UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN

DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA

“Diseño e instalación de un sistema de monitoreo y control de los equipos de producción en la empresa KAIZEN S.A. utilizando un sistema Andon”

TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

Br. Tulio Antonio Mairena Álvarez

Tutor:

Ing. Álvaro Antonio Gaitán

Managua – Nicaragua

Diciembre de 2018

Dedicatoria

A mi madre por su apoyo incondicional en cada uno de los momentos de mi vida, Por enseñarme valores y gracias a ella ser una persona de bien, por ser el gran pilar de mi vida, por los consejos que me ha brindado, la confianza, paciencia y comprensión que solo una madre puede dar.

A mis hermanas, que me han ayudado incondicionalmente, siempre que lo he necesitado.

Tulio A. Mairena Alvarez.

Agradecimiento

Le doy gracias a mi madre por su apoyo incondicional siempre y ser el pilar de mi vida.

Le estoy agradecido a mis hermanas que me han demostrado su amor incondicional siempre.

A mi tutor que Ing. Álvaro Gaitán que me apoyo a lo largo del trabajo monográfico.

Le doy las gracias a la empresa ***Kaizen S.A****. por brindarme la oportunidad de implementar el proyecto del Sistema Andon.*

Le doy gracias a mis amistades dentro y fuera de la universidad que me extendieron su mano.

Tulio A. Mairena Alvarez.

RESUMEN

Este documento muestra los resultados obtenidos en la automatización de un sistema de control y monitoreo en el proceso de producción en la empresa KAIZEN, S.A utilizando un sistema Andón, el cual se encarga de dar aviso ante problemas en maquinaria o algún problema dado en la línea, y dar una respuesta a los posibles daños en el menor tiempo posible, utilizando un torre andón y estableciendo una comunicación entre esta y una base de dato en un cómputo mediante el NodeMCU con módulo ESP8266, debido que este nos permite tener con mayor facilidad la comunicación inalámbrica por medio de Wifi.

Este sistema permite a los operarios de línea o cualquier miembro de la empresa a transmitir información, permitiendo al área técnica estar atenta a cualquier posible daño, de una manera fácil de manipular, ocasionando menos perdidas económicas a la empresa dadas por detención de producción, permitiendo así mejorar los tiempos de respuestas antes dichas fallas.

Contenido

Índice de Ilustraciones

Índice de Tablas

Introducción

La empresa KAIZEN S.A. es una empresa textilera de gran capacidad, que posee fuerte ingresos económicos por su gran producción de los diferentes estilos de camisas que ofrecen como producto, en muchas ocasiones se enfrenta a problemas sistemáticos en sus procesos de producción y el área de mantenimiento no abarca todas las maquinarias de la empresa en tiempo y forma por lo que no se puede llevar un control preciso de las pérdidas que esto genera.

Esto provoca que la empresa tenga perdidas de eficiencia y rentabilidad, esto se traduce en pérdidas económicas por la falta de control de los tiempos muertos que se generan en las líneas de producción.

Por esta razón se opta por Automatizar un sistema de control y monitoreo en el proceso de producción en la empresa KAIZEN, S.A utilizando un Sistema Andón, este está compuesto por un programa que gobierna una cantidad determinada de componentes físicos interconectados entre sí y se comunica a una base de datos, permitiendo alarmar por posibles daños que detengan la producción, evitando así que la empresa posea mayores pérdidas económicas y que estas disminuyan con la facilidad, cada persona de mantenimiento sepa que no se está trabajando de la mejor manera y se pueda resolver cualquier inconveniente con dicha información transmitida.

Objetivo General

Desarrollar un Sistema de control y monitoreo que contribuya a mejorar en tiempo real el monitoreo de la línea de producción en sesenta estaciones de trabajo en la empresa KAIZEN, S.A. ubicada en Managua, Nicaragua.

Objetivos Específicos:

1. Diseñar un sistema de alarma visual, mediante el uso de un microcontrolador que estará conectado a una baliza (torre de luz), que permita ser controlado a través de 3 Push Button.
2. Diseñar un sistema visual (un monitor) de monitoreo que le permita al gerente visualizar el estado actual de la línea de producción de cada módulo.
3. Elaborar un sistema inalámbrico de transmisión y recepción, mediante el uso de la tecnología inalámbrica, que permita la comunicación entre el sistema de alarma visual (baliza) y el sistema visual (monitor).
4. Desarrollar un manual de usuario que indique de forma directa y sencilla el uso, función y solución de posibles problemas detectados por Andon.
5. Implementar el Sistema Andon en el área de la línea de producción de la empresa KAIZEN, S.A.

Justificación

KAIZEN S.A se enfrenta a problemas sistemáticos en sus procesos de producción, para ello existe un sistema llamado ANDON en la cual es una herramienta necesaria en el sitio de producción para que la empresa KAIZEN, S.A. aumente sus líneas de producción y evite los tiempos muertos de la empresa.

Con la implementación de este proyecto de monografía la empresa KAIZEN, S.A, pretende incrementar la disponibilidad de la maquinaria de producción, así como reducir costos causados por desperfectos de calidad y cumplimiento de metas de producción, actualmente el control de mantenimiento de máquinas de producción es lento, disminuyendo de esta manera el proceso de elaboración de prendas y el no cumplimiento de metas de producción.

El Sistema ANDON tiene como beneficio aproximarse a la eliminación de tiempos muertos, debido a que se basa en solicitar ayuda para la resolución de problemas que se presentan en el proceso de producción de manera inmediata, la cual permite que se resuelva de manera más rápida y efectiva.

Sin embargo, el reto a futuro de este sistema se centra en una fácil adaptación al proceso del Sistema ANDON, integrando la mayor cantidad de información de suma importancia en las señales visuales, recibiendo información de interés, para tomar las decisiones eficientes, mostrando así solamente la información necesaria, logrando de esta manera disminuir los tiempos de decisión.

Capítulo 1

1. Marco teórico.

1.1 Definición de Andón. (Medina & Navarrete, 2005) (Westin & Ragnmark, 2015) (LEANROOTS, 2016)

Es un término de fabricación se refiere a un sistema de información para notificar a la gestión, mantenimiento y otros trabajadores de un problema de calidad o detención del proceso, a través de señales, permite al operador solicitar ayuda del personal de apoyo cuando se presentan condiciones anormales en su trabajo teniendo como objetivos el evitar paros en la producción, asegurando la operación y especificaciones de calidad en el tiempo que se tiene contemplado para esta operación y por último, brindar información sobre el comportamiento del proceso de producción, esto en base a los sistemas electrónicos que lo manejan.

ANDON significa pedir ayuda mediante un monitoreo automático, pero con un elemento humano que evidencia los problemas o defectos en el proceso a partir de luces y sonidos que son activados por el propio trabajador para corregir la condición anormal.

Es uno de los principales elementos del método Jidoka de control de calidad desarrollada por Toyota, como parte del Sistema de Producción Toyota; por lo que ahora forma parte del enfoque Lean. Le da al trabajador la posibilidad de detener la producción cuando el producto presenta defectos, y llame de inmediato para obtener ayuda. Las razones más comunes para la activación manual de la Andon han descubierto parte, defecto creado o encontrado, mal funcionamiento del instrumento, o la existencia de un problema de seguridad. El trabajo se detiene hasta que una solución se ha encontrado. Las alertas se pueden registrar a una base de datos para que puedan ser estudiados como parte de un programa de mejora continua.

El sistema suele indicar que la alerta se generó, y también puede proporcionar una descripción del problema. Los sistemas modernos de Andon pueden incluir

texto, gráficos o elementos de audio. Alertas de audio se puede hacer con los tonos codificados, la música con temas diferentes que corresponden a las diversas alertas o mensajes verbales pregrabados.

Ilustración 1.- 1Sistema Andon (LEANROOTS, 2016)

El sistema ANDON es un sistema que “alerta” a todos los involucrados cuando hay un problema en el proceso, dando a conocer que algo en la operación no se encuentra en estado óptimo, la complejidad del sistema puede ser variable. La forma más simplificada es la de un despliegue de luces o señales luminosas en un tablero de producción que indican las condiciones de trabajo de las estaciones de producción.

Un color representa el estado en que la producción transcurre de forma normal, respetando la cadencia de producción estándar, sin problemas de calidad o seguridad. Los demás colores representan las categorías de fallo que se quieran identificar y se encienden cuando se produzca un fallo de la categoría correspondiente.

Los sistemas más evolucionados pueden detallar aún más los tipos de error, comunicar los fallos a una red informática y registrar datos sobre el funcionamiento del puesto o de la línea de producción.

1.2 Funcionamiento básico de un sistema ANDON (Rivadeneira & Ligña, 2012)

Comprende las siguientes etapas:

- El operador encargado presiona el botón cuando se presenta un problema o defecto en la línea de manufactura, se identifica el problema y se informa al supervisor o líder del equipo.

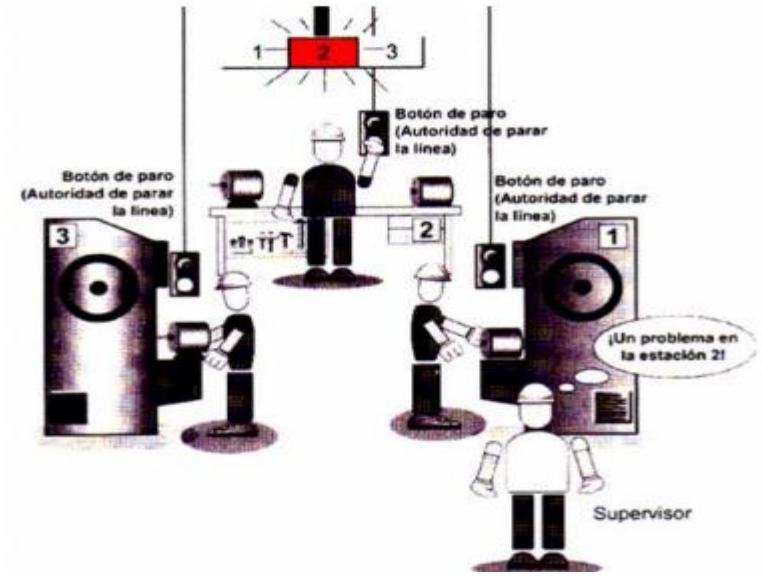


Ilustración 2.- Identificación del problema en línea. (Rivadeneira & Ligña, 2012)

- El supervisor o líder de equipo acude al llamado del operador y presiona el botón para indicar que se está encargando del problema.

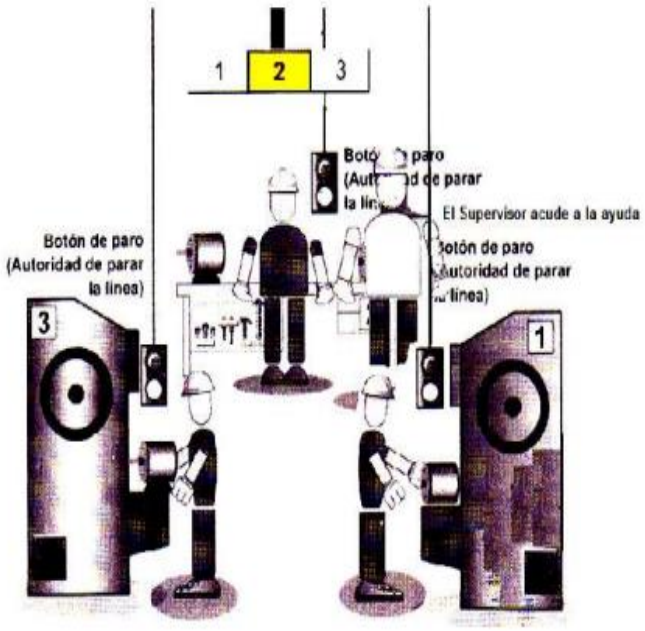


Ilustración 3 Etapa de acción sobre el problema. (Rivadeneira & Ligña, 2012)

- Al solucionar el problema, el supervisor o líder de equipo presiona nuevamente el botón para desactivar al indicador luminoso de la estación que reporto el problema.

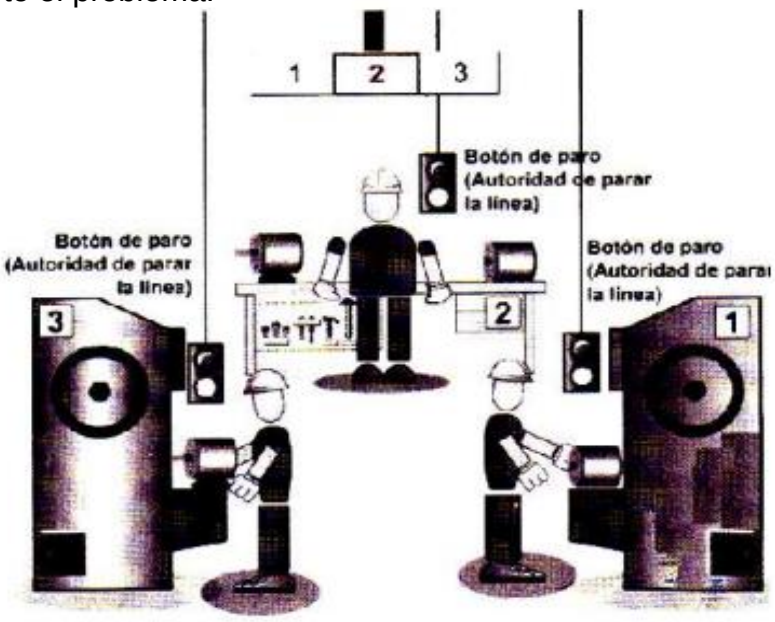


Ilustración 4 Etapa de finalización de alarma (Rivadeneira & Ligña, 2012)

1.3 Tipos de sistemas ANDON

Andon básicos: Los sistemas ANDON básicos tienen por objetivo cumplir con el principio “Pedir ayuda”, y se clasifican en los siguientes

1.3.1 Sistemas ANDON con Tablero de Control.

Los Sistemas Andon con Tablero de Control cuentan la producción en la línea de producción. Se conectan directamente a la máquina y muestran a los operadores el avance que dicha línea lleva.

No se recomienda que se pongan en máquinas individuales (prensas, sopladoras, etc.) porque su administración se hace complicada, ni en cuellos de botella, ya que los reportes que arroja son de producción, no de productividad.

1.3.1.1 Contador de Producción.

Este contador de producción tiene una entrada para conteo de piezas por medio de botón, un sensor, microswitch, salida del PLC o relevador. Tiene tres indicadores fijos: Meta, Producción y Diferencia.

Ilustración 5.-. Contador de Producción (Group, 2017)

1.3.1.2 ***Sistema Andon con Tablero de Control y cuerdas***

Esta variante es un sistema ANDON con tablero de control básico, pero su diferencia radica en que la ayuda se la pide con cuerdas que están localizadas a lo largo de toda la línea de producción en lugar de pulsadores, las cuerdas tienen un arreglo tal, que accionan al sistema cada vez que son haladas levemente por parte del operador, solo se tiene un pulsador que es para reportar problemas en toda la línea.

1.3.1.3 ***Variante de sistema ANDO con Tablero de Control y Takt Time***

Este sistema es una variación del sistema ANDON con tablero de control y cuerdas, pero además puede tener más de un pulsador en la línea, como genera un registro del takttime (ritmo de producción) debe tener adicionalmente lo siguiente: un tablero de control de estaciones y takt time

Este sistema se les recomienda a las plantas de producción con las siguientes características:

- Medianas y grandes que requieran un control visual superior a 50 mts.
- Que tengan una estructura de equipos autónomos, en este caso LET o supervisor será el encargado de clasificar el tipo de problema que tiene y deberá coordinar la ayuda.

Ilustración 6.- Tablero con Takt Time (Group, 2017)

1.4 Propósito del sistema Andon (Medina & Navarrete, 2005)

El propósito primordial del sistema Andon es dar a conocer el estado actual en tiempo real de los módulos en la planta, mediante un Sistema Visual.

El sistema Andon permite recolectar la información necesaria, para determinar MTTR[1], MTBF[2] y la disponibilidad, por medio lo cual, se logrará determinar los problemas más frecuentes; el cual permitirá reconocer la raíz de los problemas y eliminarlos dentro del proceso para que no se vuelvan a presentar posteriormente.

Por último, tenemos el propósito de informar a la gerencia de la operación actual; esto permite llevar un control inmediato acerca de a condición actual de la planta KAIZEN, S.A. y de esta manera tomar los correctivos necesarios.

[1] Tiempo Medio Para Repara
[2] Tiempo Medio Entre Fallas

1.5 Beneficios. (Suarez, 2015)

Los beneficios que este sistema trae al proceso son demasiados; primero que todo el sistema Andon brinda soporte al mejoramiento continuo en seguridad, calidad, costo y a la gente. Es usado como una herramienta de comunicación formal que alerta a la Organización en la llamada para pedir ayuda en condiciones de proceso anormales. El proceso de respuesta de Andon debe poder soportar y corregir situaciones lo más rápido que sea posible. Pues el factor tiempo es el que determina la eficacia de este sistema, pues se debe recordar que lo que se busca es reducir el tiempo muerto.

2. Sistemas de Comunicaciones Inalámbricas

La comunicación inalámbrica es aquella en la que ni el emisor ni el receptor se encuentran unidos de manera física y se comunican mediante el uso de ondas electromagnéticas. Las comunicaciones inalámbricas ya que se basan en ondas de radio permiten movilidad y flexibilidad a diferencia de las comunicaciones por cableado, hablaremos un poco de su historia. (W, 2003)

2.1. Historia sobre las comunicaciones inalámbricas.

Para hablar de la historia de las redes inalámbricas nos remontaremos 1880, en este año, Graham Bell y Summer Tainter inventaron el primer aparato de comunicación sin cables, el fotófono. El fotófono permitía la transmisión del sonido por medio de una emisión de luz, pero no tuvo mucho éxito debido a que por aquel entonces todavía no se distribuía la electricidad y las primeras bombillas se habían inventado un año antes.

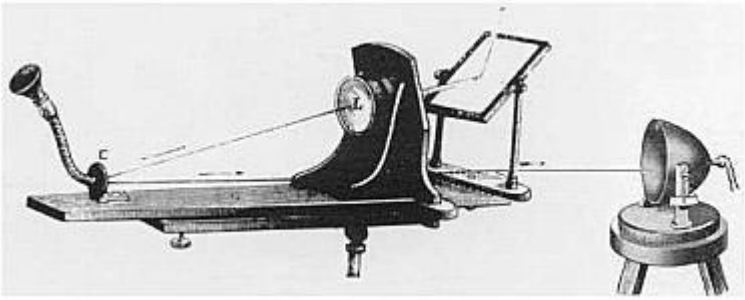


Ilustración 7.-El Fotófono (Contreras, 2010)

En 1888 el físico alemán Rudolf Hertz realizó la primera transmisión sin cables con ondas electromagnéticas mediante un oscilador que usó como emisor y un resonador que hacía el papel de receptor. Seis años después, las ondas de radio ya eran un medio de comunicación. En 1899 Guillermo Marconi consiguió establecer comunicaciones inalámbricas a través del canal de la Mancha, entre Dover y Wilmereux y, en 1907, se transmitían los primeros mensajes completos a través del Atlántico. También, durante la Segunda Guerra Mundial se produjeron importantes avances en este campo.

En la actualidad, existen diferentes tipos de Sistemas de Comunicaciones, entre los cuales destacan:

2.1.1. Bluetooth

La tecnología inalámbrica Bluetooth es una tecnología inalámbrica de corto alcance que permite la comunicación inalámbrica de datos entre dispositivos digitales, como un ordenador o una cámara digital. La tecnología inalámbrica BLUETOOTH funciona en un rango de aproximadamente 10 metros. Esta tecnología se basa en el estándar IEEE 802.15. La banda de transmisión de datos es de 2.4 GHz y 2.48 GHz. Lo habitual es establecer una conexión entre 2 dispositivos, pero algunos dispositivos pueden conectarse simultáneamente a varios dispositivos.

2.1.2. **Zigbee** (Farahani, 2008) (Faludi, 2011)

Es un protocolo estándar que sirve para la comunicación de redes inalámbricas de corto alcanza y de baja velocidad de datos. Los dispositivos basados en zigbee operan en bandas de frecuencia entre 868 MHz, 915 MHz y 2.5 GHz. La velocidad máxima de datos es de 250 Kbs. No hay que confundir Zigbee con Xbee, no son las mismas cosas. Zigbee es el protocolo de comunicaciones estándar para redes de baja potencia. Xbee es el dispositivo (hardware) que soporta varios protocolos de comunicación, incluyendo Zigbee, 802.15.4 y WiFi entre otros.

2.1.3. **Xbee** (Faludi, 2011) (Farahani, 2008)

Los módulos Xbee son soluciones integradas que brindan un medio inalámbrico para la interconexión y comunicación entre dispositivos. Son fabricados por Digi International, los cuales ofrecen una gran variedad de combinaciones de hardware, protocolos, antenas y potencias de transmisión. Fueron diseñados para aplicaciones que requieren de un alto tráfico de datos, baja latencia y una sincronización de comunicación predecible. Existen varios tipos de Xbee, entre las cuales tenemos:

- XBee Series 1 (también llamados XBee 802.15.4)
- XBee Znet 2.5 (Formalmente Series 2)
- ZB (el actual módulo Series2)
- 2B (el incluso más actual módulo Series2)
- XSC

2.1.4. **Wi-Fi** (Yaagoubi, 2012)

Este tipo de tecnología inalámbrica (WLAN), es la más conocida a nivel mundial. Utiliza el proceso de acceso múltiple por detección de portadora y prevención de colisiones (CSMA/CA). Se basa en el estándar 802.11 de la organización IEEE. Existen varios protocolos dentro de este estándar, de los más comunes son:

	802.11b	802.11g	802.11a
Máxima tasa de transferencia	11Mbps	54Mbps	54Mbps
Banda de frecuencia de operación	2.4GHz	2.4GHz	5GHz
Canales sin solapamiento	3	3	23
Fuentes de interferencia	Bluetooth, monitores de bebé, hornos microondas, transmisores de video	Bluetooth, monitores de bebé, hornos microondas, transmisores de video	Teléfonos inalámbricos, transmisores de video
Estándar aprobado	Si	Si	Si

Ilustración 8.-Protocolos 802.11 (Chamorro & Pietrosemoli, 2008)

2.2. Funcionamiento

Cuando conectamos nuestros dispositivos inalámbricos a una red WiFi para poder navegar por Internet nos estamos conectando a un router físicamente conectado a internet mediante un cable, este router transforma la información digital binaria (unos y ceros) en ondas de radio que son transmitidas a lo largo de un área y que son captadas por decodificadores que tienen nuestro dispositivo, dichos decodificadores vuelven a transformar las ondas de radio en información la digital inicial la cual es interpretada por el microprocesador y el software alojado en nuestro dispositivos.

3. **Microcontrolador** (Benchimol, 2011)

Aunque no los veamos, los microprocesadores y microcontroladores están en todas partes. Son unos chips omnipresentes capaces de resolver tareas de diversas complejidades. Sus aplicaciones pueden ser infinitas y están en la industria, la robótica, la domótica y las comunicaciones.

¿Qué es un microprocesador?

Los microprocesadores son circuitos integrados que contienen millones de transistores en su interior, los cuales crean circuitos complejos encargados de realizar diferentes tareas. También se los denomina unidad de procesamiento central o CPU, ya que muchos de ellos pueden actuar como el “cerebro” de un sistema computacional, administrando todas las tareas que este realice y llevando a cabo las operaciones con los datos.

El desarrollo de la tecnología VLSI (muy alta escala de integración), que produjo los microprocesadores, pronto permitió introducir en un solo chip todo un sistema mínimo. Esto dio nacimiento a la microcomputadora, actualmente conocida como microcontrolador.

¿Qué es un microcontrolador?

Es un circuito integrado programable de alta escala de integración que ejecuta las órdenes grabadas en su memoria, incorpora la mayor parte de los elementos que configuran un controlador. Dentro del microcontrolador encontramos una CPU, una memoria RAM para contener los datos, memoria para el programa tipo ROM/PROM/EPROM, el circuito de reset, el circuito oscilador, los puertos de entrada/salida (I/O).

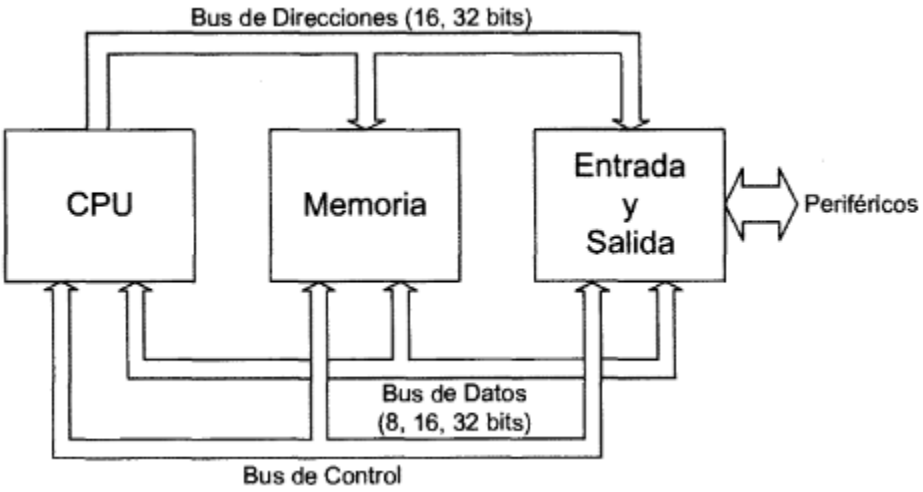


Ilustración 9.-Estructura interna de microcontrolador. (Valdés & Pallás, 2007)

Los microcontroladores están concebidos fundamentalmente para ser utilizados en aplicaciones puntuales, es decir, aplicaciones donde el microcontrolador debe realizar un pequeño número de tareas, al menor costo posible.

Toda microcomputadora requiere de un programa para que realice una función específica. Este se almacena normalmente en la memoria ROM. No está de más mencionar que sin un programa, los microcontroladores carecen de utilidad.

El propósito fundamental de los microcontroladores es el de leer y ejecutar los programas que el usuario le escribe, es por esto que la programación es una actividad básica e indispensable cuando se diseñan circuitos y sistemas que los incluyan. El carácter programable de los microcontroladores simplifica el diseño de circuitos electrónicos. Permiten modularidad y flexibilidad, ya que un mismo circuito se puede utilizar para que realice diferentes funciones con solo cambiar el programa del microcontrolador.

Las aplicaciones de los microcontroladores son vastas, se puede decir que solo están limitadas por la imaginación del usuario. (Valdés & Pallás, 2007)

No debemos confundir los microprocesadores con los microcontroladores. Los primeros, simplemente, son la unidad central de procesamiento. No incorporan puertos para control de periféricos, ni memoria de programa ni tampoco memoria

de datos. Están especialmente diseñados para procesar grandes cantidades de datos y son muy susceptibles al ruido eléctrico.

En cambio, los microcontroladores son una pequeña computadora inyectada en un chip. Están diseñados, principalmente, para el control industrial y no para el procesamiento de grandes cantidades de datos. Su principal ventaja radica en la alta inmunidad al ruido, el bajo costo y la reducción de espacio.

3.1. Arquitectura del microcontrolador

Aunque inicialmente todos los microcontroladores adoptaron la arquitectura clásica de von Neumann, en el presente se impone la arquitectura Harvard. La arquitectura de von Neumann se caracteriza por disponer de una sola memoria principal donde se almacenan datos e instrucciones de forma indistinta. A dicha memoria se accede a través de un sistema de buses único (direcciones, datos y control).

La arquitectura Harvard tiene la unidad central de proceso (CPU) conectada a dos memorias (una con las instrucciones y otra con los datos) por medio de dos buses diferentes. Una de las memorias contiene solamente las instrucciones del programa (Memoria de Programa), y los otros solo almacenos datos (Memoria de Datos). Ambos buses son totalmente independientes y pueden ser de distintos anchos. Para un procesador de Set de Instrucciones Reducido, o RISC (Reduced Instrucción Set Computer), el set de instrucciones y el bus de memoria de programa pueden diseñarse de tal manera que todas las instrucciones tengan una sola posición de memoria de programa de longitud (Benchimol, 2011) (Valdés & Pallás, 2007)

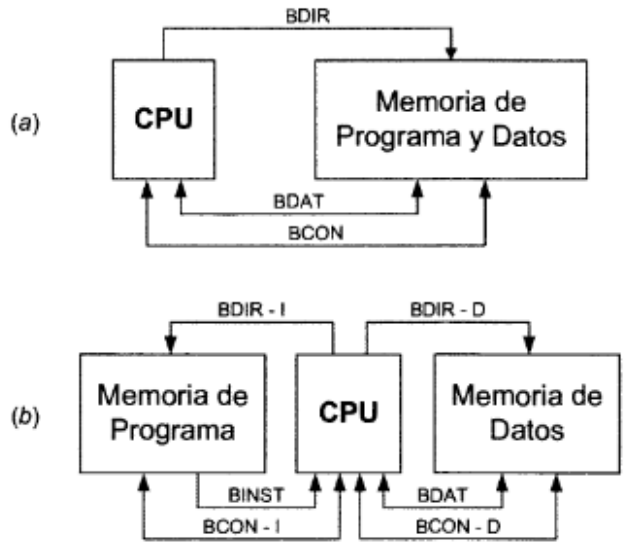


Ilustración 10.-Arquitecturas (a) Von Newman (b) Harvard (Valdés & Pallás, 2007)

Existen varias características que son fundamentales tomar en cuenta al momento de diseñar un proyecto y que deben ser tomadas en cuenta, al momento de elegir un microcontrolador:

- Recursos de entrada y salidas, en ocasiones se requiere hacer énfasis en los recursos de entrada y salida del dispositivo.
- Espacio optimizado. Se trata de tener en el menor espacio posible, y a un coste razonable, los elementos esenciales para desarrollar un proyecto.
- El microcontrolador idóneo para el proyecto. Se procura que el diseñador disponga del microcontrolador a la medida de su aplicación.
- Bajo consumo. Dado que hay muchas aplicaciones donde se desea utilizar baterías como fuente de alimentación, es altamente requerido que el microcontrolador consuma poca energía y a la vez consuma muy poco cuando no esté realizando ninguna acción.

Existen varios fabricantes de microcontroladores tales como Texas Instruments, Motorola, Atmel, Intel, Microchip, Toshiba, Nacional, etc. Todos ellos ofrecen microcontroladores con características más o menos similares, sin embargo, en

términos generales se puede decir que todos sirven para lo mismo: leer y ejecutar los programas del usuario.

Evidentemente algunos modelos tienen más capacidad que otros, en cuanto a memoria, velocidad, periféricos, etc.

En el diseño de un sistema con microcontrolador se pueden elegir dispositivos de cualquiera de los fabricantes y satisfacer la necesidad del sistema en cuestión, pero también se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Disponibilidad de los microcontroladores en el mercado local y/o global. Algunos microcontroladores son más comúnmente encontrados en las casas de electrónica que otros. No es conveniente emprender un proyecto basado en cierto microcontrolador que escasea en el mercado local y/o global ya que podría no satisfacer nuestra demanda y detener el proyecto.

- Disponibilidad de información y herramientas de desarrollo. Actualmente la mayoría de los fabricantes de microcontroladores ofrecen información suficiente para entender la operación y funcionamiento de sus dispositivos. El punto débil de algunos fabricantes es la pobre distribución de sus herramientas de desarrollo (programadores, emuladores, software, etc.) o bien su alto costo.

- Precio. Hay gente y/o empresas que tienen los recursos para pagar lo que sea necesario cuando se trata de tecnología, sin embargo, la mayoría prefiere ahorrarse dinero, por lo que el precio resulta un punto a favor en la selección de un fabricante de microcontroladores.

- El modelo de microcontrolador específico que se debe elegir depende de la aplicación, aunque uno puede hacer un juicio sobre la capacidad de un microcontrolador tomando en cuenta su capacidad de memoria, la cantidad de puertos de entrada y salida, los periféricos, la velocidad a la cual ejecuta las instrucciones, etc.

3.2. Componentes de un microcontrolador. (Valdés & Pallás, 2007)

Un microcontrolador combina los recursos fundamentales disponibles en un microcomputador, es decir, la CPU, la memoria y los recursos de entrada y salida.

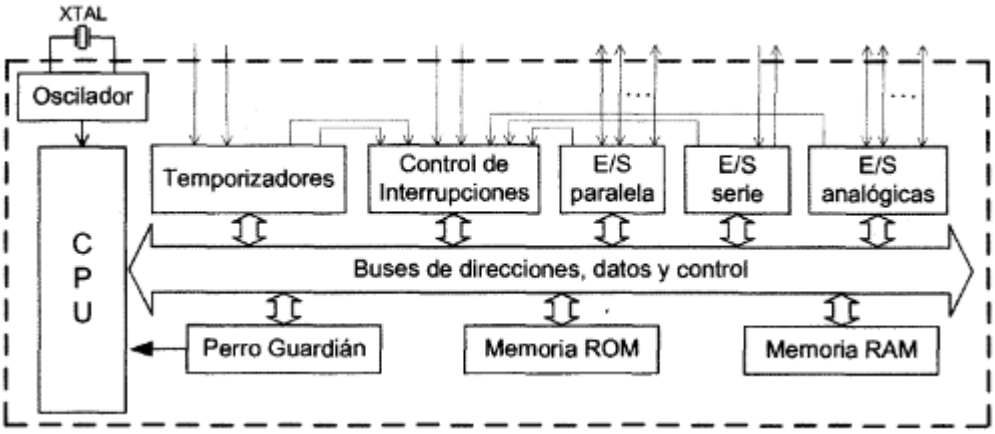


Ilustración 11.-Esquema de bloques general de un microcontrolador (Valdés & Pallás, 2007)

Los microcontroladores disponen de un oscilador que genera los pulsos de sincronizan todas las operaciones internas. Normalmente esté es controlado por un oscilador de cristal de cuarzo, debido a su gran estabilidad de frecuencia.

La CPU es el cerebro del microcontrolador y trae las instrucciones del programa, una a una, desde la memoria donde están almacenadas, las interpreta y hacen que se ejecuten. La CPU dispone de diferentes registros, algunos de propósito general y otros específicos. Entre estos últimos están el Registro de Acumulador, Registro de Estado, el Contador de Programa, Registro de Direcciones de Datos y el Puntero de la Pila.

La memoria del microcontrolador es el lugar donde son almacenadas las instrucciones del programa y datos que manipulan. Existen 2 tipos de memoria: la memoria RAM[3] y la ROM[4].

La RAM es una memoria de lectura y escritura, que además es volátil, es decir, pierde la información almacenada cuando falta la energía que alimenta dicha

[3] Random Access Memory
[4] Read Only Memory

memoria. La ROM se usa para almacenar permanente el programa que debe ejecutar el microcontrolador y dicha memoria no es volátil.

3.3. Programación de microcontroladores (Valdés & Pallás, 2007) (Benchimol, 2011)

La programación de los microprocesadores puede realizar en tres tipos de niveles básicos de lenguajes: Código de Máquina, Ensamblador y de Alto nivel.

El lenguaje o código de máquina es el constituido por los códigos binarios de las instrucciones que puede ejecutar el microcontrolador. En el lenguaje de máquina, cada instrucción de un programa está formada por un grupo de dígitos binarios (el lenguaje maquina se le conoce también como lenguaje de bajo nivel debido a que las instrucciones no son propias del lenguaje humano).

Otro tipo de lenguaje más especializado es el lenguaje ensamblador. El lenguaje ensamblador es una lista con un limitado número instrucciones a los cuales puede responder un microcontrolador. Estas instrucciones son palabras o abreviaciones que representan las instrucciones en lenguaje máquina del microcontrolador.

Un programa escrito en lenguaje ensamblador no se puede ejecutar directamente en el microcontrolador, es necesario “traducirlo” al lenguaje de máquina, este proceso se denomina Ensamblaje y lo realiza un programa denominado Ensamblador.

Por último, se encuentra el lenguaje de alto nivel. Se llaman de alto nivel porque su sistema de programación está a la altura misma del lenguaje conceptual, matemático y de organización del propio hombre. El desarrollo de los lenguajes de alto nivel fue necesario como consecuencia de la adaptación de la máquina al hombre. Esto trajo muchas ventajas que hicieron que este tipo de lenguaje de programación se impusiera rápidamente. Por un lado, al ser un lenguaje próximo al del hombre –que, en definitiva, es quien tiene que programarlos–, permite la reducción de los costos de software, así como también del tiempo de desarrollo. Otras ventajas son su facilidad de aprendizaje, la posibilidad de realizar programación estructurada y el hecho de que para usarlo no es imprescindible

tener conocimiento del hardware. Entre los lenguajes de alto nivel, los más conocidos son: MATLAB, COBOL, BASIC, C/C++.

3.4. Entorno de Desarrollo Integrado

Un entorno de desarrollo integrado, es un entorno de programación que ha sido empaquetado como un programa de aplicación, es decir, consiste en un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfica (GUI).

Los IDE proveen un marco de trabajo amigable para la mayoría de los lenguajes de programación tales como C++, PHP, Python, Java, C#, Delphi, Visual Basic, etc. En algunos lenguajes, un IDE puede funcionar como un sistema en tiempo de ejecución, en donde se permite utilizar el lenguaje de programación en forma interactiva, sin necesidad de trabajo orientado a archivos de texto.

4. **ESP8266** (Espressif Inc., 2015)

Es uno de los chips con WI-Fi integrado más usados. De dimensiones muy reducidas que varían dependiendo del modelo que se escoja. Integra el procesador Tensilica L106 de 32 bits, que presenta un consumo de energía muy bajo y un conjunto de instrucciones reducido de 16 bits. Trabaja a una velocidad de 80MHz, aunque puede alcanzar una velocidad máxima de 160MHz.

El ESP8266 se trata de un SoC o Sistema en Chip. Básicamente consiste en un chip que tiene todo integrado (o casi todo) para que pueda funcionar de forma autónoma como si fuera un ordenador. En el caso del ESP8266 lo único que no tiene es una memoria para almacenar los programas.

Categories	Items	Parameters
Wi-Fi	Standards	FCC/CE/TELEC/SRRC
	Protocols	802.11 b/g/n/e/i
	Frequency Range	2.4 G ~ 2.5 G (2400M ~ 2483.5M)
	Tx Power	802.11 b: +20 dBm
		802.11 g: +17 dBm
		802.11 n: +14 dBm
	Rx Sensitivity	802.11 b: -91 dbm (11 Mbps)
		802.11 g: -75 dbm (54 Mbps)
		802.11 n: -72 dbm (MCS7)
	Antenna	PCB Trace, External, IPEX Connector, Ceramic Chip
Hardware	CPU	Tensilica L106 32-bit micro controller
	Peripheral Interface	UART/SDIO/SPI/I2C/I2S/IR Remote Control
		GPIO/ADC/PWM
	Operating Voltage	3.0 V ~ 3.6 V
	Operating Current	Average value: 80 mA
	Operating Temperature Range	-40°C ~ 125°C
	Storage Temperature Range	-40°C ~ 125°C
	Package Size	QFN32-pin (5 mm x 5 mm)
	External Interface	-
Software	Wi-Fi Mode	station/softAP/SoftAP+station
	Security	WPA/WPA2
	Encryption	WEP/TKIP/AES
	Firmware Upgrade	UART Download / OTA (via network)
	Software Development	Supports Cloud Server Development / Firmware and SDK for fast on-chip programming
	Network Protocols	IPv4, TCP/UDP/HTTP/FTP
	User Configuration	AT Instruction Set, Cloud Server, Android/iOS App

Ilustración 12.-. Características del ESP8266. (Espressif Systems IOT Team, 2015)

4.1. **NodeMCU** (Espressif Inc., 2015) (Espressif Systems IOT Team, 2015)

NodeMCU es una placa de desarrollo totalmente abierta, a nivel de software y de hardware, debido a esto se genera una gran confusión con respecto a las diferentes versiones que hay de NodeMCU. Lo que te tiene que quedar claro es que todos los NodeMCU se basan en los mismos módulos el ESP-12 y ESP-12E que este a su vez se basan en el SoC ESP8266.

En principio el nombre NodeMCU se refería principalmente al firmware. Actualmente esto se ha invertido y cuando hablamos de NodeMCU normalmente nos referimos a la placa de desarrollo.

El firmware NodeMCU podía grabarse en un ESP8266, tras lo cual podíamos programarlo con el lenguaje script Lua. Con el paso del tiempo y la aparición de otras alternativas para programar ESP8266, como (especialmente) con C++ con el entorno del Arduino y otras como MicroPython, el interés en Lua ha disminuido considerablemente.

4.2. Versiones del NodeMCU

La versión original del NodeMCU se denominó devkit v0.9, y montaba un ESP12 junto a 4MB de flash (recordemos que la memoria en el ESP8266 es externa y se conecta por SPI). El ESP12 es similar al ESP12E, pero carece de una hilera de pines por lo que dispone de menos GPIO.

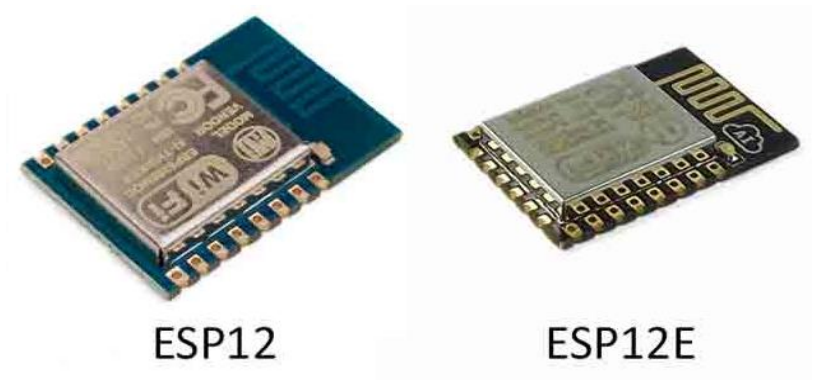


Ilustración 13.-Versión ESP8266-12 y ESP8266-12E. (ElectronicWings, 2017)

La siguiente versión del NodeMCU es la v1.0 V2. De forma resumida Amica, una compañía creada por el alemán Gerwin Janssen, fabricó su propia versión mejorada de la v0.9.

Ilustración 14.-NodeMCU V2

4.3. Programación del NodeMCU (ElectronicWings, 2017)

Después de configurar ESP8266 con el firmware NodeMCU, veamos el IDE (entorno de desarrollo integrado) requerido para el desarrollo de NodeMCU.

- NodeMCU con ESPlorer IDE: Los scripts de Lua se utilizan generalmente para codificar la NodeMCU. Lua es un lenguaje de script de código abierto, ligero e integrable construido sobre el lenguaje de programación C.
- NodeMCU con Arduino IDE: Esta es otra forma de programar el NodeMCU con un IDE conocido, el IDE de Arduino. También podemos desarrollar aplicaciones en NodeMCU utilizando el entorno de desarrollo Arduino. Esto facilita las cosas para los desarrolladores de Arduino que aprender un nuevo idioma e IDE para NodeMCU.

Diferencia en el uso de ESPlorer y Arduino IDE

Bueno, hay una diferencia en el lenguaje de programación que podemos decir al desarrollar una aplicación para NodeMCU utilizando ESPlorer IDE y Arduino IDE. Necesitamos codificar en lenguaje de programación C \ C ++ si estamos utilizando Arduino IDE para desarrollar aplicaciones NodeMCU y lenguaje Lua si estamos utilizando ESPlorer IDE.

Básicamente, NodeMCU es un Intérprete de Lua, por lo que puede entender el script Lua fácilmente. Cuando escribimos los scripts Lua para NodeMCU y los enviamos/subimos a NodeMCU, se ejecutarán de forma secuencial. No construirá un archivo de firmware binario de código para que NodeMCU escriba. Enviará el script Lua como está a NodeMCU para que se ejecute.

En Arduino IDE, cuando escribimos y compilamos el código, la cadena de herramientas ESP8266 en segundo plano crea un archivo de firmware binario del código que escribimos. Y cuando lo cargamos en NodeMCU, entonces se actualizará todo el firmware de NodeMCU con el código de firmware binario recién generado. De hecho, escribe el firmware completo. (ElectronicWings, 2017) (Espressif Systems IOT Team, 2015)

5. Relé

5.1. Definición.

Un relevador, también conocido en algunos países como relé o relay, es un interruptor cuyo control corre por cuenta de un circuito eléctrico. Permite abrir o cerrar contactos mediante un electroimán y de esta manera dejar circular la corriente eléctrica. Desarrollado en la primera mitad del siglo XIX por el físico norteamericano Joseph Henry, a través de una bobina y un electroimán incide sobre diversos contactos para la apertura o el cierre de otros circuitos, que funcionan de manera independiente.

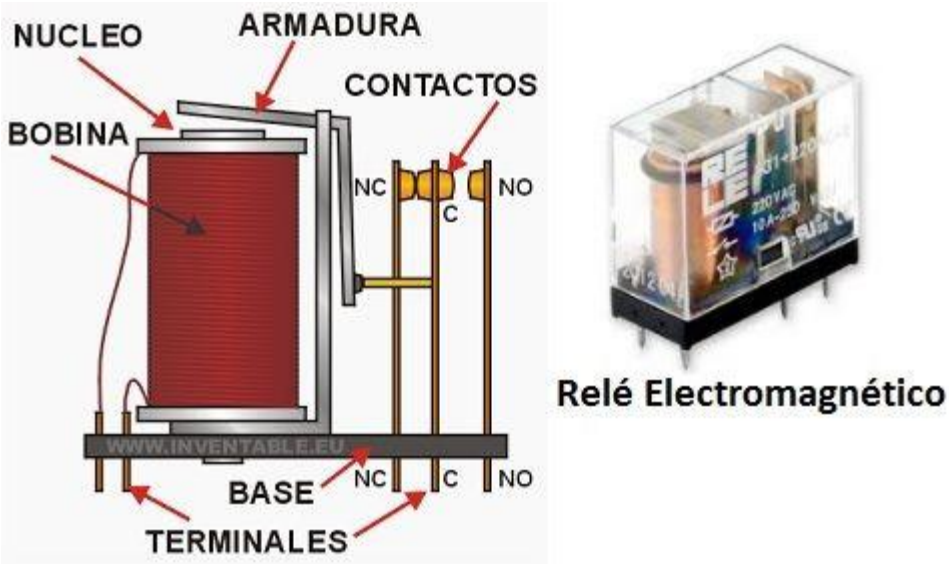


Ilustración 15.-Relé Electromagnético (Tecnología, 2016)

Lo que hace la bobina es crear un campo magnético que lleva los contactos a establecer una conexión. El electroimán, por su parte, permite el cierre de los contactos. De esta forma, el relevador actúa como un interruptor que puede fomentar el paso de la corriente eléctrica o su interrupción.

Los relevadores, en definitiva, permiten desarrollar una conmutación a distancia, controlando altas tensiones con un bajo voltaje en retorno. También sirven para interrumpir la alimentación de corriente alterna. Los automóviles y las centrales telefónicas, por ejemplo, cuentan con relevadores.

En palabras más sencillas, el relevador permite controlar una gran cantidad de electricidad operando con una cantidad muy pequeña. Se trata de instrumentos que brindan una mayor seguridad en distintos dispositivos que funcionan con el uso de energía eléctrica, ya que sus contactos permiten abrir o cerrar circuitos eléctricos (es decir, generar o interrumpir la conexión).

5.2. Características generales.

Las características generales de cualquier relé son:

- El aislamiento entre los terminales de entrada y de salida.
- Adaptación sencilla a la fuente de control.
- Posibilidad de soportar sobrecargas, tanto en el circuito de entrada como en el de salida.
- Las dos posiciones de trabajo en los bornes de salida de un relé se caracterizan por: En estado abierto, alta impedancia, y en estado cerrado, baja impedancia.

Para los relés de estado sólido se pueden añadir:

- Gran número de conmutaciones y larga vida útil.
- Conexión en el paso de tensión por cero, desconexión en el paso de intensidad por cero.
- Ausencia de ruido mecánico de conmutación.
- Escasa potencia de mando, compatible con TTL y MOS.
- insensibilidad a las sacudidas y a los golpes.
- Cerrado a las influencias exteriores por un recubrimiento plástico.

5.3. Tipos de Relé (Universidad de Valencia, 2016)

1) Relés electromecánicos: Están formados por una bobina y unos contactos los cuales pueden conmutar corriente continua o bien corriente alterna. Vamos a ver los diferentes tipos de relés electromecánicos.
2) Relés de tipo armadura: Son los más antiguos y también los más utilizados. El esquema siguiente nos explica prácticamente su constitución y funcionamiento. El electroimán hace vascular la armadura al ser excitada, cerrando los contactos dependiendo de si es N.O ó N.C (normalmente abierto o normalmente cerrado).

3) Relés de Núcleo Móvil: Estos tienen un émbolo en lugar de la armadura anterior. Se utiliza un solenoide para cerrar sus contactos, debido a su mayor fuerza atractiva (por ello es útil para manejar altas corrientes).

4) Relé tipo Reed o de Lengüeta: Formados por una ampolla de vidrio, en cuyo interior están situados los contactos (pueden se múltiples) montados sobre delgadas láminas metálicas. Dichos contactos se cierran por medio de la excitación de una bobina, que está situada alrededor de dicha ampolla.

5) Relés de estado sólido: Un relé de estado sólido SSR (Solid State Relay), es un circuito electrónico que contiene en su interior un circuito disparado por nivel, acoplado a un interruptor semiconductor, un transistor o un tiristor. Por SSR se entenderá un producto construido y comprobado en una fábrica, no un dispositivo formado por componentes independientes que se han montado sobre una placa de circuito impreso.

Capítulo 2:

2. Análisis y Presentación de Resultados

En este capítulo se detallan los diferentes procesos y avances que se obtuvieron en la empresa Kaizen, se evaluaron diferentes formas de mejorar la producción y el control de la materia prima, así como, del estado de las maquinarias, tomando en cuenta cada una de las tecnologías posible a utilizar.

2.1 Etapa de Análisis

Inicialmente se entrevistó al Sr. Héctor Téllez gerente de Mejora Continua de la Empresa KAIZEN S.A. para definir la problemática que dicha empresa estaba atravesando, la cual, se traducía en pérdidas económicas por la poca o nula producción por maquinarias en mal estado, problemas que no eran detectados a tiempo por el área de mecánica. Sumado a este factor tenemos la falta de materia prima para la producción, sin las alertas necesarias la empresa generaba perdidas al no cumplir con la producción diaria, por esto se estableció un acuerdo donde se da la concesión del proyecto, el uso de las instalaciones y la facilitación de los componentes respetando algunos términos como los horarios, y justificación de los materiales utilizados.

Los parámetros de la empresa son:

a) Establecer un sistema de alarma solo visual (Una torre de luz)[5] y no sonora ya que el ruido de las distintas maquinarias operando es de 80db, por lo que una alarma sonora sería innecesaria por la gran cantidad de ruido en el lugar.

b) Este sistema debe ser controlado por Push Button fácil de maniobrar para cualquier tipo de usuario.

[5]Cabe destacar que la baliza (torre de luz) ya la empresa la había obtenido.

c) El sistema visual debería de estar conformado por tres tipos de estados encendido, intermitente y apagado que identifiquen distintos tipos de necesidades

d) Debe comunicarse inalámbricamente a una base de datos

e) El sistema debe tener la capacidad de indicar estados de maquinaria, falta de materia prima y problemas de calidad.[6]

Al momento de la visita se constató que la empresa KAIZEN S.A. posee 60 módulos, cada uno de estos módulos posee un promedio de 11 personas las que se dividen en distintas labores y el manejo de tres diferentes tipos de máquinas las cuales son: Overlock, Zambo, y Codo, estas son usadas en distinto tipos de operaciones para la realización de producto final.

Inicialmente se logró observar que la empresa trabaja con un sistema visual bastante anticuado como es el uso de banderines (Ver figura 16) para dar a conocer el estado de las maquinarias, además de esto no hay un sistema visual que te indique problema de calidad en productos finales y señalizar falta de materia prima.

[6] Entrevista (ver anexo)

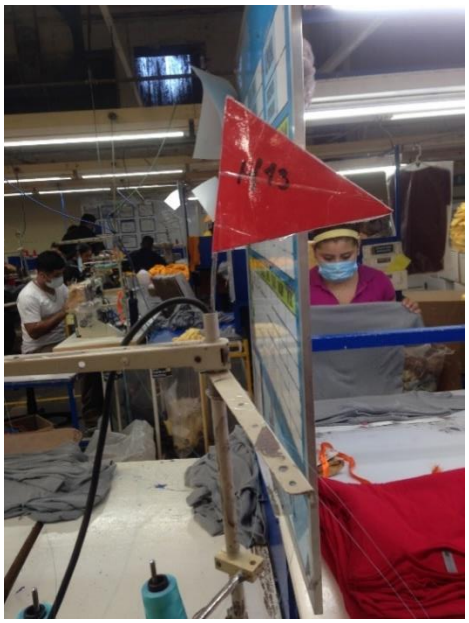


Ilustración 16.-Banderines de aviso, Fuente: Propio

En una breve entrevista con uno de los operarios nos comentó como se abordaban los problemas mecánicos en las diferentes máquinas de producción:

“Al presentarse un problema mecánico en cualquiera de los módulos en la línea de producción, el operario le notifica a su respectivo supervisor, el supervisor coloca un banderín de color rojo por el cual visualmente notifica que existe un problema en la máquina, llena un formato donde indica la hora que presento problemas la máquina y que tipo de maquina es, posteriormente busca al mecánico encargado, dicho mecánico, cambia el banderín rojo por uno de color naranja, indicando que está solucionando el problema en la máquina, también, escribe la hora que llego a solucionar el problema y pone su firma, quedando así como prueba del trabajo realizado.

Uno de los problemas presentes en este proceso es que, en ocasiones, cuando el mecánico se presenta a solucionar el problema el supervisor no se da cuenta la hora exacta que llegó, de esta manera el mecánico altera este dato afectándole al operario, dado que a la semana, la meta para lograr sacar “X” cantidad de docenas, se saca en base al tiempo que el operario tiene a la semana, si este se atrasa “X” horas a la semana no logra terminar a tiempo su meta, motivo por el cual se verá afectado económicamente a través de los incentivos que brinda la empresa a sus colaboradores. He aquí una de las importancias de saber en

verdad, la hora exacta que se presenta el problema mecánico y la hora en que el mecánico llego a solucionarlo y cuánto tiempo se tarda en solucionarlo”.[7]

Se realizó una segunda visita a la empresa, para conocer como obtenían la información de los tiempos muertos, contaban con una persona encargada, de ingresar semanalmente la información de la bitácora de las máquinas en mal estado en un archivo Excel, y por medios de fórmulas sacan la información, pero de la semana anterior, esto quiere decir, que para darse cuenta que una maquina les está produciendo demasiados tiempos muertos, tardarían una semana en obtener dicha información.

Con el Sistema Andon, se pretendía que dicha información se pueda obtener en tiempo real, y al final del día se puede saber por modulo el tiempo muerto y así poder tomar decisiones al respecto para solucionar dicho problema.

En el caso de la Calidad del Producto, no hay otra forma de alertar si existe algún problema, más que avisando a supervisores y este a su vez buscaba al Auditor de Calidad de manera personal lo que provocaba pérdida de tiempo para el encargado de dicha función. De igual manera cuando se quedan sin materia prima en el módulo, el supervisor personalmente informaba a la persona encargada de suministrar la materia prima.

El auditor de calidad inspecciona 3 módulos, al detectarse un problema de calidad, le avisaba al supervisor y este, buscaba la fuente de lo que genera el problema. Puede ser mecánico o problema en la tela que viene del área de corte, es decir el tiempo de respuesta con los problemas de calidad depende de que lo esté generando.

[7] Ver anexo

2.2 Etapa de Diseño.

Una vez identificado las distintas necesidades que la empresa KAIZEN S.A. atravesaba, el Gerente Héctor Téllez, determinó que la implementación de un sistema ANDON, era la solución ante la problemática expuesta anteriormente.

Cabe resaltar que los Sistemas Andon existentes, tienen un alto costo y solo se pueden conseguir en el extranjero ya que la inversión en dicho sistema sería muy grande. Como podemos observar en la figura 17, el costo de la baliza es de $136.50, solo la torre de luz, sin nada que lo controle, También se observa la torre ya con sus respectivos botones y el precio de $286.65. Multiplicando estos $286.65 por los 60 módulos en la planta, el aproximado de la inversión del sistema sería de $17,199 sin agregar el IVA más los gastos de envió.

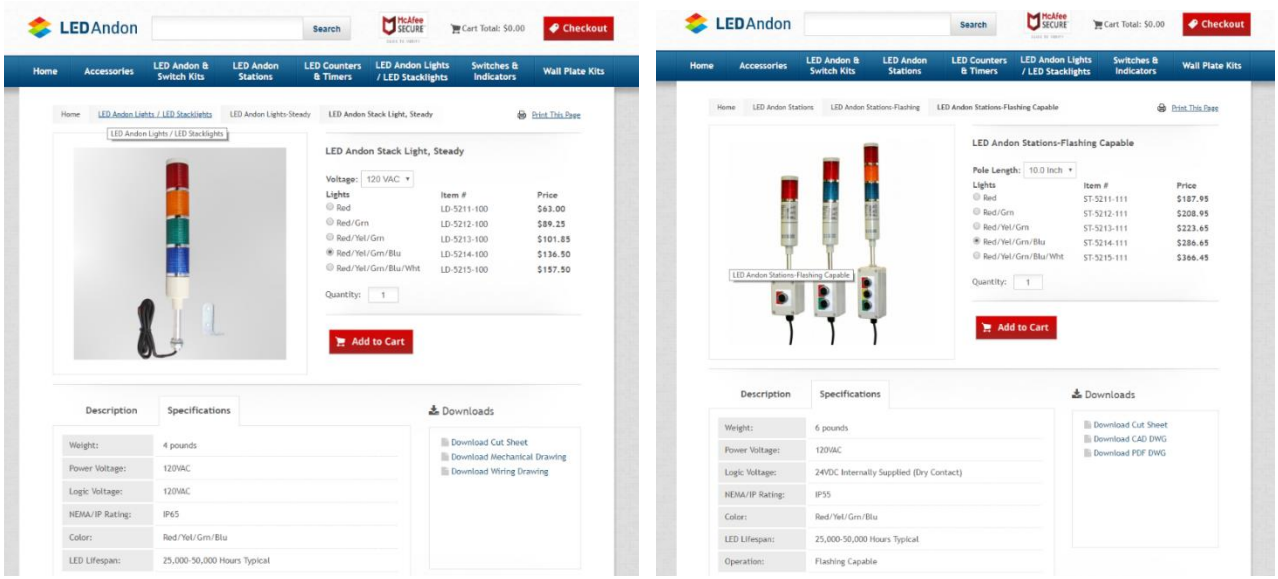


Ilustración 17.-Costos de los Sistemas Andon actuales

Dado que la empresa ya contaba con la torre de luz antes mencionada, se buscaba la manera de controlar la baliza, mediante algún dispositivo electrónico capaz de procesar las pulsaciones realizadas por el operario y se desarrollaría un sistema (con un monitor) donde el gerente pudiera ver el estado actual de los problemas de máquinas en los 60 módulos de la planta.

A continuación, se presentará cada una de las propuestas encontradas para la realización del sistema antes mencionado. El proyecto se dividió en 3 etapas, la etapa de control, la etapa de potencia y la etapa de moitoreo.

2.2.1. Etapa de Potencia.

La etapa de potencia es el circuito que estará conectado directamente con los 110-120V y a su vez conectado a la baliza (Torre de Luz), por el cual, es el circuito que se encargará de manejar el encendido y apagado de la baliza. Para esta etapa, se tomaron en cuenta 2 opciones.

2.2.1.1. Circuito de Potencia con Triac

Una propuesta a tomar en cuenta, fue la de desarrollar una PCB que trabaja de la siguiente manera, tendrá 4 optoacopladores y 4 Triacs, uno por cada luz que tiene la baliza (torre de luz), cuando el circuito de Control mande la señal a la entrada del circuito de Potencia, el optoacoplador dejará circular la corriente y este activará al Triac para poder encender la luz correspondiente, también consta con un fusible por cada canal como protección.

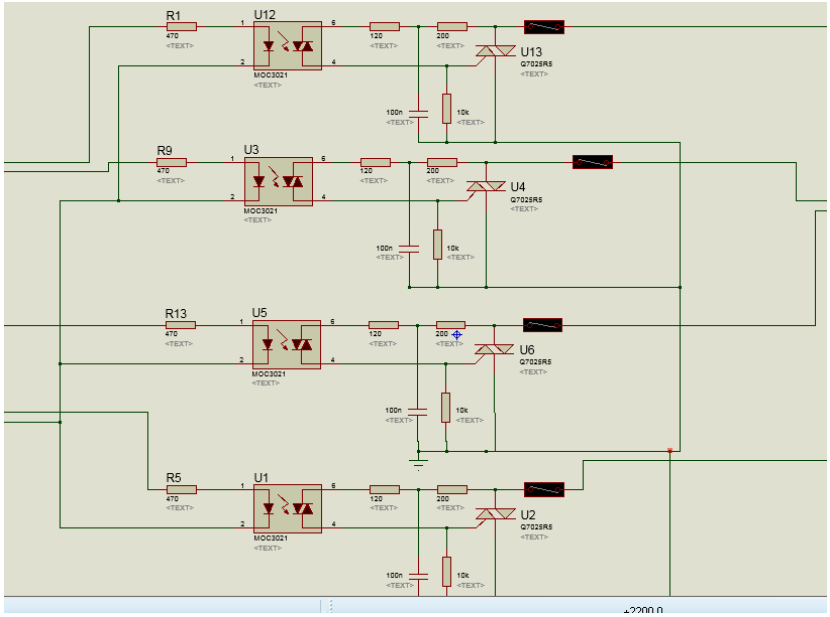


Ilustración 18.-Circuito de Potencia con Triac en Proteus. Fuente: Propio

A continuación, Se presenta una lista de componentes para construir el circuito de potencia.

MATERIALES	CANTIDAD	PRECIO C$ (Por unidad)	TOTAL
Resistencias de 10k	8	3	24
Resistencias de 200	5	3	15
Resistencias de 120	5	3	15
Resistencias de 470	5	3	15
Capacitor Cerámico 100nf	5	10	50
Optoacoplador MOC3021	5	35	175
Fusible	4	5	20
TRIAC Q7025R5	4	40	160
Terminal block 2	14	7	98
Brocas 0.7 milímetro	3	-	-
Brocas 1 milímetro	2	-	-
Papel fotográfico	2	-	-
Ácido Nítrico	½ litro	-	-
Fibra de Vidrio (FR4)	1	-	-
Total			C$572

Tabla 1.-. Presupuesto de Circuito de Potencia con Triac

2.2.1.2. Circuito de Potencia con Relé

La otra propuesta era comprar módulos de Relé ya fabricados, dicho modulo, sigue la misma lógica del circuito con Triac. Una de las grandes ventajas de usar esta opción, es el tamaño del circuito con relé, es más pequeño comparado al circuito con Triac, sin mencionar que pasa por un control de calidad. Usando este módulo de relé de 4 canales, se realizó el siguiente cálculo.

MATERIALES	CANTIDAD	PRECIO $ (Por unidad)	TOTAL
Módulo de Relé	1	21	C$657

Tabla 2.-Presupuesto de Circuito de Potencia con Relé

2.2.2. Etapa de Control

En esta etapa, se eligió un microcontrolador y no un microprocesador, dado su inversión de bajo costo, y la función que tendrá esta etapa que es de recibir los

pulsos producidos a través de los Push Button, y el que controla el circuito de potencia que se haya elegido, usar un microprocesador sería demasiado tanto en costos como en recursos para el proyecto, dado que la idea de solucionar la problemática planteada, es hacerlo lo más económico y sencillo posible.

Ya que se decidió usar un microcontrolador para la realización de dicho sistema se prosiguió a la indagación exhaustiva de los diferentes microcontroladores posibles a utilizar que cumplan con los estándares que la empresa requiere y de igual manera lo más óptimo. Se tomó en cuenta al momento de elegir el microcontrolador, las siguientes propuestas.

2.2.2.1. Sistema de Control con Módulo ESP8266

NodeMCU es una placa de desarrollo totalmente abierta, a nivel de software y de hardware que llevan incorporado el SoC ESP8266. Este kit de desarrollo, incorpora el estándar IEEE 802.11, tiene su propio lenguaje de programación llamado LUA, pero una de sus grandes ventajas es que también se puede programar con el IDE de Arduino, sin mencionar que dicha placa tiene un bajo costo comparado a las demás placas de desarrollo que no traen consigo el estándar antes mencionado. A continuación, se presentará la cotización del sistema de control con dicha tecnología.

MATERIALES	CANTIDAD	PRECIO (Por unidad)	TOTAL
ESP8266	1	$12	C$390
Jumpers	18	C$2	C$36
Tarjeta perforada	1	C$40	C$40
Terminal Block	5	C$7	C$35
Resistencias	4	C$2	C$8
PowerSupply	1	$8	C$260
Push Botton	3	C$27	C$81
Total			C$850

Tabla 3.-Presupuesto de circuito de control con ESP8266

2.2.2.2. Sistema de Control con Módulo ESP32

El módulo ESP32, es el sucesor del ESP8266, las diferencias, mejor dicho, las mejoras que dicho módulo trae, es que integra el estándar IEEE 802.15 Y es más caro, en comparación al ESP8266. Ahora veremos el presupuesto calculado que se invertiría usando esta placa de desarrollo.

MATERIALES	CANTIDAD	PRECIO (Por unidad)	TOTAL
ESP32	1	$20	C$620
Jumpers	18	C$2	C$36
Tarjeta perforada	1	C$40	C$40
Terminal Block	5	C$7	C$35
Resistencias	4	C$2	C$8
PowerSupply	1	$8	C$260
Push Botton	3	C$27	C$81
Total			C$1080

Tabla 4.-Presupuesto de circuito de control con ESP32

2.2.3. Etapa de Monitoreo

En esta etapa se desarrollará un sistema de monitoreo, con el cual se estará recepcionando la información que los dispositivos envíen y así el gerente podrá ver el estado actual de los módulos de producción en la planta. Para esta etapa, la propuesta es la siguiente.

2.2.3.1. Sistema de Monitoreo con Raspberry Pi 3 – Modelo B

Se desarrollará alguna app donde pueda obtener la información del estado actual en tiempo real de los 60 módulos en la planta. De todas las versiones de las Raspberry Pi existente, se eligió la versión 3, que ya trae integrado el protocolo estándar IEEE 802.15. Tomando en cuenta esto, la inversión con este sistema, sería el siguiente:

MATERIALES	CANTIDAD	PRECIO (Por unidad)	TOTAL
Raspberry Pi 3 - Modelo B	1	$38.50	C$1232
Funda para Raspberry Pi 3	1	$9.50	C$304
PowerSupply	1	$8	C$260
Monitor	1	-	-
Total			C$1796

Tabla 5.-Presupuesto de monitoreo con Raspberry Pi 3

Cabe mencionar que para esta propuesta no se compraría un monitor, dado que se usaría uno que la empresa posee en desuso, también que no se tomó en cuenta el uso de una PC de escritorio, por su costo que es aún mayor, su tamaño y el mantenimiento que requiere.

2.3 **Etapa de Desarrollo.**

Se le presentó las propuestas al Ing. Téllez, y opto por el Sistema de control con el módulo ESP8266 y el Sistema de Potencia con los módulos de Relé.

Cabe destacar, que, en paralelo, mientras se estaba indagando sobre las propuestas antes mencionadas, el Ing. Héctor Téllez, necesitaba que el proyecto se echará andar casi de carácter inmediato, dada la insistencia se le realizo una propuesta, de dividir el proyecto en 2 fases, la fase 1 sería un sistema provisional usando Arduino en conjunto con la propuesta de la etapa de potencia con los TRIAC, con el fin de controlar la torre de luz mediante los botones, dado la fácil adquisición en el país de dicho kit de desarrollo y los componentes necesarios para realizar la PCB. La Fase 2 sería usando el NodeMCU con el módulo de Relé y el desarrollo de la app para el monitoreo de los módulos.

Después que se obtienen los componentes y el arduino, se prosiguió a desarrollar el diagrama de flujo[8] del sistema de control y al mismo tiempo a construir la tarjeta de potencia que controlaría la torre de luz.

[8] Ver anexo

Todo esto mientras se realiza la gestión de la compra del NodeMCU y el módulo de Relé en la tienda Amazon.

Durante el tiempo de pruebas que se le estuvieron haciendo al sistema en su fase 1 (el sistema Provisional), el Ing. Téllez, luego que en una reunión que tuvo con el Gerente de IT, acordaron en modificar por completo la fase 2 del Sistema Andon. La modificación consiste en que los dispositivos enviarían la información a una base de datos ya existente en la empresa, descartando la inversión en la compra de la Raspberry Pi 3, y que el departamento de informática, se encargará de procesar la información que los dispositivos envíen.

El objetivo, de realizar dicho cambio, es que en la base de datos se registre cada vez que los Push Button, son accionados por el operario a cargo, donde en base a los registros que se obtengan, se calcule lo que es Tiempo Medio Para Reparar (MTTR), Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF), Confiabilidad, % de Utilización, etc.

Luego de haber programado el arduino y de haber terminado la PCB, se realizaron las pruebas, funcionando así el Sistema de control visual.

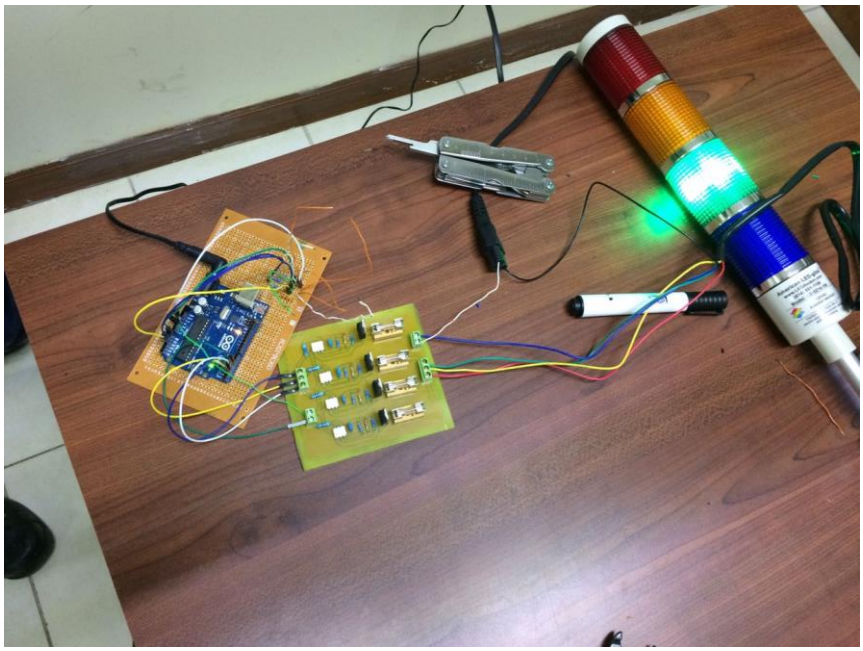


Ilustración 19.-Pruebas de la Fase 1

La fabricación de la caja, estuvo a cargo del área de Mantenimiento de la empresa, ellos tenían madera para hacer una caja y así para poder instalar el prototipo en el módulo 60.

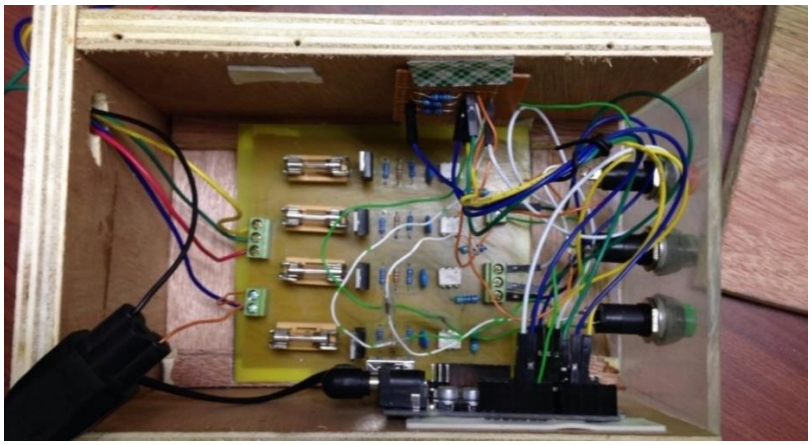


Ilustración 21.-El Arduino, con la PCB de potencia en la caja

2.4 Etapa de Implementación

Después de haber realizado las pruebas, procedimos a instalar este prototipo en el módulo 60 de la línea de producción, seguidamente de una explicación al personal encargado de operar dicho prototipo.

Ilustración 22.-Instalación de la Fase 1 en el módulo 60

Esta primera fase estuvo funcionando del 20 de octubre del 2016 al 22 de junio del 2017, aproximadamente 8 meses, mientras se estaba en la espera de la compra del NodeMCU y el módulo de relé. Durante este periodo de tiempo, en esta primera fase del proyecto, no se reportó problemas[9].

Luego, con el NodeMCU en las manos, procedimos a programarlo con el IDE de Arduino, de la siguiente manera.

1. Abrimos el IDE y nos fuimos a Preferencias

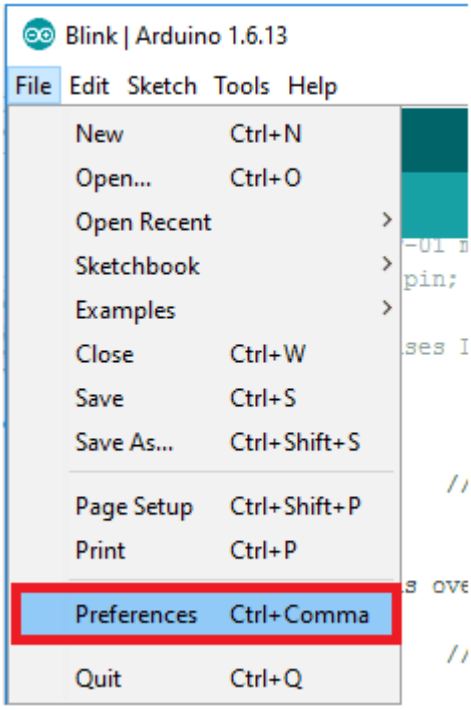


Ilustración 23.-. IDE de Arduino, Preferencias

2. Ahora en la ventana de Preferencias, ingresamos el siguiente enlace en Gestor de URLs Adicionales de Tarjetas: http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json

[9] Ver Rúbricas de desempeño de la Fase 1

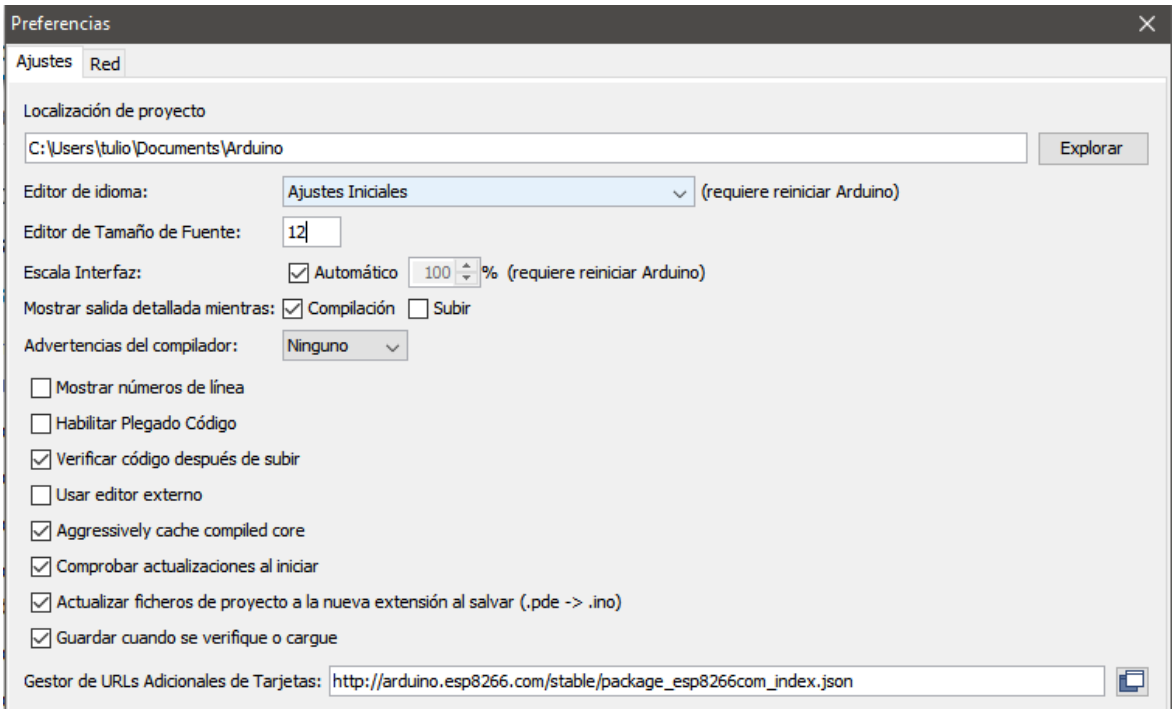


Ilustración 24.-Ventana de preferencias del IDE de Arduino

3. Ahora cerramos la ventana de preferencias y fuimos a Herramientas -> Placa -> Gestor de Tarjetas.

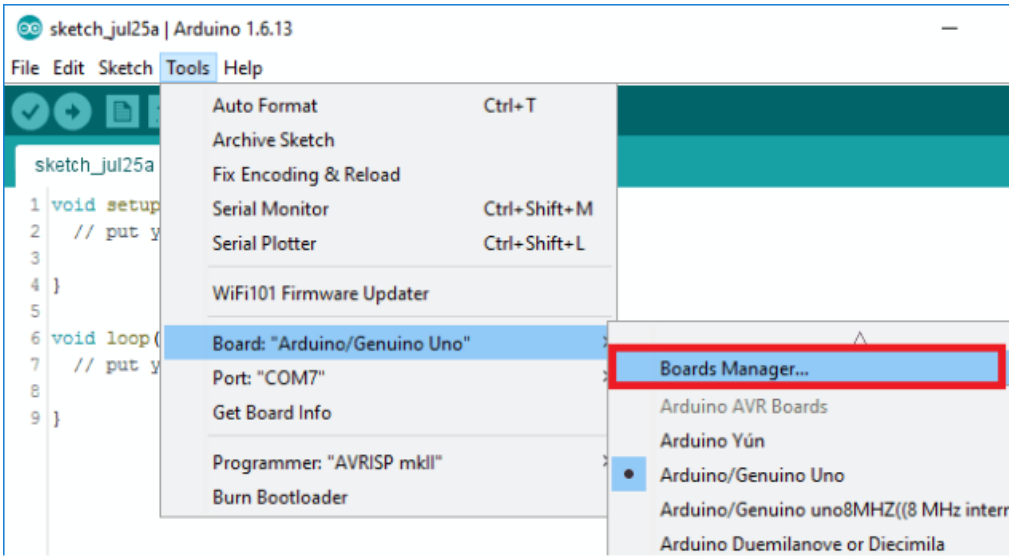


Ilustración 25.-IDE de Arduino, Herramientas

4. En la ventana de Gestor de Tarjetas, escribimos esp en el cuadro de búsqueda, esp8266 apareció en la lista. Ahora seleccionamos la última versión de la placa y le dimos en instalar.

Ilustración 26.-IDE de Arduino, Gestor de Tarjetas

5. Una vez completada la instalación de la placa, abrimos Herramientas-> Placa-> y seleccionamos NodeMCU 1.0 (Módulo ESP-12E).

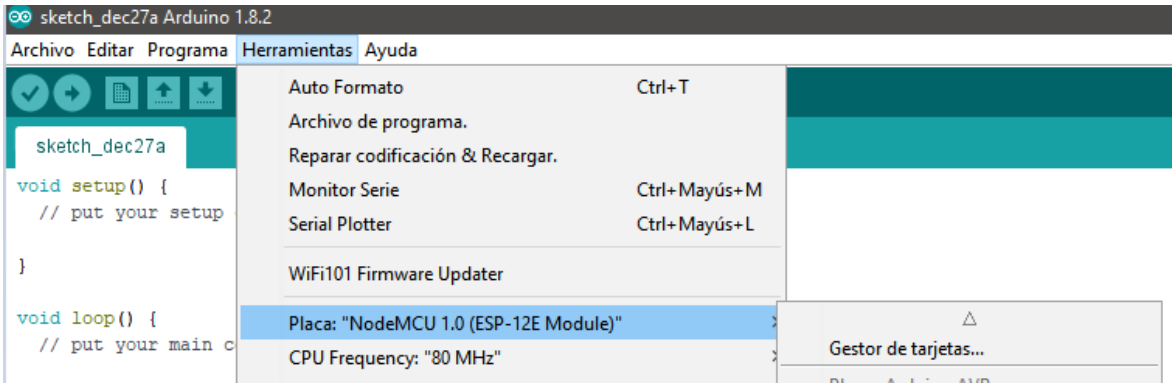


Ilustración 27.-IDE de Arduino, selección de tarjeta.

Después de haber realizado esta configuración en el IDE de Arduino, en conjunto con el departamento de Informática, comenzamos a realizar las pruebas pertinentes, dando como exitosa la comunicación del NodeMCU con la base de datos existente en la empresa. Donde los estados de las luces led del Sistema Andon y los códigos que la base de datos recibe, son los siguientes:

Estado de las luces	LED Verde	LED Azul	LED Rojo	LED Amarillo
Intermitente		90000	80000	70000
Encendido	10000	91000	81000	71000
Apagado		92000	82000	72000

Tabla 6.-Estados de las luces led del Sistema Andon

Significado de las luces

LED Verde: Sistema Funcionando al %100

- Indica que el módulo se encuentra funcionando sin ningún problema, y el Sistema Andon enviará a la base de datos un “10000”

LED Azul: Problema de Calidad

- Luz intermitente: Indica que hay problema de Calidad, Si el módulo sigue funcionando con problemas de calidad, se enviará un “90000”
- Luz Encendida: Si el módulo se detuvo por problemas de calidad se enviará un “91000”
- Luz apagada: Si el problema de calidad se solucionó y se enviará un “92000”

LED Rojo: Indica Problema Mecánico

- Luz intermitente: Indica que se acaba de presentar un problema mecánico en el módulo y enviará un “80000”
- Luz Encendida: Indica que el mecánico, ya llego a solucionar el problema y se enviará un “81000”
- Luz Apagada: Indica que se solucionó el problema y se enviará un “82000”

LED Amarillo: Falta de Materia Prima

- Luz Intermitente: Indica que la materia prima está pronto a agotarse, se enviará un “70000”
- Luz Encendida: Indica que no hay materia prima, se enviará un “71000”
- Luz apagada: Indica que ya hay reservas de materia prima en el módulo, se enviará un “72000”

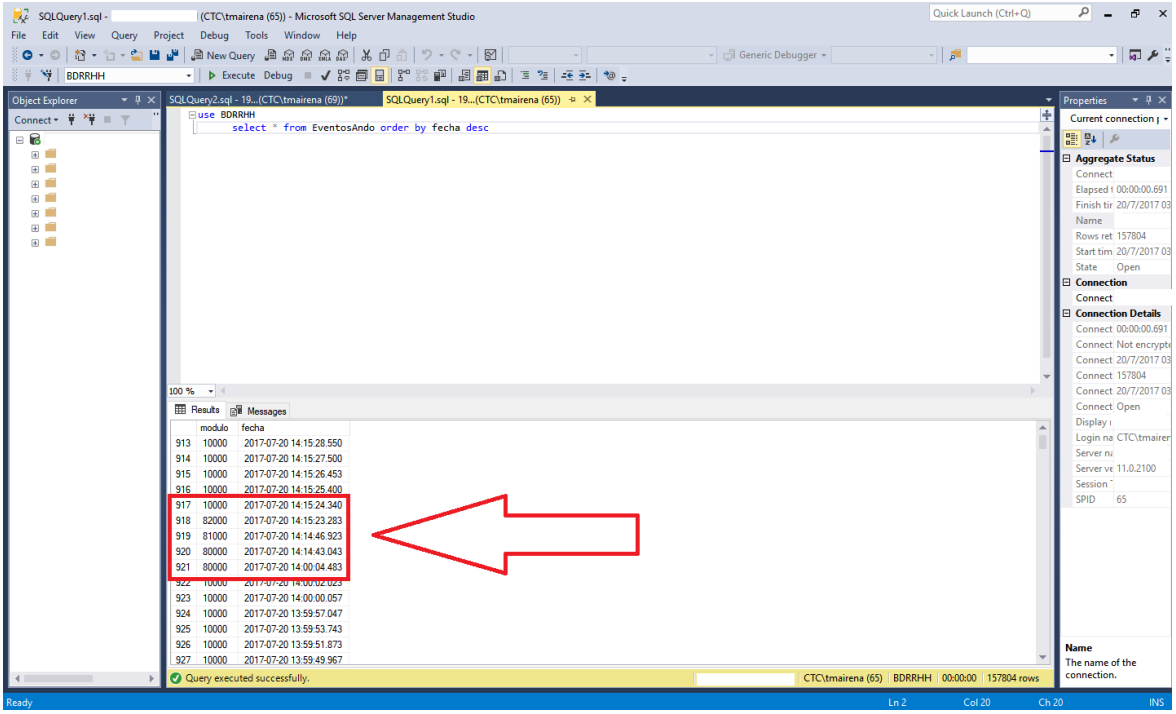


Ilustración 28.-Captura de pantalla de la base de datos

Como podemos observar en la imagen de arriba, es la base de datos registrando el código y la hora exacta que el NodeMCU le envía dicha información. Por motivos de seguridad se eliminó la dirección IP donde se encuentra alojado la base de datos.

Luego de haber realizado las respectivas pruebas, se procedió a cambiar del módulo 60 el primer prototipo de la Fase 1, y se instala el segundo prototipo, ya con la última fase del proyecto (a nivel de Hardware), pero el sistema grafico donde se pueda monitorear los módulos en tiempo real, quedó en espera y en la URL que el NodeMCU envía, solo lleva incrustado los códigos antes expuestos,

pero no la MAC, que por medio de esta el sistema logrará diferenciar los diferentes NodeMCU que se instalarán en la planta.

Ilustración 29.-Prototipo con el NodeMCU

Este último prototipo (la fase 2), estuvo en prueba alrededor de 11 meses (se instaló el 17 de julio del 2017), mientras se esperaba la aprobación de los dueños de la empresa para emplearse en los 59 módulos restantes, y que el departamento de informática desarrollará el sistema visual.

Durante este tiempo de espera, el Gerente del departamento de Mejora Continua, deja la empresa KAIZEN S.A. este hecho, trae como consecuencia que el Proyecto quedé en proceso de espera. Dado que el proyecto involucra al departamento de Informática, el Gerente de IT, el Ingeniero William Bravo, asume la responsabilidad del proyecto y se estuvo en contacto con dicho gerente para ver cuando se podía seguir avanzando en el proyecto.

Pasado este tiempo, nos reunimos con el ingeniero Bravo para la respectiva modificación en el código para agregarle una nueva URL, esta nueva URL ya no enviará los códigos que antes enviaba (90000, 80000, 70000, etc) si no, enviará otros y también se le agrega el número MAC, como antes se había mencionado, de esta manera la base de datos podrá diferenciar los NodeMCU existentes en las líneas de producción.

Cabe destacar lo siguiente, cada supervisor de la planta, tiene encargado una Tablet asignada que la empresa les brinda, donde cada hora al supervisor por correo le llega una notificación de cuantas docenas ha producido los módulos que tienen a cargo. Dicho esto, al gerente de Informática, decidió realizar el siguiente cambio, a dicho correo le agrego 3 columnas donde se mostrará el estado actual de los módulos con respecto a lo que es Maquina Mala, Problema de Calidad y Falta de Materia prima con el fin de que cada vez que ocurra un evento donde el operario accione uno de los Push Button, le llegará un correo al supervisor notificándole lo sucedido.

En base a lo mencionado en la base de datos se creó la siguiente tabla donde se asocia el código que envia el NodeMCU, su significado y también se le asigno un color a cada estado en las columnas que se agregaron al correo y que cambiarán según el código que reciba.

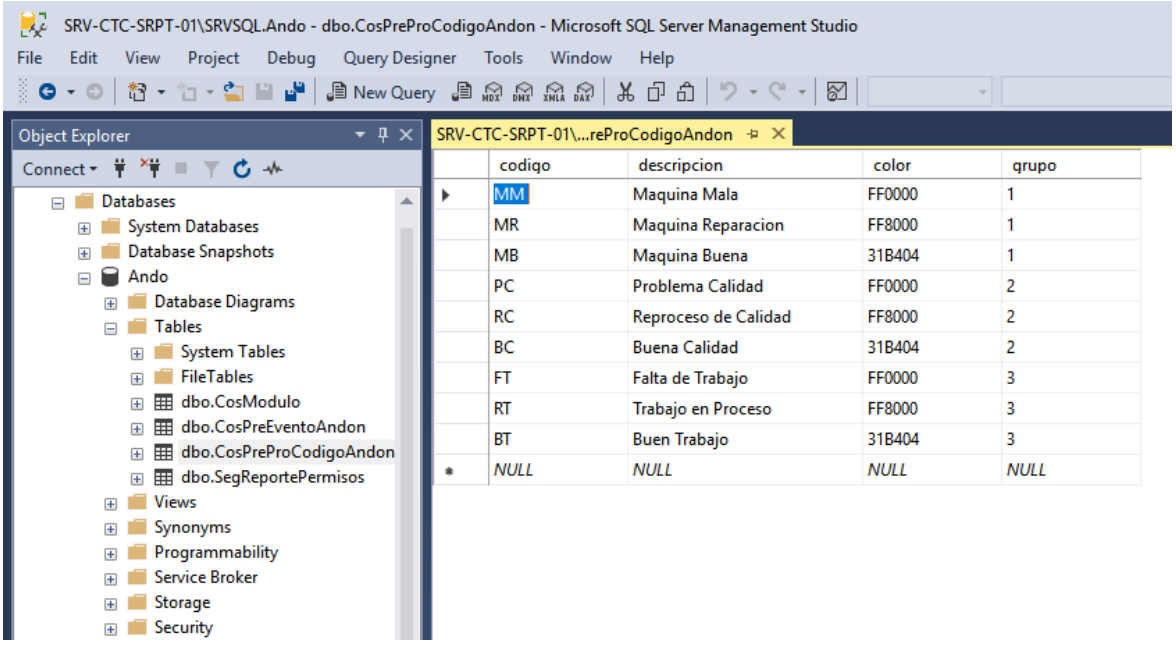


Ilustración 30.-La Tabla con los códigos y sus significados en la base de datos

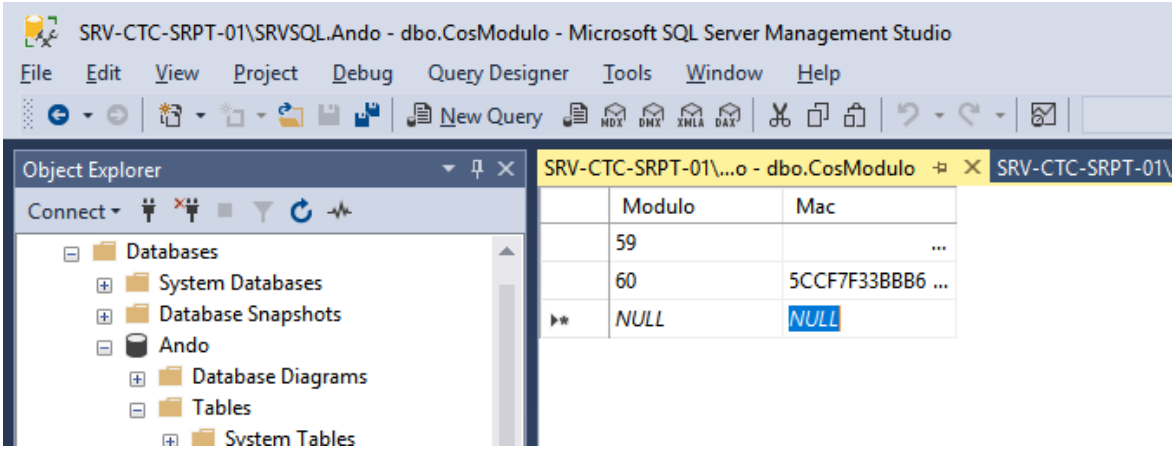


Ilustración 31.-Tabla donde se asocia el módulo con la MAC

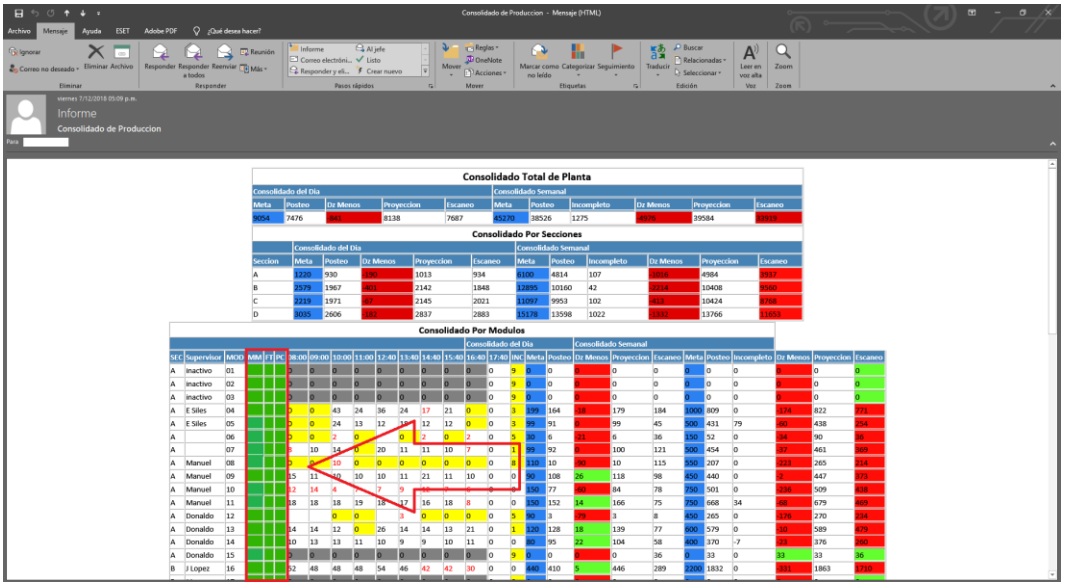


Ilustración 32.-Correo con las 3 Columnas agregadas

2.5 Etapa de Evaluación

2.5.1. Evaluación de la Fase 1

En esta primera fase que comprende solo el Sistema de control con la parte de Potencia (el Arduino y la PCB fabricada con TRIAC), donde estuvo en funcionamiento por 8 meses, no se registró ningún problema, haciendo uso de rubricas de desempeño[10], se logró corroborar que el funcionamiento del sistema era el deseado.

2.5.2. Evaluación de la Fase 2

Luego de haber implementado la segunda fase del proyecto, que estuvo funcionando aproximadamente un año, basándonos en las rubricas de

[10] Ver anexos

desempeño y una pequeña entrevista[11] a la operaria encargada de accionar los Push Button, pudimos observar lo siguiente:

En ocasiones, cuando el operario presionaba uno de los Push Button, el código no llegaba a la base de datos, se investigó que podía estar causando dicho problema, y concluimos que esto se debe a que en la empresa existen demasiados dispositivos (Celulares, laptops, tables), esto hace que exista un gran tráfico de datos y como consecuencia la red no es el 100% estable. El Ing. William Bravo nos facilitó el siguiente dato.

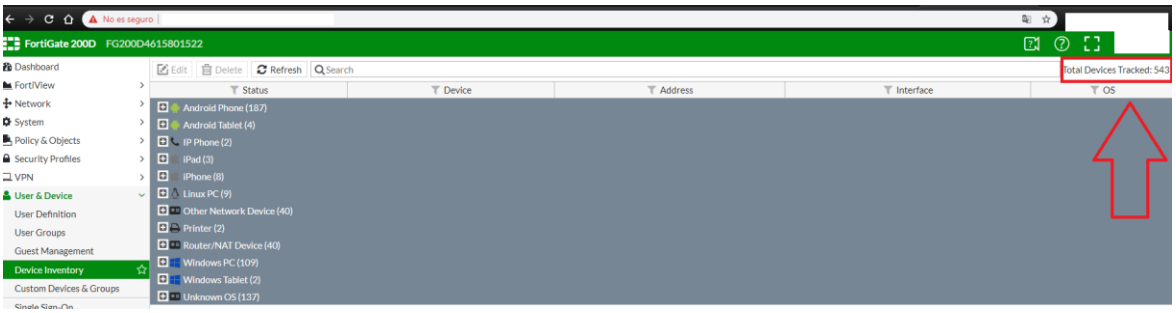


Ilustración 33.-Captura de pantalla desde el administrador de red de la empresa

Como se observa en la figura 33, es una captura de pantalla desde la consola del administrador de red (por motivos de seguridad, se eliminó la IP del cual se accede a dicha consola), donde queda constancia del número de dispositivos que la red registra, 543 dispositivos, esta gran cantidad de dispositivos saturan el tráfico y por consiguiente algunos paquetes de datos se pierden.

[11] Ver entrevista en anexos

3. Resultados

Como resultado de este proyecto piloto, donde se dividió en 2 fases,

- La Fase 1 del Sistema Andon que abarcó solo el sistema visual (la parte de control y la de potencia con el Arduino y la PCB fabricada con TRIAC respectivamente), dio el resultado esperado, las luces de la torre de luz respondían cuando se accionaban los Push Button.

- El operario en la primera semana le costó adaptarse al accionar del sistema en el debido momento, pero en la segunda semana ya se adaptó a la mejora en el módulo.

- La comunicación del NodeMCU con la base de datos fue exitosa, se lograban comunicar sin problemas, el único detalle fue que en ciertos momentos cuando el tráfico de datos en la red estaba saturado, como a todos en la empresa, se perdían algunos datos, este problema no es propio del Sistema Andon, si no de la red WiFi que tiene la empresa.

Capítulo 3

Conclusiones

- Se realizaron diferentes propuestas de diseño, y después que la empresa escogió el más óptimo, se realizó un algoritmo como guía para la programación del Sistema Andon.

- Se realizó el montaje del prototipo tanto de la Fase 1, como de la Fase 2 del sistema en el módulo 60, se monitoreo y verifico que el sistema funcionó de la manera esperada, quedando satisfecho el Ing. Héctor Téllez con el trabajo realizado.

- El éxito de la implementación del Sistema Andon en el módulo 60 de la empresa KAIZEN, fue evidente, gracias a este proyecto piloto que se implementó, se logró concretar el objetivo principal.

- Dado el éxito de la implementación del Sistema en el módulo 60 y la programación tanto del NodeMCU como en la base de datos para asociar la MAC con el módulo, el proyecto se encuentra listo para un despliegue masivo.

Recomendaciones

- Realizar una investigación más exhaustiva sobre el problema con el Wi-Fi en la empresa.

- Cambiar los Push Button por un teclado numérico con el fin asignarle a cada número del teclado, una de las maquinas correspondiente del módulo en el que estará instalado.

- Modificar la programación del NodeMCU para poder agregarle el teclado numero con el fin de tener un control aún más preciso de los tiempos muertos por problemas de maquina mala.

- Diseñar una torre de luz con luces led para minimizar la inversión del Sistema, dado que la torre de luz es lo más caro en el Sistema

Bibliografía

Benchimol, D. (2011). *Microcontroladores, funcionamiento, programación y aplicaciones .* Fox Andina.

Chamorro, L., & Pietrosemoli, E. (2008). Redes Inalámbricas Para el Desarrollo.

Contreras, L. (2 de Diciembre de 2010). *Historia de la Informatica.* Recuperado el 15 de Marzo de 2018, de https://histinf.blogs.upv.es/2010/12/02/historia-de-las-redes-inalambricas/

ElectronicWings. (2017). *ElectronicWings*. Recuperado el 2017, de http://www.electronicwings.com/nodemcu/introduction-to-nodemcu

Espressif Inc. (2015). *NodeMCU Documentation*. Recuperado el 2018, de https://nodemcu.readthedocs.io/en/master/

Espressif Systems IOT Team. (2015). *ESP8266EX Datasheet.*

Faludi, R. (2011). *Building Wireless Sensor Network.* O´Reilly.

Farahani, S. (2008). *Zigbee Wireless Networs and Transceivers.* Elsevier.

Group, P. (Dicembre de 2017). *Prodasis Group*. Obtenido de https://www.andon.com.mx/

LEANROOTS, E. d. (10 de Octubre de 2016). *ANDON*. Obtenido de Leanroots.com: http://leanroots.com/ANDON.html

Medina, D., & Navarrete, A. (2005). *ADECUACIÓN DEL SISTEMA ANDON EN LA LÍNEA MÓVIL DE LA PLANTA DE PINTURA EN GM COLMOTORES. SANTAFÉ DE BOGOTÁ, D.C.* Bogotá: 2005.

Rivadeneira, C., & Ligña, C. (2012). *Diseño e Implementación de un sistema automatizado de ayuda inmediata en el proceso de manufactura en la planta de arneses de Mundy Home CIA. LTDA.* Quito: 2012.

Tecnología. (2016). *Técnología*. Obtenido de http://www.areatecnologia.com/electricidad/rele.html

Universidad de Valencia. (2016). *Universidad de Valencia*. Obtenido de https://www.uv.es/

Valdés, F., & Pallás, R. (2007). *Microcontroladores, Fundamentos y Aplicaciones con PIC.* Cuba: 2007.

W, S. (2003). *Data and Computer Communications.*

Westin, D., & Ragnmark, V. (2015). *IMPLEMENTATION MODEL TO AN ANDON SYSTEM FOR VEHICLE MANUFACTURER.* Gjuterigatan 5 : 2015.

Yaagoubi, M. E. (2012). Acceso a Internet vía WiFi-WiMax. Leganés.

Anexos

Anexo A: Entrevistas realizadas en la Empresa KAIZEN S.A.

Acuerdo con el Gerente del área de Mejora Continua

KAIZEN

Managua, Nicaragua 26 de septiembre del 2016

Constancia:

Por medio de la presente hago constar que el Br. Tulio Antonio Mairena Alvarez, empezará a realizar sus pasantías en nuestra empresa KAIZEN S.A. ubicada en el parque Industrial El Transito, Km 7.5 carretera Norte, de la Kativo 500 mts al Sur.

En el transcurso de sus prácticas el realizará el proyecto de la implementación de un Sistema Andon, el cual brindará alarmas visuales en las líneas de producción, con el fin de notificar cuando se presenten problemas mecánicos y falta de materia prima.

El desarrollo del mismo será bajo los siguientes criterios:

1. Desarrollar un Sistema de que controle los respectivos estados de la torre de luz (encendido, intermitente y apagado) por medio de pulsadores.
2. Diseñar un Sistema Visual para el monitoreo en la línea de producción de cada módulo.
3. Comunicación entre los 2 Sistemas anteriormente mencionados.

La empresa KAIZEN S.A. facilitará los materiales necesarios para llevar a cabo dicho proyecto.

Confiando en el éxito del proyecto, me despido; quedo a sus órdenes ante cualquier consulta o duda.

Saludos.

KAIZEN S.A
MEJORA CONTINUA

Ing. Héctor Tellez Ortiz
Gerente de Mejora Continua
Kaizen S.A
Cel. 89181773.

CC. Archivo

Entrevista a personal de la empresa KAIZEN

KAIZEN
MAKE IT BETTER

Entrevista a personal de la empresa **KAIZEN S.A.**

Managua, Nicaragua 14 de diciembre del 2016

Nombre: Tamara Auxiliadora Leiva

Puesto: Inp. Final

1) Describa el proceso a realizar cuando se presenta un problema mecánico en una de las maquinas del módulo.

Se pone la bandera Roja para que llegue el mecanico y se llena la bitacora con la hora exacta en que se inicio, si no hay bandera roja se busca al mecanico o al supervisor para que llegue a ver el problema de la maquina. Cabe mencionar que el mecanico no pone la hora correcta cuando termina de reparar la maquina pone la hora que mas le convenga para no tener cuestionamiento de sus superiores.

2) Mencione los inconvenientes que ocasiona dicho proceso.

* Perdida de Produccion
* Acumulación de inventario de trabajo
* Si la maquina no se repara en tiempo y forma puede que la meta no se cumpla.

3) Describa el proceso a realizar cuando se presenta un problema de Calidad en el producto.

* Se busca al jefe de calidad para que vea el problema si el no se encuentra en su puesto de trabajo se le informa para que lo llame y pueda solucionar el problema de mala calidad

KAIZEN S.A. MAKE IT BETTER

Firma: Tamara Leiva.

Entrevista a personal de la empresa KAIZEN

KAIZEN
MAKE IT BETTER

Entrevista a personal de la empresa **KAIZEN S.A.**

Managua, Nicaragua 6 de diciembre del 2017

Nombre: Tamara Auxiliadora Leiva.

Puesto: Inp. Final.

Responder en base al tiempo que el Sistema Andon estuvo en fase de prueba.

1) ¿Sintió que el Sistema Andon logró su objetivo?

Si porque se lograba ver la verdadera hora en que llegaba el mecanico y en que terminaba de reparar la maquina.

2) ¿Tuvo inconvenientes al usar el Sistema Andon?

Un par de veces ya que la información no llegaba a la base de datos.

3) ¿Qué tan satisfecho(a) quedo con el Sistema Andon?

Muy bien porque el mecanico se preocupaba por llegar a la brevedad posible porque sabia que el semaforo le media el tiempo en que llegaba y el tiempo en que se dilataba reparando la maquina.

4) ¿Piensa que sería lo mejor si se implementará en los 60 módulos?

Si porque así mecanica se preocuparia por solucionar problemas por maquinas malas en tiempo forma así no habria tanta acumulación de trabajo y todos los modulos cumplieran con su meta establecida.

Kaizen S.A. KAIZEN S.A. MAKE IT BETTER

Firma: Tamara Au Leiva.

Entrevista a personal de la empresa KAIZEN

KAIZEN

Entrevista a personal de la empresa **KAIZEN S.A.**

Managua, Nicaragua 5 de octubre del 2016

Nombre: Angie Nohemí Aguirre

Puesto: Digitador

1) Describa el proceso de digitación sobre la bitácora de maquina mala

El supervisor de módulo recoge la bitácora de máquina mala el sábado por la mañana para hacele entrega al coordinador de mecánica, quien entrega a digitador, los lunes de cada semana, para ingresar en la base de datos en excel.

2) ¿Con que frecuencia realiza el proceso?

Una vez a la semana.

Kaizen S.A. KAIZEN S.A. MAKE IT BETTER

Firma: Angie AR

Primera Entrevista

Primera Entrevista

Anexo B: Constancia sobre el proyecto realizado en la Empresa KAIZEN S.A

Constancia del Gerente de Informatica

KAIZEN

MAKE IT BETTER

Managua, Nicaragua 26 de diciembre del 2018

Constancia:

Por medio de la presente hago constar que el Br. Tulio Antonio Mairena Alvarez, ha realizado su proyecto monográfico en nuestra empresa KAIZEN S.A. ubicada en el parque Industrial El Transito, Km 7.5 carretera Norte, de la Kativo 500 mts al Sur.

El proyecto consistió en implementar un Sistema Andon, cuyo objetivo principal es brindar alarmas visuales en las líneas de producción (60 módulos) con el fin de notificar problemas mecánicos, problemas de calidad y falta de materia prima en cada uno de ellos. Debido a problemas relacionados al flujo financiero de la empresa, la gerencia tomó la decisión de postergar la implementación de dicho proyecto.

Cabe destacar, que se logró la realización del proyecto piloto en el módulo 60 abarcando los siguientes puntos:

1. Desarrollo del Sistema de control a los estados de la torre de luz (encendido, intermitente y apagado) por medio de 3 pulsadores.
2. Comunicación entre el Sistema de Producción de la Fabrica y la base de datos existente en la empresa.
3. El proyecto estuvo en piloto por 11 meses y esta listo para un despliegue masivo.

Implementar este proyecto hecho en casa nos evitaría un gasto de adquisición de $20,000 dólares, lo que nos costaría comprar un sistema Andon de los existentes en el mercado.

Saludos,

Kaizen S.A. INFORMATICA 809

Firma: _____

Ing. William Bravo Garcia

Gerente de TI – KAIZEN S.A.

Cel. 89181756 - wbravo@kaizen.com.ni

Anexo C: Rúbricas de desempeños realizadas en la Empresa KAIZEN S.A.

RÚBRICAS

Rúbricas de desempeño para la Fase 1 del Sistema Andon en la empresa KAIZEN S.A.

Semana 1

Criterios	Excelente	Bueno	Regular	Deficiente	Observaciones
El Sistema es fácil de usar para el operador		✓			El operario aún no se acostumbra.
El Sistema inicializa sin problemas	✓				
La respuesta del Sistema ante el accionamiento de los pulsadores es rápida	✓				
Las luces tienen el comportamiento según lo esperado	✓				
El funcionamiento del Sistema es seguro y confiable	✓				
El funcionamiento del sistema es el esperado	✓				

Semana 2

Criterios	Excelente	Bueno	Regular	Deficiente	Observaciones
El Sistema es fácil de usar para el operador	✓				
El Sistema inicializa sin problemas	✓				
La respuesta del Sistema ante el accionamiento de los pulsadores es rápida	✓				
Las luces tienen el comportamiento según lo esperado	✓				
El funcionamiento del Sistema es seguro y confiable	✓				
El funcionamiento del sistema es el esperado	✓				

RÚBRICAS

Semana 3

Criterios	Excelente	Bueno	Regular	Deficiente	Observaciones
El Sistema es fácil de usar para el operador	✓				
El Sistema inicializa sin problemas	✓				
La respuesta del Sistema ante el accionamiento de los pulsadores es rápida	✓				
Las luces tienen el comportamiento según lo esperado	✓				
El funcionamiento del Sistema es seguro y confiable	✓				
El funcionamiento del sistema es el esperado	✓				

Semana 4

Criterios	Excelente	Bueno	Regular	Deficiente	Observaciones
El Sistema es fácil de usar para el operador	✓				
El Sistema inicializa sin problemas	✓				
La respuesta del Sistema ante el accionamiento de los pulsadores es rápida	✓				
Las luces tienen el comportamiento según lo esperado	✓				
El funcionamiento del Sistema es seguro y confiable	✓				
El funcionamiento del sistema es el esperado	✓				

RÚBRICAS

Rúbricas de desempeño para la Fase 2 del Sistema Andon en la empresa KAIZEN S.A.

Semana 1

Criterios	Excelente	Bueno	Regular	Deficiente	Observaciones
El Sistema es fácil de usar para el operador	✓				
El Sistema inicializa sin problemas	✓				
La respuesta del Sistema ante el accionamiento de los pulsadores es rápida	✓				
Las luces tienen el comportamiento según lo esperado	✓				
El funcionamiento del Sistema es seguro y confiable	✓				
El funcionamiento del sistema es el esperado	✓				
Los datos se registraron en la base de datos.		✓			No llegaron el 100% de los datos.

Semana 2

Criterios	Excelente	Bueno	Regular	Deficiente	Observaciones
El Sistema es fácil de usar para el operador	✓				
El Sistema inicializa sin problemas	✓				
La respuesta del Sistema ante el accionamiento de los pulsadores es rápida	✓				
Las luces tienen el comportamiento según lo esperado	✓				
El funcionamiento del Sistema es seguro y confiable	✓				
El funcionamiento del sistema es el esperado	✓				
Los datos se registraron en la base de datos.	✓				

RÚBRICAS

Semana 3

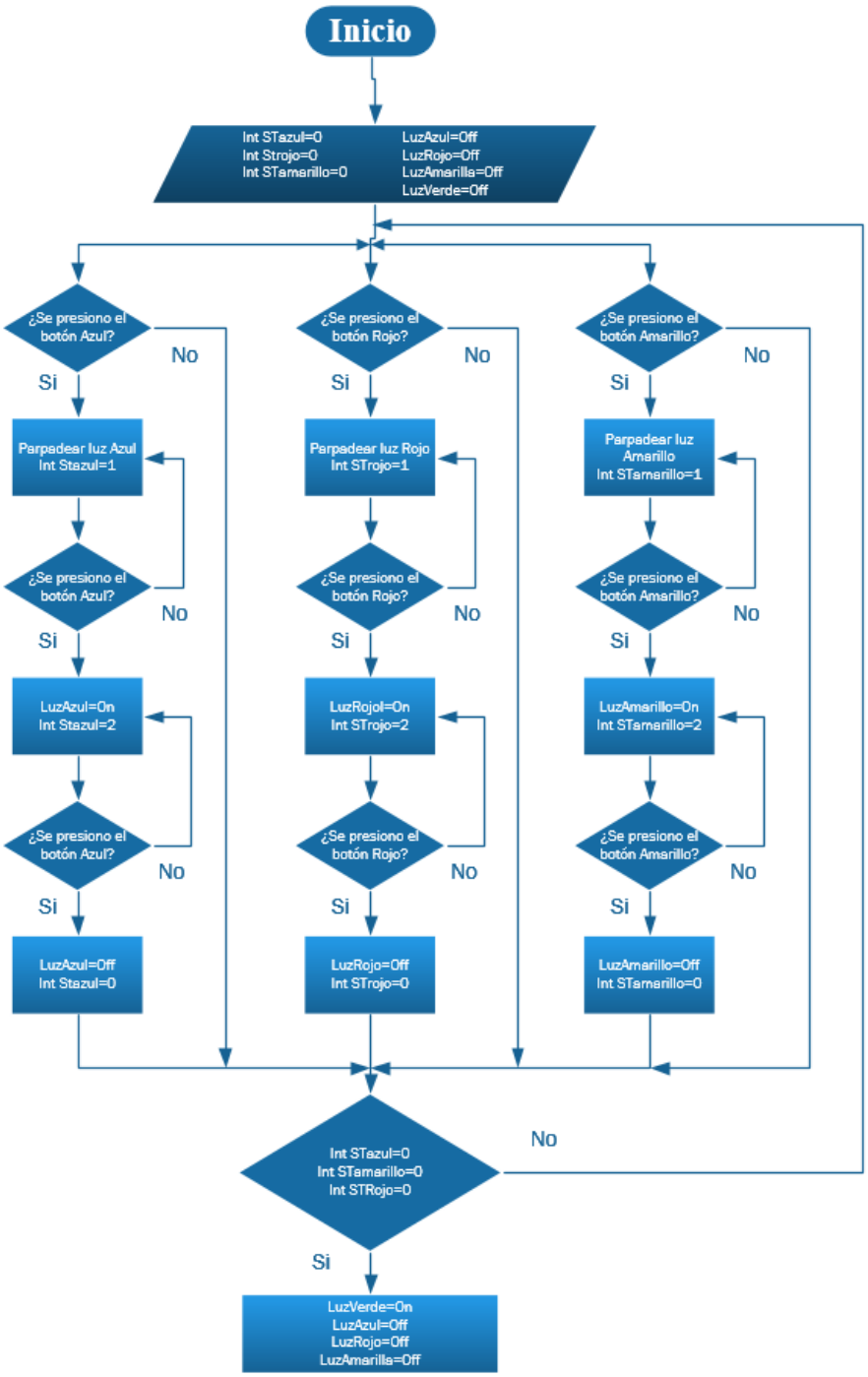
Criterios	Excelente	Bueno	Regular	Deficiente	Observaciones
El Sistema es fácil de usar para el operador	✓				
El Sistema inicializa sin problemas	✓				
La respuesta del Sistema ante el accionamiento de los pulsadores es rápida	✓				
Las luces tienen el comportamiento según lo esperado	✓				
El funcionamiento del Sistema es seguro y confiable	✓				
El funcionamiento del sistema es el esperado	✓				
Los datos se registraron en la base de datos.	✓				

Semana 4

Criterios	Excelente	Bueno	Regular	Deficiente	Observaciones
El Sistema es fácil de usar para el operador	✓				
El Sistema inicializa sin problemas	✓				
La respuesta del Sistema ante el accionamiento de los pulsadores es rápida	✓				
Las luces tienen el comportamiento según lo esperado	✓				
El funcionamiento del Sistema es seguro y confiable	✓				
El funcionamiento del sistema es el esperado	✓				
Los datos se registraron en la base de datos.		✓			Otra vez, no llegaron algunos datos.

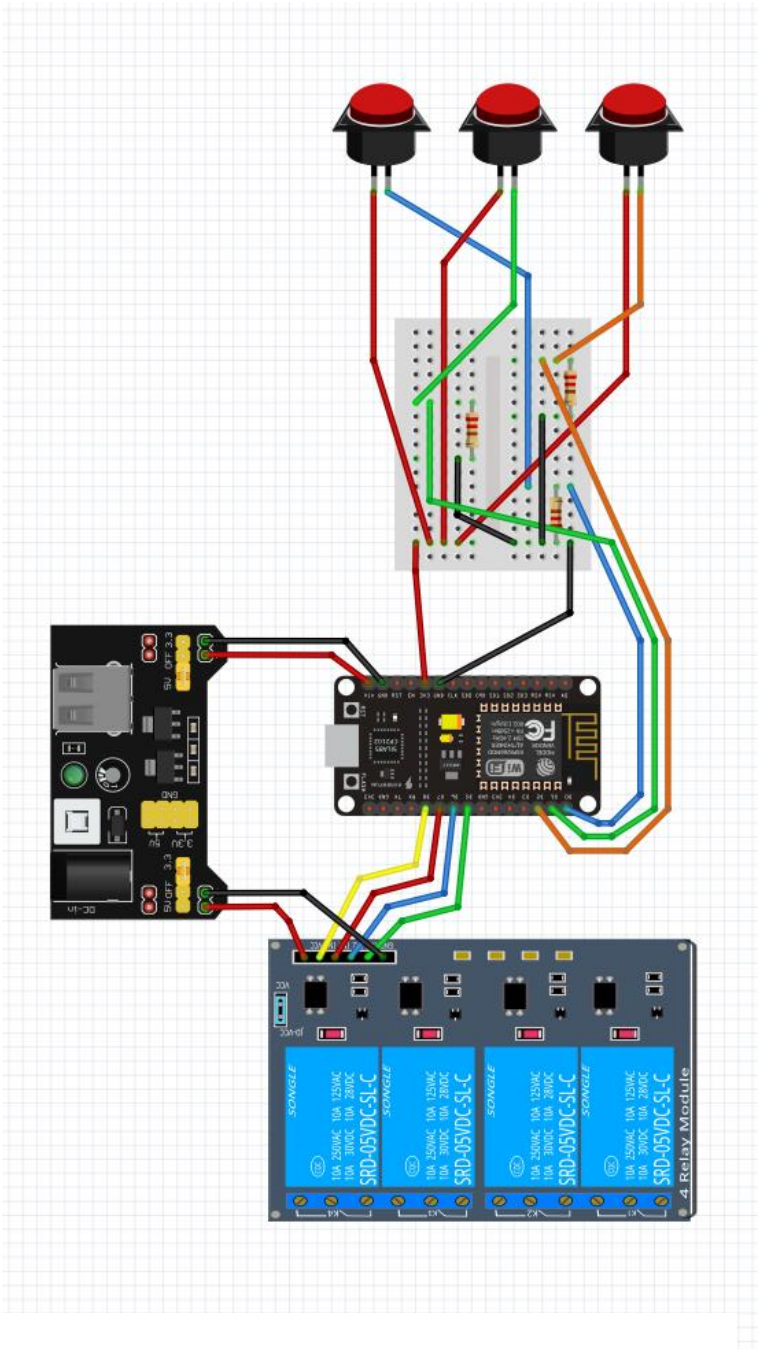
Anexo D: Diagrama de Flujo

Diagrama de Flujo



Este es el diagrama de Flujo con el cual se implementó en la programación del Arduino y del NodeMCU.

Anexo E: Conexión del Sistema interno

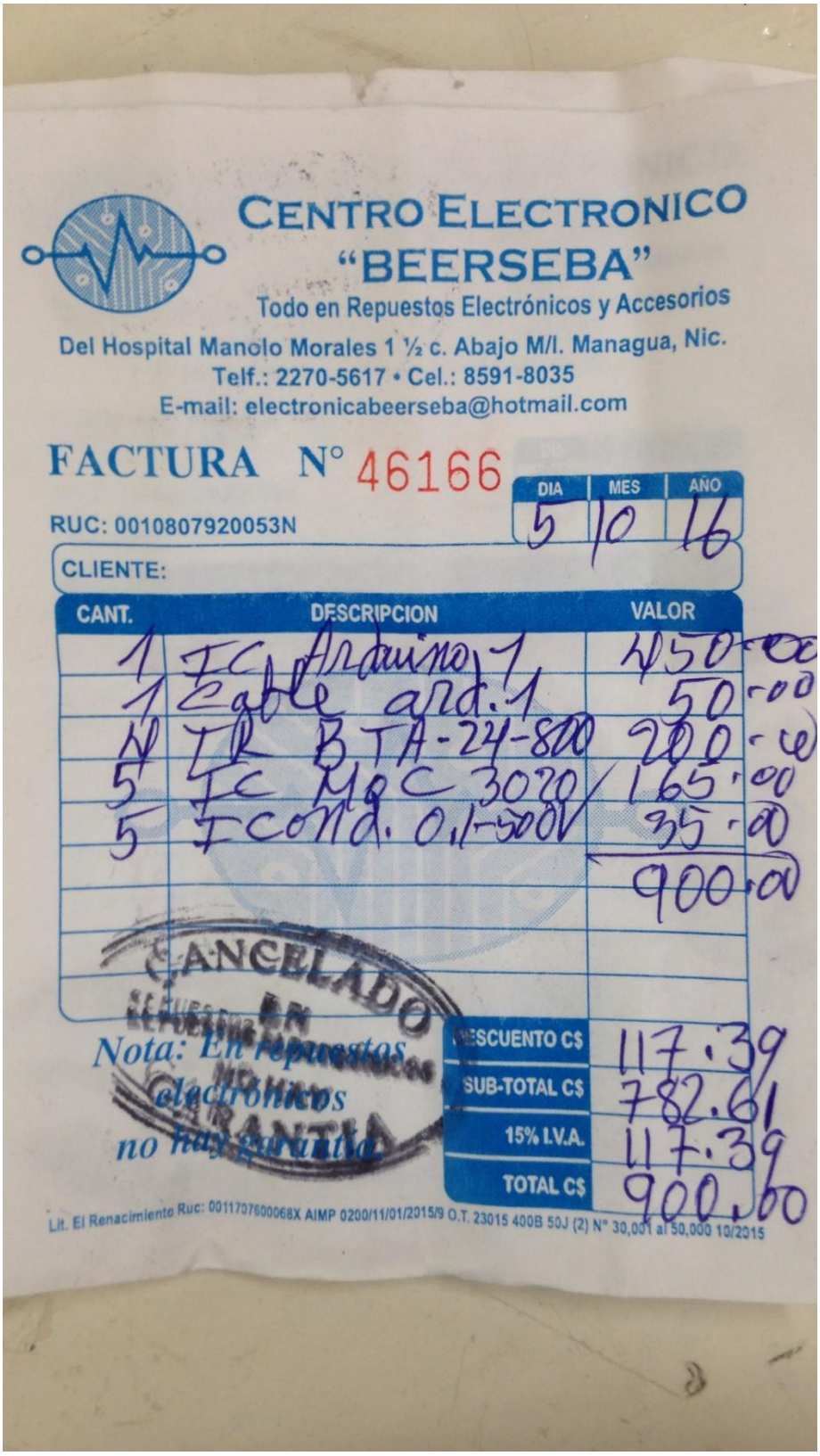


Esta es la conexión que se realizó dentro de la caja


RST
FLASH

Anexo F: Facturas

Facturas



CENTRO ELECTRONICO
"BEERSEBA"
Todo en Repuestos Electrónicos y Accesorios
Del Hospital Manolo Morales 1 ½ c. Abajo M/I. Managua, Nic.
Telf.: 2270-5617 • Cel.: 8591-8035
E-mail: electronicabeerseba@hotmail.com

FACTURA N° 46166

DIA	MES	AÑO
5	10	16

RUC: 0010807920053N

CLIENTE:

CANT.	DESCRIPCION	VALOR
1	IC Arduino 1	450.00
1	Cable ard. 1	50.00
4	IR BTA-24-800	200.00
5	IC MoC 3020	165.00
5	Cond. 0.1-500V	35.00
		900.00

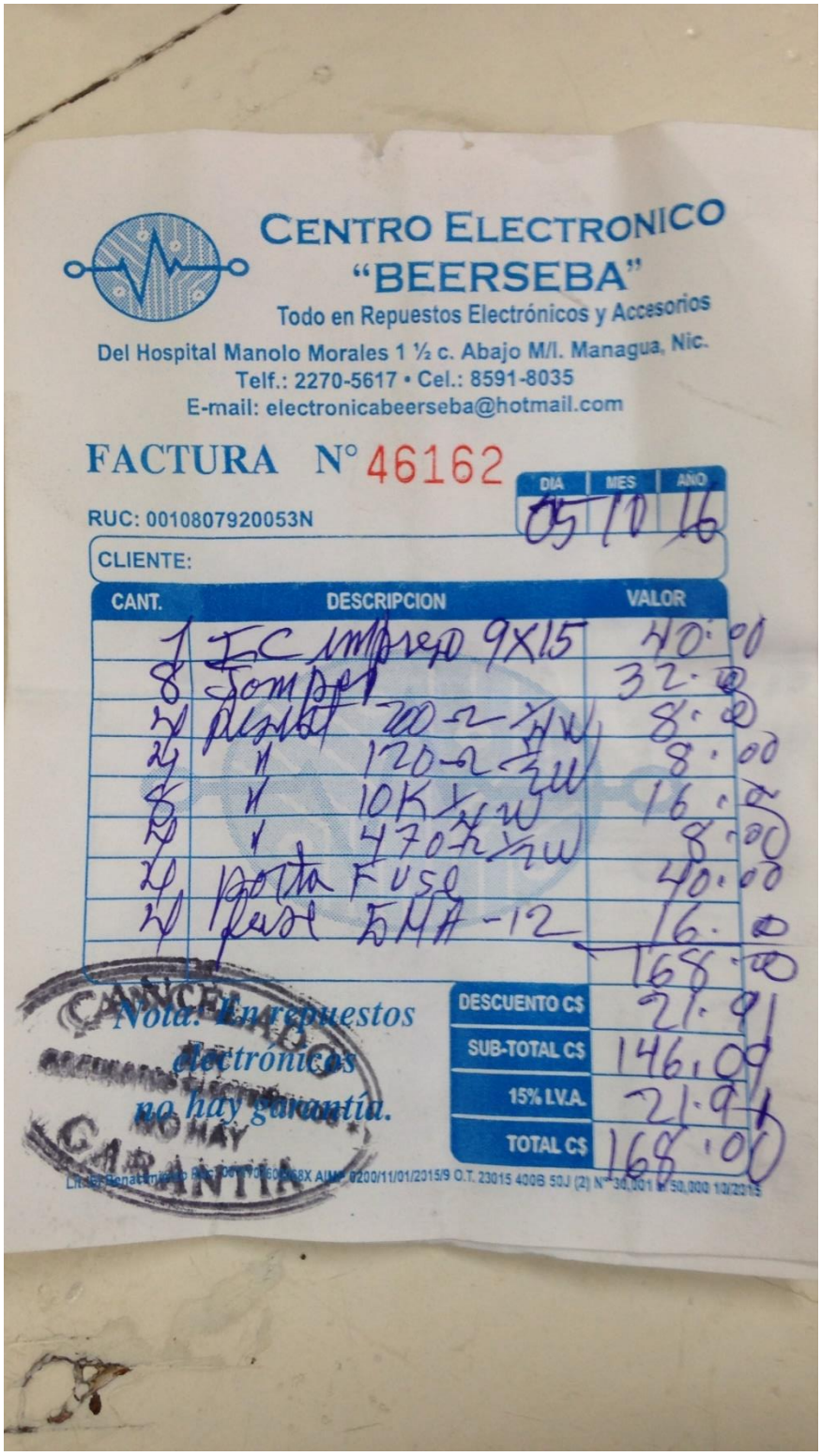
CANCELADO EN REPUESTOS ELECTRONICOS MANOLO MORALES GARANTIA

Nota: En repuestos electrónicos no hay garantía

DESCUENTO C$	117.39
SUB-TOTAL C$	782.61
15% I.V.A.	117.39
TOTAL C$	900.00

Lit. El Renacimiento Ruc: 0011707600068X AIMP 0200/11/01/2015/9 O.T. 23015 400B 50J (2) N° 30,001 al 50,000 10/2015

Facturas



CENTRO ELECTRONICO
"BEERSEBA"
Todo en Repuestos Electrónicos y Accesorios
Del Hospital Manolo Morales 1 ½ c. Abajo M/I. Managua, Nic.
Telf.: 2270-5617 • Cel.: 8591-8035
E-mail: electronicabeerseba@hotmail.com

FACTURA N° 46162

DIA	MES	AÑO
05	10	16

RUC: 0010807920053N

CLIENTE:

CANT.	DESCRIPCION	VALOR
1	IC impreso 9X15	40.00
8	Jumper	32.00
2	Resistor 200-2 1/4W	8.00
2	" 120-2 1/4W	8.00
8	" 10K 1/4W	16.00
2	" 470Ω 1/4W	8.00
2	Porta Fuse	40.00
4	Fusi 5MA-12	16.00
		168.00
	DESCUENTO C$	21.91
	SUB-TOTAL C$	146.09
	15% I.V.A.	21.91
	TOTAL C$	168.00

CANCELADO

Nota: En repuestos electrónicos no hay garantía.

NO HAY GARANTIA

Facturas

ACCESORIOS Y REPUESTOS ELECTRONICOS S.A
(Electronic Center)
CARAZO
ACCESORIOS DE COMPUTADORAS,
REPUESTOS ELECTRONICOS, CABLES PARA AUDIO Y VIDEOS
Rotonda Bello Horizonte, 150 metros al Sur, Casa B2-52.
E-mail: ventas_acresa@hotmail.com / ventas2_acresa@hotmail.com
Telefax: 2248-2849 / 2244-0653 • Cel.: Claro 8647-3479 / Mov: 8683-6477

Nº 53445

DIA	MES	AÑO
06	10	16

Factura
RUC J0310000112835

Crédito ☐ Contado ☐
T / C ☐ Cheque ☐

Cliente: KAIZEN
Dirección: J0310000239584

Cant.	Descripción	Pr. Unit.	Total C$
3	Terminales TE-153	12.18	36.54
3	Terminales TE-143	10.44	31.32
1	Adaptador AD-912		228.70

Favor elaborar cheque a nombre de:
ACCESORIOS Y REPUESTOS ELECTRÓNICOS, S.A.
SURTIDO COMPLETO
DE REPUESTOS ELECTRONICOS
GRACIAS POR PERMITIRNOS SERVIRLE

Suma	
Descuento	
Sub-Total	296.56
I. V. A.	44.48
Total	341.04
Total a Pagar C$	341.04

Recibí Conforme
Entregué Conforme

Facturas

(Electronic Center)

ACCESORIOS DE COMPUTADORAS, REPUESTOS ELECTRONICOS, CABLES PARA AUDIO Y VIDEOS

Rotonda Bello Horizonte, 150 metros al Sur, Casa B2-52.

E-mail: ventas_acresa@hotmail.com / ventas2_acresa@hotmail.com

Telefax: 2248-2849 / 2244-0653 • Cel.: Claro 8647-3479 / Mov: 8683-6477

CARAZO

Nº 53444

DIA	MES	AÑO
06	10	16

Factura

RUC J0310000112835

Crédito ☐ Contado ☑

T / C ☐ Cheque ☐

Cliente: KAIZEN.

Dirección: J031000023958 4

Cant.	Descripción	Pr. Unit.	Total C$
3	switch SW-731 BK, GN RD.	14.79	44.37

Favor elaborar cheque a nombre de:

ACCESORIOS Y REPUESTOS ELECTRÓNICOS, S.A.

SURTIDO COMPLETO DE REPUESTOS ELECTRONICOS

GRACIAS POR PERMITIRNOS SERVIRLE

Suma	
Descuento	
Sub-Total	44.37
I. V. A.	6.65
Total	51.02
Total a Pagar C$	51.02

Recibí Conforme

Entregué Conforme

Módulo 60, donde se colocó el prototipo

Módulo 60

Manual del Sistema Andon

Funcionamiento del Sistema Andon

LED Verde: Sistema Funcionando al %100

➢ Indica que el módulo se encuentra funcionando sin ningún problema.

LED Azul: Problema de Calidad

➢ Presionar Botón azul para luz intermitente: Indica que hay problema de Calidad
➢ Presionar Botón azul para luz On: Indica que el módulo se detuvo por problemas de calidad.
➢ Presionar Botón azul para Luz Off: Si el problema de calidad se solucionó.

LED Rojo: Indica Problema Mecánico

➢ Presionar Botón Rojo para luz intermitente: Indica que se acaba de presentar un problema mecánico en el módulo.
➢ Presionar Botón Rojo para Luz On: Indica que el mecánico, ya llego a solucionar el problema.
➢ Presionar Botón Rojo para luz Off: Indica que se solucionó el problema mecanico.

LED Amarillo: Falta de Materia Prima

➢ Presionar Botón Amarillo para luz Intermitente: Indica que la materia prima está pronto a agotarse.
➢ Presionar Botón Amarillo para luz On: Indica que no hay materia prima.
➢ Presionar Botón Amarillo para Luz Off: Indica que ya hay reservas de materia prima en el módulo.

Anexo G: Bitácora de Maquina Mala

BITACORA DE MAQUINA MALA

6MEC001-FO / Rev 0 / 22-Nov-16

MODULO: 4

SEMANA: 46 DEL 12 AL 16 DE NOVIEMBRE DEL 2018.

SECCION: A

SUPERVISOR DE PRODUCCION: Jessy Cano

MECANICO: CARLOS SEQUEIRA

DATOS GENERALES							REGISTRO DE TIEMPO DE MAQUINA MALA					
FECHA	CODIGO MAQUINA	TIPO DE MAQUINA	OPERACIÓN	Codigo del Problema	Hora registro SUP	Firma supervisor	Hora inicio rep. MEC	Firma Mecanico	Hora de cierre. MEC	TIPO REPARACION	Firma supervisor	Firma mecanico
12/11/2018.		over.	P/C.	Tapa front	7:16	Manuel C.	7:16		7:10			
12/11/2018		over.	P/M.	Q.A.	12:10	Manuel	12:10		12:10			
12/11/2018		O	P/C.	FAC.	3:45	Mala	3:45		3:45			
13/11/2018		plana.	P/B.	No corta	7:44	Mala			8:00			
13/11/2018		plana	P/B.	Guza	12:18	Mala			7:00			
13/11/2018		plana.	P/B.	Pernuenta.	2:36.	Manuel C.			3:00			
13-11-2018		Overlock	P.B	Sin hilo	4:30	Manuel	4:30		4:50			
14/11/2018		over.	C/C.	Ajust. Gafiar	9:38	Manuel.			10:00			
14/11/2018		plana	P/B	Salto/Rot	9:40	Mala	9:42		10:00			
14/11/2018.		plana.	P/B.	R/H.	9:42	Mala	—		10:00	Hay maquina ex	Está malo	
14/11/2018		over	C/A	No corta	1:13	[illegible]	1:15		1:25	sin operario		
14-11-18	MAO400	Overlock	Q.A		3:30 pm		3:30		4:00			
19-11/18.		plana	P/B.	P-H.	9:29	Manuel	9:29		10:00			
19-11/18		over	C/C	S P	9:30	Mala	9:30		10:00			
19-11/18.		over	C/M	S.P.	9:33.	??	mirar plegues		10:00			
19-11/18		over	C/C.	S.P.	12:03	[illegible]			12:40			
16/11/18		plana	P/B.		7:17	Mala			7:30			
16-11-18		Collo	P.C	Ondulado	2:00	[illegible]			3:00			

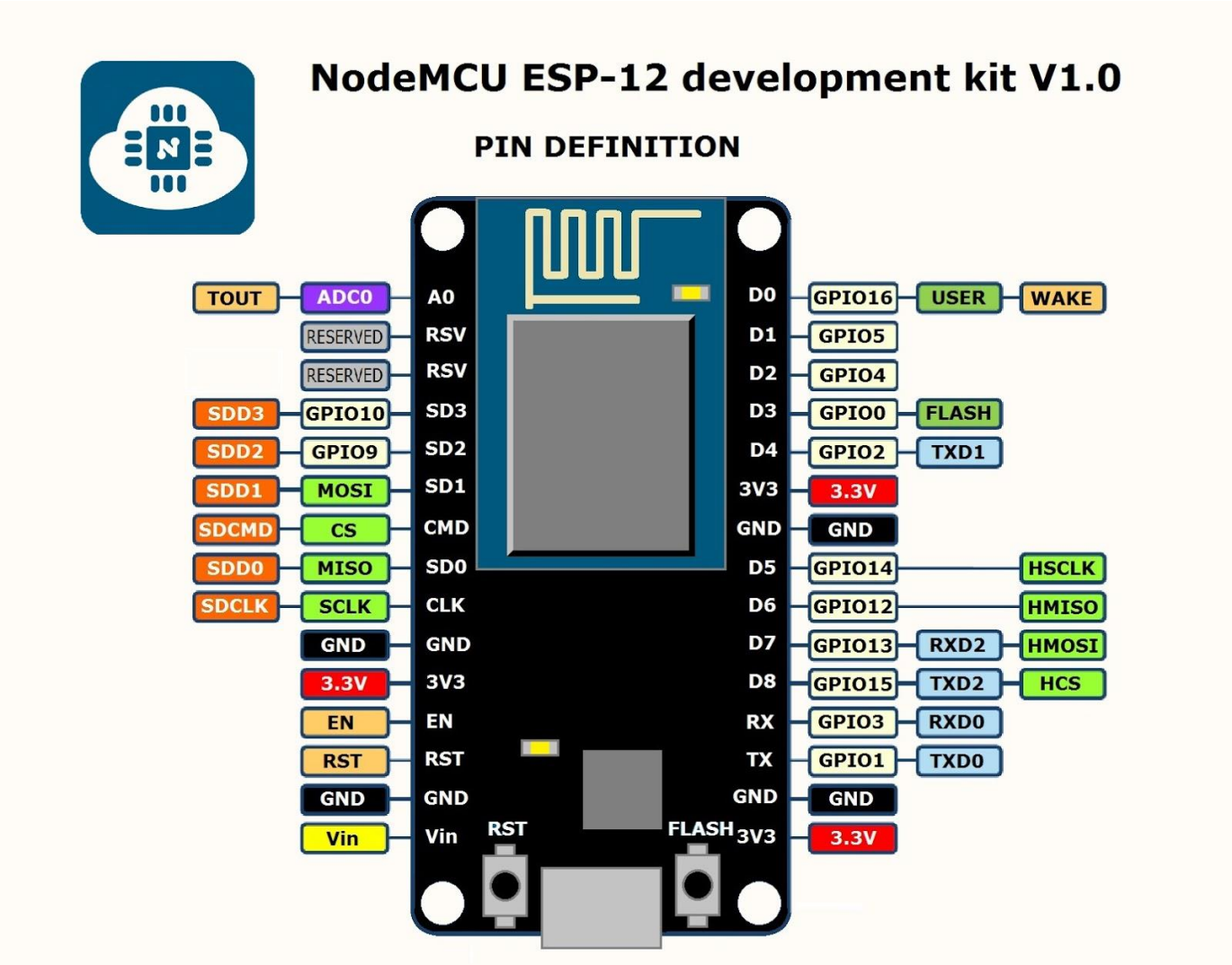
CATALOGO DE PROBLEMAS DE MAQUINA			
SP: Salto de puntada	CI: Costura incompleta	H: Hebra	NL: No lubrica
RH: Revienta hilo	TH: Tension de hilo	F: Fruncido	MD: Maquina desvelada
MC: Margen de costura	MP: Maquina pegada	AV: Ajuste de velocidad	NLP: No levanta el prensatela
PP: Puntadas por pulgadas	DP: Desgaste de piezas	V: vena	CH: Cuchilla
FA: Filracion de aceite	FAC: Falta de aire comprimido	CM: Cambio de medida	QA: Quebrando agujas
EA: Empalme abierto	AP: Ajustar pedal	MME: Motor en mal estado	
NCH: No corta hilo	NL: Hilo en la leva	CB: Cambio de banda	
BC: Borde crudo	PT: Poner teflon	CP: Cambio de prensatela	
MPR: Marca de prensatela	PR: Perforacion	PE: Problemas electronicos	
C: Colocho	ON: Ondulado	RG: Reparar guia	

CATALOGO DE REPARACION	
CM: Cierre Manga	REM: Remache
RM: Ruedo Manga	RF: Ruedo de falda
CC: Cierre Costado	SC: Sobrecocido
UH: Unir Hombro	SG: Sorgete
PC: Pegar Cuello	
PT: Pegar Cinta	
PM: Pegar Manga	
PE: Pegar Etiqueta	
AC: Armar Cuello	
FC: Fijar Cuello	

DD

Anexo H: Hoja de datos

Categories	Items	Parameters
Wi-Fi	Standards	FCC/CE/TELEC/SRRC
	Protocols	802.11 b/g/n/e/i
	Frequency Range	2.4 G ~ 2.5 G (2400M ~ 2483.5M)
	Tx Power	802.11 b: +20 dBm
		802.11 g: +17 dBm
		802.11 n: +14 dBm
	Rx Sensitivity	802.11 b: -91 dbm (11 Mbps)
		802.11 g: -75 dbm (54 Mbps)
		802.11 n: -72 dbm (MCS7)
	Antenna	PCB Trace, External, IPEX Connector, Ceramic Chip
Hardware	CPU	Tensilica L106 32-bit micro controller
	Peripheral Interface	UART/SDIO/SPI/I2C/I2S/IR Remote Control
		GPIO/ADC/PWM
	Operating Voltage	3.0 V ~ 3.6 V
	Operating Current	Average value: 80 mA
	Operating Temperature Range	-40°C ~ 125°C
	Storage Temperature Range	-40°C ~ 125°C
	Package Size	QFN32-pin (5 mm x 5 mm)
	External Interface	-
Software	Wi-Fi Mode	station/softAP/SoftAP+station
	Security	WPA/WPA2
	Encryption	WEP/TKIP/AES
	Firmware Upgrade	UART Download / OTA (via network)
	Software Development	Supports Cloud Server Development / Firmware and SDK for fast on-chip programming
	Network Protocols	IPv4, TCP/UDP/HTTP/FTP
	User Configuration	AT Instruction Set, Cloud Server, Android/iOS App


NodeMCU ESP-12 development kit V1.0
PIN DEFINITION
TOUT
ADC0
A0
RESERVED
RSV
RESERVED
RSV
SDD3
GPIO10
SD3
SDD2
GPIO9
SD2
SDD1
MOSI
SD1
SDCMD
CS
CMD
SDD0
MISO
SD0
SDCLK
SCLK
CLK
GND
GND
3.3V
3V3
EN
EN
RST
RST
GND
GND
Vin
Vin
RST
FLASH
D0
GPIO16
USER
WAKE
D1
GPIO5
D2
GPIO4
D3
GPIO0
FLASH
D4
GPIO2
TXD1
3V3
3.3V
GND
GND
D5
GPIO14
HSCLK
D6
GPIO12
HMISO
D7
GPIO13
RXD2
HMOSI
D8
GPIO15
TXD2
HCS
RX
GPIO3
RXD0
TX
GPIO1
TXD0
GND
GND
3V3
3.3V