obtenidas fueron textualmente agregadas a este documento.

**1. ¿Cuál es el proceso con el que se produce los galones de cloro en la empresa Irex de Costa Rica?**

Primero un operario coloca los galones vacíos y etiquetados dentro de la máquina llenadora de cloro, esta máquina llena el galón y lo coloca sobre la máquina transportadora, luego avanza hasta la máquina tapadora la cual le coloca la tapa al galón aun sobre la banda, un segundo operario asegura que la tapa se encuentre completamente cerrada, el galón de cloro continua su recorrido hasta la tercera máquina la cual es la máquina secadora, esta se encarga de eliminar los excedentes o derrames existentes en el exterior del galón, el galón pasa por un lector de código, y luego la banda lo dirige hacia una estación fija en donde es empacado en una caja de cartón por un tercer operario.

**2. ¿Cuál es el sistema de control actual en la producción de los galones de cloro?**

Este sistema se basa en destinar a uno de los trabajadores de la línea de producción del cloro para que cada cierta cantidad de horas realice un conteo de la cantidad cajas de cloro que se lleven al almacén.

**3. Detalle el problema que se presenta en el sistema producción actual**

Existen dos problemas claros en cuanto al sistema actual, el primero se debe a que se requiere interrumpir las actividades de un personal de la producción para que realice un conteo minucioso de todas las cajas que contengan galones de cloro que se hayan producido durante el día y registrarla, el segundo problema se basa en que no se tiene un control en tiempo real de la producción de los galones de cloro, ya que se debe esperar hasta que el personal encargado realice el conteo y registre el dato, lo cual limita el control que se tiene de la producción y dificulta conocer si la misma funciona de manera adecuada o no.

**4. ¿Cómo se esperaría que se resuelva dicho problema, o qué le gustaría que se implementara para resolver dicho problema?**

Lo que se busca es un dispositivo que permita automatizar el actual sistema de conteo y control de la producción de los galones de cloro, dicho dispositivo deberá contar los galones de cloro y mostrar el dato como conteo total, conteo por minuto y conteo por hora, además que permita generar una alarma cada vez que la máquina trabaje de forma inadecuada.

**5. Actualmente, ¿Cuántos galones de cloro de producen, por min, por hora y por día?**

Las cantidades varían según el tipo: para el galón de cloro la cantidad es 30 por minuto y por día 2520, para el de  $\frac{1}{2}$  galón se producen 39 por hora y 3456 por día, y para los de un litro se producen 35 por minuto y 1680 por día.

**6. ¿Qué representaría la implementación de este proyecto para la empresa?**

Representaría un control minucioso de la producción en tiempo real, y un monitoreo continuo de las funciones de la línea de producción.

## Ilustración 58: "Salarios Mínimos 1 - MTSS".

Acomodador (cines, teatros, etc.)	TNC	¢ 9.822,07	Dealer (Distribuidor de cartas)	TNC	¢ 9.822,07	Guillotina (Electrónica programable)	TE	¢ 12.829,83
Agente de Aduana o Vapores	TES	¢ 19.910,28	Demostrador (Display)	TNC	¢ 9.822,07	Hojalatero	TC	¢ 10.877,41
Agente de Ventas *	TCG	¢ 331.516,22	Demostrador-Vendedor	TSC	¢ 10.680,80	Horneador (Horno Electrónico program)	TSC	¢ 10.680,80
Albañil	TC	¢ 10.877,41	Dependiente	TSC	¢ 10.680,80	Hornero	TC	¢ 10.877,41
Alistador Automotriz (fijador)	TSC	¢ 10.680,80	Dependiente Café Internet	TSC	¢ 10.680,80	Inspector de Cámaras	TE	¢ 12.829,83
Aplanchador (plancha tipo casera)	TNC	¢ 9.822,07	Despachador Agencia Aduana, Vapores	TE	¢ 12.829,83	Instructor de Bailes Populares	TC	¢ 10.877,41
Aplanchador con Equipo de Vapor	TC	¢ 10.877,41	Diagramador en Artes Gráficas	TE	¢ 12.829,83	Jardinero (Crear Jardines)	TC	¢ 10.877,41
Analista de Crédito*	TCG	¢ 331.516,22	Dibujante en Artes Gráficas	TE	¢ 12.829,83	Jefe de Cocina (Chef)	TE	¢ 12.829,83
Asistente de Abogacía *	TEG	¢ 372.288,99	Dibujante de Ingeniería, Arquitectura *	TCG	¢ 331.516,22	Jefe de Salones (Maitre)	TE	¢ 12.829,83
Asistente de Auditoría *	DES	¢ 462.408,00	Digitador	TC	¢ 10.877,41	Joyerero	TC	¢ 10.877,41
Asistente de Consultorio Médico	TC	¢ 10.877,41	Diplomado Parauniversitario *	DES	¢ 462.408,00	Laboratorista Civil	TC	¢ 10.877,41
Asist. Domicilio/Ancianos	TE	¢ 12.829,83	Diplomado Universitario*	DES	¢ 462.408,00	Laboratorista Clínico	TC	¢ 10.877,41
(cuidados especiales)			Ebanista	TE	¢ 12.829,83	Laqueador (Muebles y Similares)	TC	¢ 10.877,41
Auxiliar Agente de Aduana, Vapores	TE	¢ 12.829,83	Educador Aspirante sin Título *	TEG	¢ 372.288,99	Lavador de Cabello	TNC	¢ 9.822,07
Auxiliar de Contabilidad*	TCG	¢ 331.516,22	Electricista	TC	¢ 10.877,41	Lavador de Carros	TNC	¢ 9.822,07
Auxiliar Dental	TE	¢ 12.829,83	Electromecánico	TE	¢ 12.829,83	Levantador de Texto (Artes Gráficas)	TE	¢ 12.829,83
Ayudante de Cocina	TSC	¢ 10.680,80	Empacador; Etiquetador	TNC	¢ 9.822,07	Licenciado Universitario *	Lic.	¢ 629.385,00
Ayudante de Mecánico general	TSC	¢ 10.680,80	Empleado de Despacho	TSC	¢ 10.680,80	Limpiador de Tanques Sépticos	TC	¢ 10.877,41
Ayudante de Operario, Construcción	TSC	¢ 10.680,80	Empleada Doméstica*	¢ 178.703,50	Lintopista (Artes Gráficas)	TC	¢ 10.877,41	
Bachiller Universitario *	Bach	¢ 524.477,85	Encargado (indica acomodo parqueo)	TNC	¢ 9.822,07	Liquidador Agencia Aduana, Vapores	TE	¢ 12.829,83
Baqueano	TSC	¢ 10.680,80	Encargado de Limpieza en General	TNCG	¢ 293.132,87	Llantero	TSC	¢ 10.680,80
Bartender (Coctelero)	TC	¢ 10.877,41	Encargado de Limpieza en Piscinas	TNC	¢ 9.822,07	Locutor de Radioemisora	TE	¢ 12.829,83
Bodeguero (Encargado) *	TSCG	¢ 315.364,86	Enc. Mantenim. Correctivo Cómputo	TE	¢ 12.829,83	Locutor de Televisión	TES	¢ 19.910,28
Bodeguero (Peón) *	TNCG	¢ 293.132,87	Enc. Mantenim. Preventivo Cómputo	TC	¢ 10.877,41	Luminotécnico TV	TES	¢ 19.910,28
Boletero	TSC	¢ 10.680,80	Encargado de poner Discos (Disjockey)	TNC	¢ 9.822,07	Maestro de Obras (Construcción)	TE	¢ 12.829,83
Cajero *	TCG	¢ 331.516,22	Encargado de Cámaras Frigoríficas	TSC	¢ 10.680,80	Manicurista; Maquilladora	TC	¢ 10.877,41
Cajista de Artes Gráficas	TE	¢ 12.829,83	Encargado Mantenimiento Edificios	TC	¢ 10.877,41	Maquinista de Embarcaciones	TC	¢ 10.877,41
Calderero (Operador de Caldera)	TC	¢ 10.877,41	Encerador de Carros	TNC	¢ 9.822,07	Marrero	TNC	¢ 9.822,07
Calderista (Mantenimiento)	TE	¢ 12.829,83	Encuadernador - Empastador	TC	¢ 10.877,41	Masajista	TC	¢ 10.877,41
Camarógrafo de Prensa	TES	¢ 19.910,28	Encuadernador en Fino	TE	¢ 12.829,83	Mecánico General	TC	¢ 10.877,41
Cantante de Música Popular	TC	¢ 10.877,41	Encuadernador en Rústica	TSC	¢ 10.680,80	Mecánico Precisión	TE	¢ 12.829,83
Cantinero	TSC	¢ 10.680,80	Encuestador *	TSCG	¢ 315.364,86	Mecánico Máquinas de Coser Industrial	TE	¢ 12.829,83
Captán de Embarcación	TE	¢ 12.829,83	Enderezador Automotriz	TC	¢ 10.877,41	Mecánico de Máquinas de hacer Telas	TE	¢ 12.829,83
Carnicero Empleado Despacho	TSC	¢ 10.680,80	Engrasador de Autos	TSC	¢ 10.680,80	Mensajero *	TNCG	¢ 293.132,87
Carnicero Destazador	TC	¢ 10.877,41	Ensamblador de Computadoras	TSC	¢ 10.680,80	Misceláneo *	TNCG	¢ 293.132,87
Carpintero	TC	¢ 10.877,41	Envasador Manual	TNC	¢ 9.822,07	Misceláneo en Hogares Tercera Edad	TNC	¢ 9.822,07
Cerrajero	TC	¢ 10.877,41	Esparcidor de Plaguicidas (8hrs)	TNC	¢ 9.822,07	Montacarguista	TSC	¢ 10.680,80
Chapulinerio	TC	¢ 10.877,41	Estampador en Textil (Serigrafía)	TC	¢ 10.877,41	Mucama	TNC	¢ 9.822,07
Chequeador Agenc Aduana, Vapores	TE	¢ 12.829,83	Estetista	TE	¢ 12.829,83	Musicalizador en Radioemisoras	TE	¢ 12.829,83
Chequeador de Buses	TNC	¢ 9.822,07	Estibador por Caja de Banano	¢ 1,35		Niñera, excepto en el Hogar del Niño	TNC	¢ 9.822,07
Chofer de Bus (no cobrador)	TC	¢ 10.877,41	Estibador por Movimiento	¢ 355,84		Niñera en el Hogar del Niño	¢ 178.703,50	
Chofer de Tráiler	TE	¢ 12.829,83	Estibador por Tonelada	¢ 83,44		(Servicio Doméstico)		
Chofer de Vehículo Liviano	TSC	¢ 10.680,80	Estilista	TC	¢ 10.877,41	Oficial de Mesa (panadería)	TC	¢ 10.877,41
Chofer de Vehículo Pesado	TC	¢ 10.877,41	Florista	TC	¢ 10.877,41	Oficinista (General) *	TSCG	¢ 315.364,86
Chofer Microbús (menos de 11pasaj.)	TSC	¢ 10.680,80	Fontanero	TC	¢ 10.877,41	Operador de Cabina de Radioemisora	TE	¢ 12.829,83
Chofer-Cobrador de Bus	TE	¢ 12.829,83	Fotocopiador (Centro fotocopiado)	TSC	¢ 10.680,80	Operador de "Araña" (Serigrafía)	TC	¢ 10.877,41
Cobrador de Buses	TNC	¢ 9.822,07	Fotógrafo de Prensa	TE	¢ 12.829,83	Operador de Carrusel	TC	¢ 10.877,41
Cobrador *	TSCG	¢ 315.364,86	Fotomecánico de Artes Gráficas	TE	¢ 12.829,83	Operador de Computación	TE	¢ 12.829,83
Cocinero	TC	¢ 10.877,41	Fotomontador (Artes Gráficas)	TE	¢ 12.829,83	Operador de Draga	TE	¢ 12.829,83
Confección Muestras de Ropa	TE	¢ 12.829,83	Fresador (Metalmecánica)	TE	¢ 12.829,83	Operador de Grúa Estacionaria	TE	¢ 12.829,83
Conserje *	TNCG	¢ 293.132,87	Fumigador (Doméstica)	TSC	¢ 10.680,80	Operador de Máquina de Lavar Ropa	TC	¢ 10.877,41
Contador Privado *	TMED	¢ 347.405,37	Fundidor	TC	¢ 10.877,41	Operador de Maquinaria Pesada	TC	¢ 10.877,41
Contador Privado *	DES	¢ 462.408,00	Futbolista Primera División	TE	¢ 12.829,83	Operador de Máquinas en General	TC	¢ 10.877,41
Contador Privado *	Bach.	¢ 524.477,85	Futbolista Segunda División	TC	¢ 10.877,41	Operador de Planta Transm. Radio	TC	¢ 10.877,41
Contador Privado *	Lic.	¢ 629.385,00	Gondolero	TNC	¢ 9.822,07	Operador de Prensa Rotativa	TES	¢ 19.910,28
Cortador de tela	TC	¢ 10.877,41	Graduado del INA *	TMED	¢ 347.405,37	Operador de Radio-Taxi	TC	¢ 10.877,41
Cosedor Piezas /Prendas a Máquina	TC	¢ 10.877,41	Guarda *	TSCG	¢ 315.364,86	Operador de Escogedoras de Café	TC	¢ 10.877,41
Costurera (Modista)	TE	¢ 12.829,83	Guarda Custodio Valores-Portavalores	TCG	¢ 331.516,22	Operador Escaner separador colores	TES	¢ 19.910,28
Counter (Vendedor de Pasajes) *	TCG	¢ 331.516,22	Guía Turístico	TC	¢ 10.877,41	Operario en Construcción	TC	¢ 10.877,41
			Guillotina (Guillotina Eléctrica)	TC	¢ 10.877,41	Ordenador a Mano	TNC	¢ 9.822,07

Fuente: [http://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/lista\\_salarios\\_1\\_2017.PDF](http://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/lista_salarios_1_2017.PDF)

## Ilustración 59: "Salarios Mínimos 2 - MTSS".

Panadero	TC	¢ 10.877,41	Técnico Reparación Audio y Video	TES	¢ 19.910,28
Parrillero	TSC	¢ 10.680,80	Técnicos en Salud *	TEdS	¢ 428.138,90
Pastelero	TC	¢ 10.877,41	Tejedora Manual de Prendas, Muebles	TC	¢ 10.877,41
Pedimentador Aduana, Vapores	TE	¢ 12.829,83	Telefonista *	TSCG	¢ 315.364,86
Peinadora	TC	¢ 10.877,41	Tornero en Madera	TC	¢ 10.877,41
Peón Agrícola Labores Livianas	TNC	¢ 9.822,07	Tornero en Metal	TE	¢ 12.829,83
Peón Agríc Labores Pesadas (8 hrs.)	TNC	¢ 9.822,07	Tractorista (Oruga o Llanta)	TC	¢ 10.877,41
Peón de Bodegas Frias	TC	¢ 10.877,41	Tramitador - Abridor Aduarial	TSC	¢ 10.680,80
Peón de Camión Distribuidor	TNC	¢ 9.822,07	Vagonetero	TC	¢ 10.877,41
Peón de Carga y Descarga	TNC	¢ 9.822,07	Verdadero	TSC	¢ 10.680,80
Peón de Construcción	TNC	¢ 9.822,07	Zapatero	TC	¢ 10.877,41
Peón de Jardín	TNC	¢ 9.822,07			
Peón en General	TNC	¢ 9.822,07			
Periodista *		¢ 775.161,64			
Pilero (Lavador de Platos)	TNC	¢ 9.822,07			
Pintor Automotriz	TE	¢ 12.829,83			
Pintor de Brocha Gorda	TC	¢ 10.877,41			
Pistero	TSC	¢ 10.680,80			
Pizzero (Cocina Pizzas Preparadas)	TSC	¢ 10.680,80			
Portero *	TNCG	¢ 283.132,87			
Prensista de Artes Gráficas	TE	¢ 12.829,83			
Preparador documentos, Ag. Aduana	TE	¢ 12.829,83			
Programador de Computación	TE	¢ 12.829,83			
Programador en Radioemisoras	TE	¢ 12.829,83			
Proveedor *	TCG	¢ 331.516,22			
Quemador de Marcos (Serigrafía)	TC	¢ 10.877,41			
Quemador de Planchas	TE	¢ 12.829,83			
Recamarera	TNC	¢ 9.822,07			
Recepcionista *	TSCG	¢ 315.364,86			
Recibidor de docu, Ag. Aduana	TE	¢ 12.829,83			
Recolectores de Café Cajuela		¢ 935,19			
Recolectores de Coyal	Kilo	¢ 30,75			
Relojero	TC	¢ 10.877,41			
Repartidor de Cargas Livianas	TNC	¢ 9.822,07			
Repartidor-Propagandista	TNC	¢ 9.822,07			
Repostero	TC	¢ 10.877,41			
Sabanero	TNC	¢ 9.822,07			
Salonero	TNC	¢ 9.822,07			
Sastre (Prendas a la Medida)	TE	¢ 12.829,83			
Secretaria *	TCG	¢ 331.516,22			
Secretaria*	TMED	¢ 347.405,37			
Secretaria*	DES	¢ 462.408,00			
Secretaria*	Bach	¢ 524.477,85			
Secretaria*	Lic	¢ 629.395,00			
Sellista (Artes Gráficas)	TC	¢ 10.877,41			
Servicio Doméstico *		¢ 178.703,50			
Soldador (Soldaduras Especiales)	TE	¢ 12.829,83			
Soldador en General	TC	¢ 10.877,41			
Tapicero	TC	¢ 10.877,41			
Taxista 30% Entradas Brutas (ó si se Interrumpe el Servicio)		¢ 11.615,26			
Talleres Dentales (Operarios)	TC	¢ 10.877,41			
Técnico de Educación Superior *	TEdS	¢ 428.138,90			
Técnico en Aire Acondicionado	TC	¢ 10.877,41			
Técnico en Aparatos Ortopédicos	TES	¢ 19.910,28			
Técnico en Lentes de Contacto	TES	¢ 19.910,28			
Téc. Refrigeración Doméstica-Indus.	TES	¢ 19.910,28			
Técnico en Registros Médicos *	TCG	¢ 331.516,22			
Técnico Máq. Coser Ind. Especiales	TES	¢ 19.910,28			
Técnico Medio Educ. Diversificada *	TMED	¢ 347.405,37			

Estos salarios contienen un incremento del 1.14 % para todas las categorías del Decreto en relación con los salarios mínimos del periodo anterior, excepto para servicio doméstico ya que se le otorgo un 1.50 %.

Para efectos de los Salarios Mínimos el instrumento para la clasificación de ocupaciones son los Perfiles Ocupacionales aprobados por el Consejo Nacional de Salarios. De conformidad con ellos se ha elaborado esta guía ilustrativa que contiene algunas ocupaciones clasificadas por Personal Técnico del Departamento de Salarios, en el entendido de que se basan en las tareas típicas conocidas, por lo que un puesto determinado podría tener una clasificación distinta según sus características y responsabilidades específicas.

Esta lista está disponible en: [www.mtss.go.cr](http://www.mtss.go.cr)  
Para consultas laborales llama gratuitamente:

**800 TRABAJO**  
**800 872 22 56**

**Documento gratuito, prohibida  
su reproducción y venta**



## DEPARTAMENTO DE SALARIOS

Lista de ocupaciones clasificada por el personal  
técnico del Departamento

## SALARIOS MÍNIMOS

SECTOR PRIVADO

PRIMER Y SEGUNDO SEMESTRE 2017

Decreto N°40022-MTSS, publicado en La Gaceta 230, Alcance  
N°278 del 30 de NOVIEMBRE del 2016. Rige 1° de enero del 2017.

## SIGLAS Y SALARIOS MÍNIMOS:

TNC: Trabajador no Calificado	¢ 9.822,07
TSC: Trabajador Semicalfificado	¢ 10.680,80
TC: Trabajador Calificado	¢ 10.877,41
TE: Trabajador Especializado	¢ 12.829,83
TNCG: Trabajador no Calificado Genéricos	¢293.132,67*
TSCG: Trabajador Semicalfificado Genéricos	¢315.364,86*
TCG: Trabajador Calificado Genéricos	¢331.516,22*
TMED Técnico Medio Educación Diver.	¢347.405,37*
TEG: Trabajador Especializado Genéricos	¢372.288,99*
TEdS: Técnico de Educación Superior	¢428.138,90*
DES: Diplomados de Educación Superior	¢462.406,00*
Bach: Bachiller Universitario	¢524.477,85*
Lic.: Licenciado Universitario	¢629.395,00*
TES: Trabajador Especialización Superior	¢ 19.910,28

\* Salario mensual.

El que no tiene ninguna indicación, está por  
.....jornada ordinaria.

Para mayor información y debido a que se han hecho circular algunas listas alteradas, se sugiere consultar personalmente en la Oficina de Salarios, en Barrio Tournon del Edif. Benjamín Núñez 50 metros sureste sobre calle paralela, Edificio Anexo, al Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Segundo Piso.

Teléfono: 2256 2221 Fax: 2257 4633. **Acti** **Ve a C**

Fuente: [http://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/lista\\_salarios\\_1\\_2017.PDF](http://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/lista_salarios_1_2017.PDF)



27 de noviembre de 2017

Señores

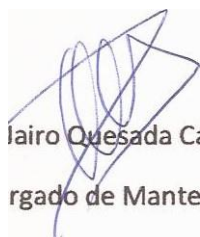
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

En representación de Irex de Costa Rica, yo Jairo Quesada Campos en mi condición de Encargado de Mantenimiento Eléctrico en esta empresa, les informo que se me asignó al estudiante Aldair Ondoy Trigueros, cedula 702300819, para supervisar su práctica universitaria, la misma consistía en elaborar un Dispositivo de Control de producción, para la línea de llenado líquidos, específicamente el llenado de galones de hipoclorito de sodio.

El estudiante Ondoy Trigueros, atendió y corrigió todas las observaciones que se le realizaron en las diferentes reuniones que tuvimos, dando como resultado un dispositivo acorde a nuestras necesidades, proveyendo una solución a un problema que actualmente tenemos en la empresa.

Sin más por el momento, me despido.



Jairo Quesada Campos  
 Encargado de Mantenimiento Eléctrico  
 Irex  
 Costa Rica S.A.



