



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:**

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES**

**TEMA: Análisis y control inalámbrico de iluminación del templo de la iglesia ACYM SUR mediante tecnologías Raspberry Pi y plataforma Android que garantice un manejo eficiente de luminarias.**

**AUTOR: Hernán Octavio Gualli Muñoz**

**TUTOR: Ing. David Cando, Mg**

**AÑO: 2016**

## INFORME FINAL DE RESULTADOS DEL TT

### Datos generales:

<b>Carrera:</b>	<b>Electrónica Digital y Telecomunicaciones</b>
<b>Autor/a del TT:</b>	<b>Hernán Octavio Gualli Muñoz</b>
<b>Tema del TT:</b>	<b>Análisis y control inalámbrico de iluminación del templo de la iglesia ACYM SUR mediante tecnologías Raspberry Pi y plataforma Android que garantice un manejo eficiente de luminarias.</b>
<b>Articulación con la Línea de Investigación Institucional:</b>	<b>Tecnología Aplicada a la Producción y Sociedad</b>
<b>Sublínea de Investigación Institucional:</b>	<b>Desarrollo de Sistemas Automáticos para Iluminación de la Iglesia ACYM Sur</b>
<b>Fecha de presentación:</b>	<b>19 de Septiembre de 2016</b>

## Resumen

El desarrollo de tecnología y la necesidad de involucrar automatización, en lugares como teatros, escenarios de eventos públicos, deportivos y porque no en una iglesia, son la razón suficiente para que en la actualidad se necesite de la implementación de sistemas domóticos en dichos lugares, con el fin de tener un control adecuado de iluminación, ya que cada semana estos sitios acogen la visita de muchas personas.

El presente proyecto tiene como objetivo automatizar el sistema de iluminación del templo de la iglesia ACYM SUR, mediante una tarjeta electrónica Raspberry Pi, la cual es una interface que trabaja a la par con una aplicación android, esto tiene la finalidad de garantizar un eficiente manejo de iluminación, actualmente se manipula las luces del templo de forma manual y las personas que accionan los interruptores por lo general se encuentran en el cuarto de control del sonido ubicado en el mezzanine del templo.

El sistema de automatización de luces está ubicado en el cuarto de control del templo de la iglesia, en la parte inferior del tablero de distribución de energía, el sistema será controlado desde cualquier punto del templo; incluido el cuarto de control del sonido, mediante un Smartphone con la aplicación CAYENNE, la cual permite controlar la iluminación, así también desde un computador al ingresar al sitio web de Raspberry Pi.

Para el desarrollo del proyecto es necesario un análisis de la carga o consumo de corriente de cada sección de lámparas fluorescente y reflectores que cuenta la iglesia, con el fin de tener datos exactos y saber qué elementos utilizar en la etapa de potencia del sistema automatizado de la iglesia ACYM SUR, también se toma en cuenta que al encender cada uno de los breakers no se controla una cantidad homogénea de lámparas.

Después del análisis realizado en el templo de la iglesia ACYM SUR y terminado el montaje de equipos, se procede a ejecutar pruebas necesarias, con las recomendaciones del fabricante de los equipos, con el fin de mantener parámetros predefinidos, y evitar inconvenientes al momento de manipular cada elemento que conforma el sistema.

DESCRIPTORES: Control inalámbrico, Redes Wlan, Plataforma Android, Raspberry Pi

## Abstract

The development of technology and the need to involve automation, in places such as theaters, scenes of public events, sporting, and why not in a church, they are the reason for so today is need of the implementation of automation systems in these places, in order to have proper control of lighting, because every week these sites hosting the visit of many people.

The present project has as objective automate lighting system of the temple ACYM SUR church, through an electronic card Raspberry Pi, which is an interface at the same time with an application android, this is intended to ensure efficient management lighting, currently is handled those lights of the Temple of form manual and people operating the switches usually found in the sound control room located in the mezzanine of the temple is handled.

The lighting automation system is located in the control room of the temple of the church, in the bottom of the power distribution board, the system will be controlled from anywhere in the temple; including sound control room, via a Smartphone with CAYENNE application, which allows you to control the lighting, so from a computer to access the website of Raspberry Pi.

For the development of project requires an analysis of the load or power consumption of each section of fluorescent lamps and reflectors which tells the church, in order to have accurate data and know which items to use in the power stage of the automated system ACYM SUR church also taken into account that when you turn each of the breakers not a homogeneous amount of lamps is controlled.

After the analysis in the temple of the church ACYM SUR and finished assembly equipment, we proceed to perform necessary tests, as recommended by the manufacturer of the equipment, in order to maintain predefined parameters, and avoid problems when handling each element that makes up the system.

WORDS: Wireless Control, networks Wlan, platform Android, Raspberry Pi

# ÍNDICE

1	Introducción	1
1.1	Antecedentes	1
1.1.1	El problema	1
1.2	Objetivos	2
1.2.1	Objetivo general	2
1.2.2	Objetivos específicos	2
2	Fundamentación Teórica y Metodológica	3
2.1	Raspberry Pi	3
2.1.1	Sistema operativo para Raspberry Pi	5
2.2	Módulo relé	6
2.3	Relé de estado sólido	7
2.3.1	Funcionamiento de un relé de estado sólido	8
2.4	Aplicación Cayenne	9
2.5	WLAN	9
2.6	Tipos de luminarias montadas en el templo de la iglesia ACYM SUR	11
2.6.1	Lámpara fluorescente	11
2.6.2	Funcionamiento de iluminación fluorescente	11
2.6.2.1	Vapor de mercurio	12
2.6.2.2	Fósforo	12
2.6.2.3	Electrodos	13
2.6.3	Reflectores de halógeno	13
3	Implementación	15
3.1	Pruebas de funcionalidad de módulo relé y puertos GPIO	15
3.2	Prueba de conexión a red wlan en la iglesia ACYM SUR	16
3.3	Análisis de campo donde se realiza la implementación	17
3.3.1	Análisis eléctrico de la caja de distribución de energía	17
3.4	Diagrama de bloques del proceso de automatización	19
3.4.1	Desarrollo de diagrama de bloques	19
3.5	Instalación y configuración de Raspbian en la MicroSD	20
3.6	Configuraciones iniciales de Raspberry Pi	21
3.6.1	Pantalla inicio de configuración de Raspberry Pi	22
3.6.2	Ampliación del sistema operativo a toda la capacidad de la MicroSD	22

3.6.3	Manejo de puertos GPIO	24
3.6.4	Programación avanzada de los puertos GPIO	26
3.7	Configuración y funcionamiento de WEBIOPI	26
3.8	Cuarto de control de luminarias	27
3.8.1	Montaje de cableado	28
3.8.2	Montaje de los módulos de relé	31
3.9	configuración de la aplicación Cayenne	32
4	costos del proyecto	34
	Conclusiones	35
	Recomendaciones	36
	Bibliografía	37
	Anexos	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sistemas operativos utilizables en Raspberry Pi	4
Figura 2: Características de Raspberry pi 3	4
Figura 3: Página oficial raspberrypi.org	5
Figura 4: Descarga de Raspbian Jessie	6
Figura 5: Módulo de ocho relés y esquema circuito	7
Figura 6: Diseño interno de un relevador de estado sólido de 5A	8
Figura 7: Relé de estado sólido y su diagrama esquemático	8
Figura 8: Aplicación Cayenne	9
Figura 9: Red WLAN o WIFI	10
Figura 10: funcionamiento de lámparas fluorescentes	12
Figura 11: lámpara reflector de cuarzo	14
Figura 12: Principio de funcionamiento del reflector halógeno y su estructura	14
Figura 13: Apagado de una lámpara con relés y puerto GPIO	15
Figura 14: Encendido de una lámpara con relés y puerto GPIO	16
Figura 15: Medición de potencia de señal wlan en púlpito de la iglesia ACYM SUR	17
Figura 16: Diagrama de bloques del sistema de iluminación ACYM SUR	19
Figura 17: Tarjeta de memoria Micro SD 16GB clase 10	21
Figura 18: Periféricos para Raspberry Pi	21
Figura 19: Página inicio de configuración Raspberry Pi	22
Figura 20: Configuración de memoria en Raspberry Pi	23
Figura 21: Configuración expansión de memoria en Raspberry Pi	23
Figura 22: Puertos GPIO de Raspberry Pi 3	24
Figura 23: Control de puertos GPIO desde el sitio WEBIOPI	27
Figura 24: Caja de distribución de energía y nomenclatura de iluminación	28
Figura 25: Paso de alambre guía en ductos para paso de cableado	29
Figura 26: Paso de líneas por ductos	29
Figura 27: Cables pasados por los ductos y etiquetados	30
Figura 28: Unión de las líneas de control con los breakers	30
Figura 29: Montaje de módulos relés y alimentación eléctrica a la Raspberry Pi	31
Figura 30: Encendido de luces fluorescentes del mezzanine	31
Figura 31: Aplicación Cayenne	32
Figura 32: Página de internet Cayenne	33

Figura 33: Aplicación Cayenne para Smartphone con sus diferentes etapas	34
Figura 34: diagrama unifilar sistema eléctrico de iluminación	66
Figura 35: cuarto de control de iluminación	67
Figura 36: diagrama del sistema eléctrico y automatización	68
Figura 37: Datasheet Raspberry pi 3 1da parte	69
Figura 38: Datasheet Raspberry pi 3 2da parte	70
Figura 39: Configuración zona horaria en Raspberry Pi	71
Figura 40: Configuración zona horaria en Raspberry Pi	71
Figura 41: XLTerminal sudo raspi - config	72
Figura 42: Menú de Raspberry Pi	72
Figura 43: End sesión de Raspberry Pi	73
Figura 44: Módulo de 8 relés	75
Figura 45: Características de módulo de relé	76
Figura 46: Características de módulo de relé	76
Figura 47: Datasheet de relé de estado sólido	77
Figura 48: Datasheet lámparas fluorescentes	78
Figura 49: Programa win32 disk Imager	80
Figura 50: Pagina de descarga win32 disk Imager	80
Figura 51: Script para vincular Cayenne a Raspberry Pi	81
Figura 52: Instalación de aplicación Cayenne en dispositivo móvil	82
Figura 53: Configuración de botones (widgets) en la aplicación Cayenne	83
Figura 54: Pantalla de aplicación Cayenne con todos los botones encendidos	84



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estándares IEEE y características de la red WLAN	11
Tabla 2: Pruebas de conectividad WLAN en el templo de la iglesia ACYM SUR	16
Tabla 3: Medidas eléctricas del tablero de distribución de energía y su nomenclatura.	18
Tabla 4: características del cable	18
Tabla 5: costos del proyecto	34
Tabla 6: características generales de lámparas halógenas	79

## **1 Introducción**

### **1.1 Antecedentes**

El mundo actual gira entorno a la evolución de las tecnologías y sus diferentes aplicaciones. Se puede ver con claridad que la industria da un paso importante al implementar sistemas de automatización en sus procesos, hoy se los conoce como mecatrónica o automatización industrial, esto permite optimizar los métodos de producción para obtener mejoras en sus productos en calidad y cantidad.

El nacimiento de técnicas de automatización del hogar se denomina domótica, y son una combinación de varias ciencias para obtener una casa inteligente, donde con solo dar un clic se puede ejecutar varios procesos; sin la necesidad de acceder a un lugar en especial, el encendido y apagado de luces, el manejo de equipos electrónicos, de sensores de presencia o movimiento, de cámaras web, entre otros elementos, son los puntos más recurrentes a controlar. En la actualidad existen módulos de seguridad que se relacionan directamente con los sistemas domóticos y permiten el manejo de varios dispositivos que realizan monitoreo remoto.

La utilización de redes inalámbricas como: WIFI O BLUETOOTH, en el control de tecnología, permite realizar un manejo más eficaz, para evitar la conexión de dispositivos mediante cableado, para dar libertad de movimiento al operador, el cual puede hacer un seguimiento del proceso desde un dispositivo terminal de conexión inalámbrica como puede ser un teléfono inteligente, una Tablet o una Laptop.

#### **1.1.1 El problema**

La necesidad de contar con un proceso domótico en el sistema de iluminación de la iglesia ACYM SUR, se da; por el continuo movimiento de personal que desciende al cuarto de control de iluminación, que se encuentra ubicado en la parte inferior del templo, en este sitio se encuentra el tablero de distribución de energía, el cual activa las luces de forma manual. Se toma en cuenta que, las personas encargadas de realizar este proceso se hallan siempre en el cuarto de control del sonido, el que está localizado en el mezzanine de la iglesia, esto origina un traslado continuo de personas dentro del templo para realizar la actividad de manipulación de luces.

Se desea apagar o encender las lámparas del templo para darle un ambiente óptimo al momento de reproducir imágenes o videos, desde el cuarto de sonido mediante un proyector, o de realizar un ahorro de energía en sectores donde no se encuentre con público presente, de esta manera se garantiza la optimización de la iluminación del templo de la iglesia.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

Analizar y automatizar el sistema de iluminación del templo de la iglesia ACYM SUR mediante Raspberry Pi y plataforma Android con el fin de garantizar un eficiente manejo de luminarias.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Analizar el entorno de iluminación que actualmente opera dentro del templo de la iglesia ACYM SUR.
- Determinar cuál es el mejor mecanismo para la automatización de la iluminación del Templo de la iglesia ACYM SUR.
- Controlar la iluminación mediante la tarjeta Raspberry Pi y sistemas de relés en el templo en la iglesia ACYM SUR.
- Configurar una aplicación móvil basada en Android para el control de luces del templo de la iglesia ACYM SUR de forma inalámbrica.

## **2 Fundamentación Teórica y Metodológica**

En el templo de la iglesia ACYM SUR existe la necesidad de modernizar el sistema de iluminación; por cuanto, las luces son controladas desde una sección donde se lo hace de forma manual, por medio de breakers, y las personas que operan dichos controles deben bajar desde el mezzanine a realizar el encendido o apagado. Para mejorar este proceso y controlar de manera remota la iluminación del templo, desde el cuarto de control de sonido, es indispensable centralizar el sistema de control a este lugar, sea mediante una aplicación de dispositivo móvil o de un computador, que permita su trabajo al ingresar a la dirección web de Raspberry Pi.

Para el desarrollo del presente proyecto es necesario realizar un estudio del sistema de iluminación que posee la iglesia ACYM SUR, se analiza cada uno de los elementos con los que cuenta el sistema, determinado por cada etapa; se toma en cuenta los siguientes parámetros: funcionalidad, datasheet de elementos, mediciones eléctricas en cada etapa, características técnicas de luminarias y tiempos de retardo de encendido, con el fin de adquirir un cuadro detallado que permita dar un valor adecuado de elementos a utilizar, en la etapa de automatización que se va a implementar del templo de la iglesia.

### **2.1 Raspberry Pi**

La tarjeta electrónica llamada Raspberry Pi es una pequeña (mainboard) de bajo costo, pero con propiedades que permiten emular el desempeño de un computador comercial, desarrollado en Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi, con el fin de estimular la enseñanza de lenguaje de programación y de fundamentos de computación en centros de estudios primarios. (dablarui, histinf.blogs.upv.e, 2013)

El hardware de Raspberry Pi 3 es una tarjeta que cuenta con derechos de autor, por ser una versión nueva, más no sus versiones anteriores que son de dominio público, sin embargo su software es de distribución libre, el sistema operativo oficial es una versión adaptada de Linux Debian que se denominada Raspbian, actualmente permite varios sistemas operativos entre ellos una versión de Windows 10 IoT dedicada a desarrollo (Internet de las cosas). Como muestra la figura 1. (Pi, raspberrypi.org, 2016)

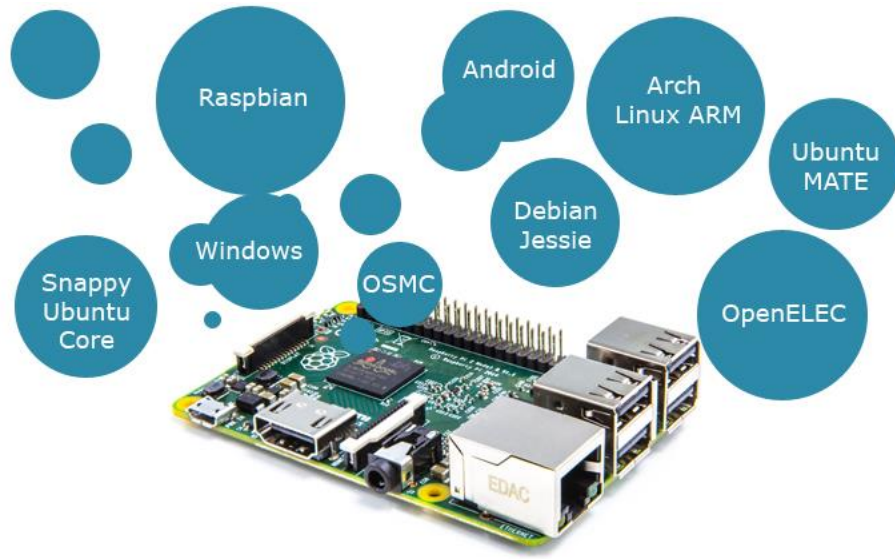


Figura 1: Sistemas operativos utilizables en Raspberry Pi  
 Fuente: Raspberry.org

La versión que se revisa en este documento es la Raspberry Pi 3 que es la tercera generación de la familia Raspberry Pi, dicha versión fue lanzada al mercado en febrero del año 2016, y sustituye al Raspberry Pi 2 Modelo B, con las siguientes mejoras; tiene incorporado Wireless LAN 802.11n y Bluetooth 4.1, la descripción se detalla en la figura 2.

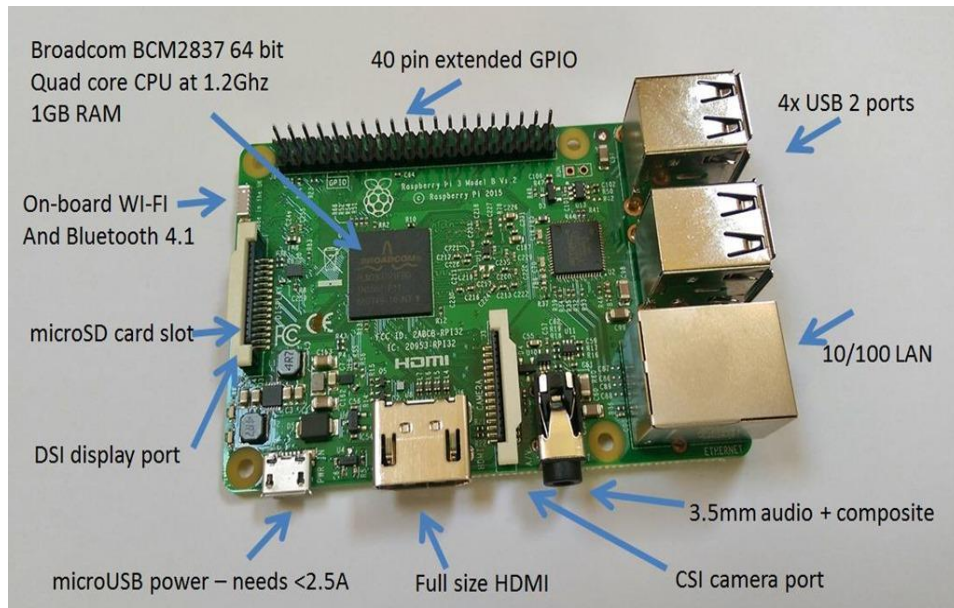


Figura 2: Características de Raspberry pi 3  
 Fuente: Raspberry.org

### 2.1.1 Sistema operativo de Raspberry Pi

En la actualidad el sitio web de Raspberry Pi proporciona varios sistemas operativos, que son utilizados de diferente manera. Existen sistemas que vienen preparados para funciones específicas como RetroPie, es utilizado en una consola emuladora de juegos, en el funcionamiento de un media center se puede trabajar con el sistema OpenELEC. Existen adaptaciones de sistemas como Debian (Raspbian) o Pidora (Fedora) que introducen a la Raspberry en un ambiente puro de Linux. (Pi, raspberrypi.org, 2016)

A la familia de Raspberry Pi, se añadieron dos sistemas operativos muy conocidos por el usuario: Windows 10 IoT y Ubuntu Snappy Ubuntu Core, de esta manera se abre a la posibilidad de tener Microsoft y Linux en el desarrollo de programación con las tarjetas Raspberry Pi, varias son las opciones al momento de seleccionar un sistema operativo libre, lo principal es; direccionar el proyecto en mente y utilizar el sistema operativo que mejor se acople a los requerimientos del tema. (Pi, raspberrypi.org, 2016)

Para el presente proyecto se descarga Raspbian, el cual se obtiene directamente en la página oficial de Raspberry Pi: (<https://www.raspberrypi.org/downloads/>), como se visualiza en la figura 3.

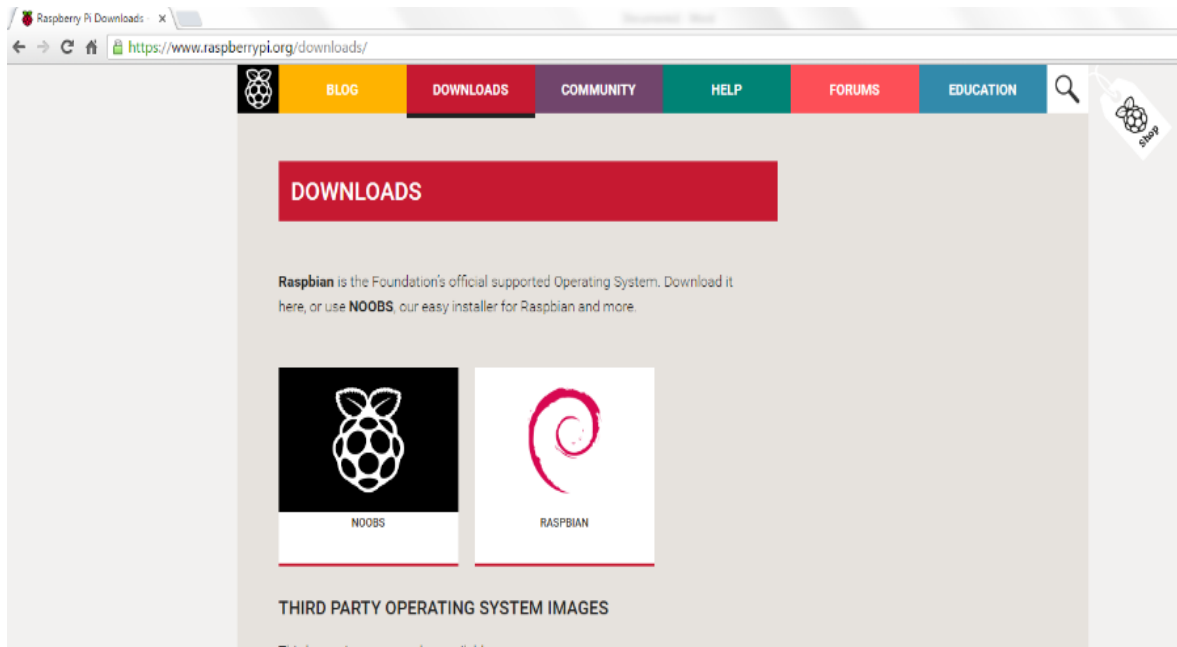


Figura 3: Página oficial raspberrypi.org

Fuente: Raspberry.org

La figura 4 indica la descarga de Raspbian Jessie, correspondiente a la versión 4.4 del sistema operativo, el archivo de descarga está en formato ZIP o TORRENT y se almacena en una carpeta dentro del computador, para su futura utilización. (Pi, raspberrypi.org, 2016)

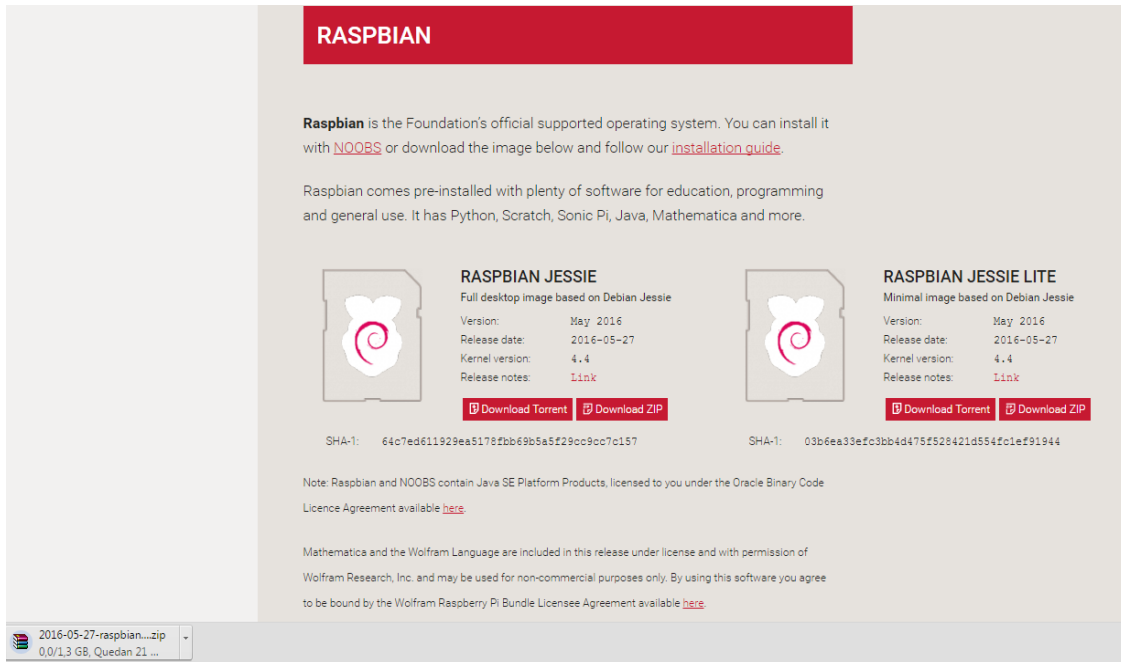


Figura 4: Descarga de Raspbian Jessie

Fuente: Raspberry.org

## 2.2 Módulo relé

El módulo relé es un elemento electrónico que tiene la propiedad de conmutar altas corrientes en los sentidos normalmente abierto y normalmente cerrado (NA y NC), los contactos de los relés están diseñados para trabajar con cargas de hasta 10 amperios, con un límite de 250 voltios en corriente alterna o también con 30 voltios en corriente continua. Las entradas de control permiten un ingreso de voltaje de 3.3 voltios a 5 voltios, y está protegida por sistema optoacoplador para eliminar el ruido que ingresa al circuito de control, este se genera por medio de la inducción del bobinado que cuenta cada relé, el que permite realizar la conmutación de los contactos de salida del módulo. En la figura 5 se observa el módulo relé y sus diferentes etapas. La señal que acciona el módulo de relé puede provenir de cualquier circuito de control, como es: un TTL, CMOS, un microcontrolador o un PLC, y es recomendable no sobrepasar los límites requeridos por el fabricante, sea en la entrada como en la salida del dispositivo. (Tolocka, 2015)

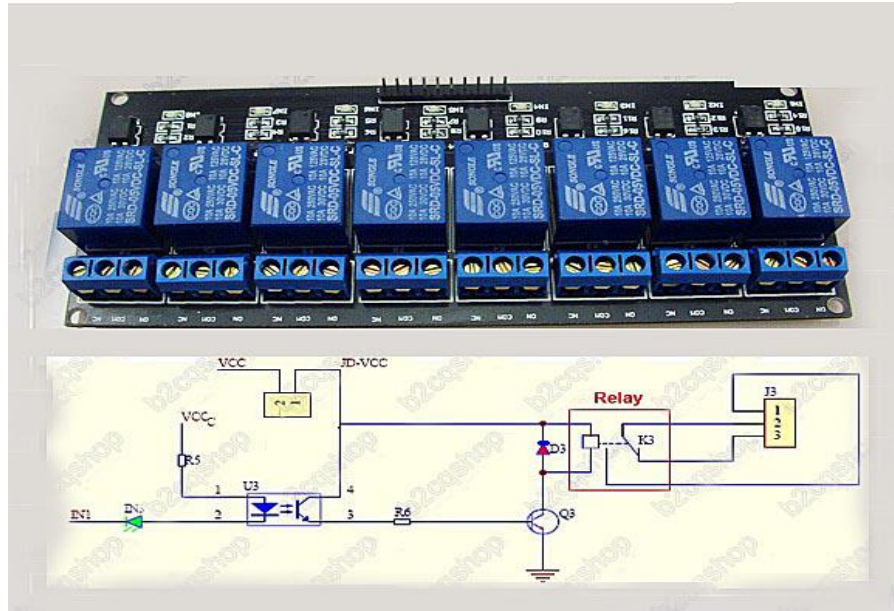


Figura 5: Módulo de ocho relés y esquema de circuito.

Fuente: electronics.stackexchange.com

### 2.3 Relé de estado sólido

El relé de estado sólido es un elemento electrónico que conmuta en sus dos estados, abierto y cerrado. Para el cambio de etapa de un relé de estado sólido es necesario un voltaje externo aplicado en la entrada. Un SSR, por sus siglas en el idioma inglés: (Solid State Relay) tiene su funcionamiento basado en semiconductores y le permite ser un dispositivo silencioso. (RELEQUICK, 2015)

Los SSR tienen un sensor luminoso; el cual se activa cuando detecta el encendido del LED con el ingreso de corriente en la entrada del módulo relé, esta puede ser (voltaje alterno o continuo). La señal de entrada tiene un rango específico dado por el fabricante del elemento y permite la activación de la compuerta del tiristor; quien se satura y activa el circuito de potencia, este circuito a su vez, cede el paso de la alimentación que existe en los contactos del relé, al cerrar el circuito de salida, para realizar la activación de dispositivos conectados como: (lámparas, calentadores, actuadores, etc.). (RELEQUICK, 2015)

Estos elementos son diseñados para trabajar desde cargas de potencia pequeñas hasta cargas muy altas, además realizan su cambio de estado a grandes velocidades, en el rango



de nanosegundos, haciéndolo muy confiable en su desempeño. Un ejemplo de SSR de 220VAC /5A, se muestra en la figura 6.

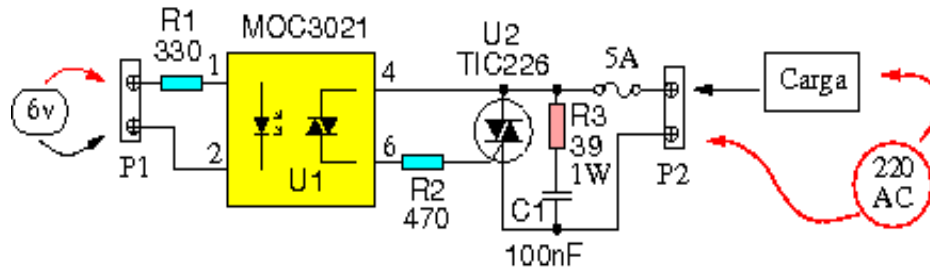


Figura 6: Diseño interno de un relevador de estado sólido de 5A

Fuente: electrónica-electronics.com

### 2.3.1 Funcionamiento de un relé de estado sólido

En los terminales de entrada del SSR ingresa una señal la cual se une a un LED que se enciende cuando la entrada es energizada. La luz que emite el LED es recibida por un sensor, el cual envía la señal a un transistor triac que abre o cierra su compuerta. Si el transistor está en su estado de saturación, permite el paso de corriente a los elementos de potencia que cuenta en la salida del relé. Por otro lado, si el transistor está en estado de apertura o corte no hay flujo de corriente por los elementos de potencia que posee a la salida del relé. La ventaja principal del SSR consiste en el aislamiento óptico de la etapa de control con la etapa de potencia, mediante un optoacoplador, esto brinda garantías de funcionamiento para los elementos conectados en sus puntos terminales. Se tiene la descripción del relé de estado sólido en la figura 7. (Electrónica-electronics, 2009-2016)

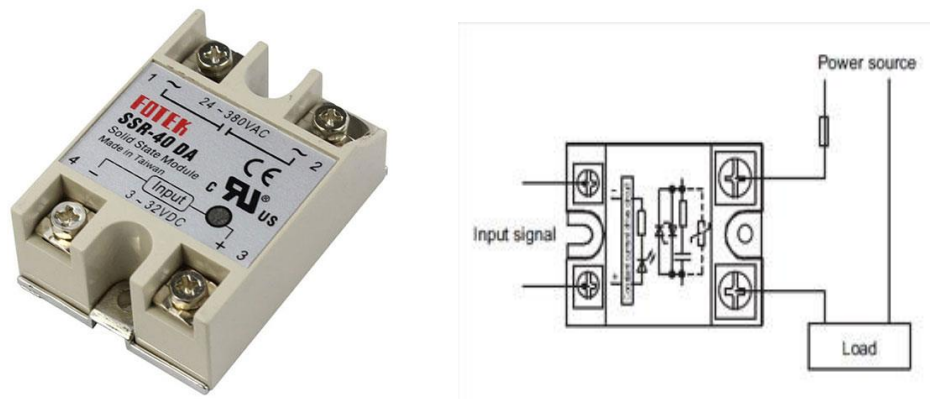


Figura 7: Relé de estado sólido y su diagrama esquemático

Fuente: yecoy.com

## 2.4 Aplicación Cayenne

Cayenne es una herramienta creada para trabajar con la tarjeta Raspberry Pi y otros dispositivos, permite la comunicación directa de la aplicación móvil con los puertos GPIO que cuenta la Raspberry Pi. En las pantallas del sistema Cayenne se refleja cuadros estadísticos, e ingreso a valores de funcionamiento de Raspberry Pi como son: memoria RAM, capacidad de almacenamiento de memoria ROM, temperatura, velocidad de procesamiento, como muestra la figura 8, adicionalmente permite escoger diferentes tipos de iconos en la manipulación de los puertos GPIO como: actuadores, sensores, entre otros. A esta aplicación se puede ingresar desde un Smartphone o también desde su sitio web. (new, 2016)



Figura 8: Aplicación Cayenne

Fuente: Cayenne.org

## 2.5 WLAN

WLAN, (Wireless Local Área Network), se distingue por ser una red inalámbrica, la cual cuenta con el estándar de IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos), 802.11xx, conocido como WIFI, que es un nombre comercial dado a esta red, la cual permite dejar a un lado las conexiones por cable; su transmisión es realizada por ondas electromagnéticas. Para trabajar en una red WLAN es necesario un punto de acceso, y dispositivos terminales,

que pueden ser: computadores, Laptops, Smartphone, entre otros, sin embargo para tener conectividad con internet se requiere vincular el puerto WAN del Router hacia un modem, (S.L., 2015), como de detalla en la figura 9.

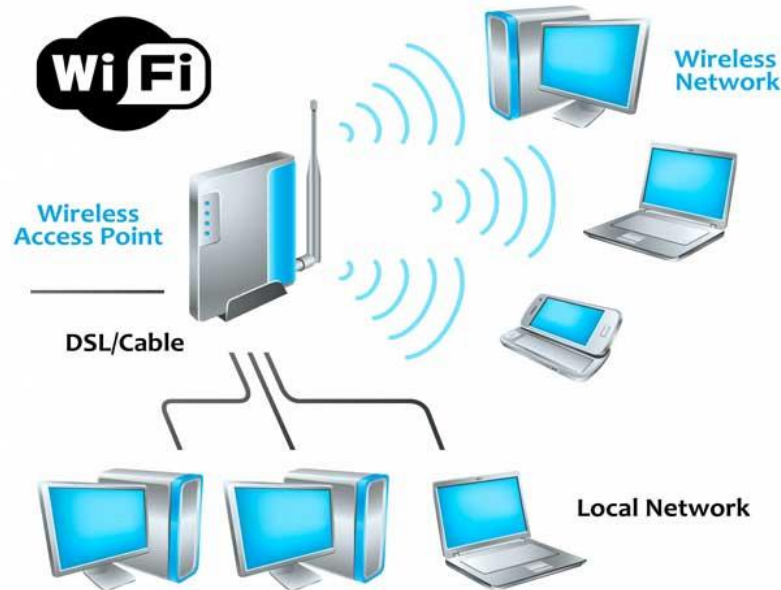


Figura 9: Red WLAN o WIFI

Fuente: [www.duinorasp.hansotten.com](http://www.duinorasp.hansotten.com)

Al trabajar con conexiones inalámbricas, no es difícil receptor la comunicación que se transmite, por eso es recomendable encriptar la transmisión de datos para operar en un área segura. Las seguridades que presta el WPA, superan a su predecesor WEP, ya que cuenta con nuevas características de seguridad, como la reproducción dinámica de la clave de acceso. (S.L., 2015)

También se puede conectar con redes WIFI que permiten un acceso gratuito, este se conecta a nodos públicos situados en diferentes puntos estratégicos, por ejemplo, estaciones de transporte, plazas, teatros, parques, etc. Esta forma de conexión no está explotada en su totalidad. (S.L., 2015)

El modelo 802.11n es el estándar que utiliza la tarjeta Raspberry Pi, el cual fue creado por IEEE en el año 2009, y trabaja con una velocidad de 65 Mbps en el canal de 20MHz, de 135Mbps en el canal de 40MHz; en teoría se espera un desempeño de 300Mbps. El

estándar 802.11n emplea dos bandas simultaneas, 2.4 Ghz y 5 Ghz. Todas las versiones de 802.11xx, aportan la ventaja de ser compatibles entre sí, de forma que el usuario no necesita nada más que su adaptador wifi integrado, para conexión. En un detalle más completo se indica la tabla 1 las diferencias con el estándar 802.11n y sus anteriores. (Moresco, 2016)

**Tabla 1: Estándar IEEE y características de red WLAN**

Una cadena de Datos (MCS0-7)				Dos Cadenas de Datos (MCS8-15)		
Velocidades 802.11a/g	Velocidades 802.11n Requeridas (canal de 20 MHz)	Velocidades 802.11n Requeridas (canal de 40 MHz)	Intervalo de Guarda Corta Habilitado	Dos Cadenas	802.11n Velocidad Requerida (canal de 40 MHz)	Intervalo de Guarda Corta Habilitado
6	6.5	13.5	15	13	27	30
9	13	27	30	26	54	60
12	19.5	40.5	45	39	81	90
18	26	54	60	52	108	120
24	39	81	90	78	162	180
36	52	108	120	104	216	240
48	58.5	121.5	135	117	243	270
54	65	135	150	130	270	300

Fuente: wni.mx

## 2.6 Tipos de luminarias montadas en el templo de la iglesia ACYM SUR

### 2.6.1 Lámpara fluorescente

Las lámparas fluorescentes producen irradiación mediante procesos físicos, estos se relacionan con uno o más elementos de la luminaria, como son: electrodo, vapor de mercurio. En la actualidad se tiene una mejora considerable en cuanto a calidad de elementos que conforman un luminiscente, y le permite tener una mayor vida útil.

### 2.6.2 Funcionamiento de iluminación fluorescente

La lámpara fluorescente está compuesta por una tubería de vidrio que posee en su interior, argón y vapor de mercurio a baja presión, que emite radiación UV invisible, y se convierte en luz visible gracias al gas de vapor de mercurio, adicional cuenta con un filamento y un electrodo de wolframio, estos permiten realizar un arco y activar los electrones ionizantes, (Álvarez, 2015), así describe la figura 10.

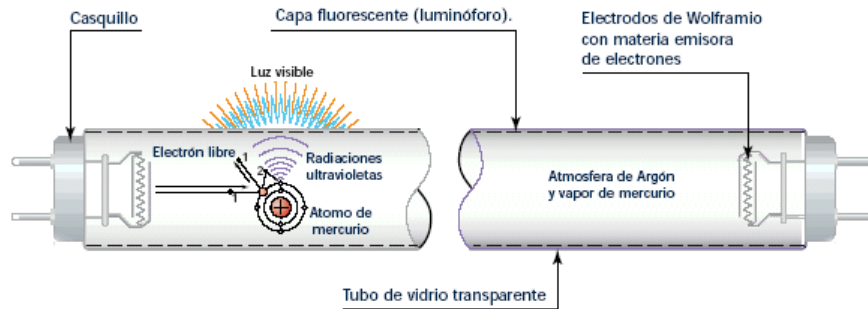


Figura 10: funcionamiento de lámparas fluorescentes  
Fuente: tuveras.com

Para una mejor comprensión de funcionamiento, se revisa a continuación los elementos que componen la lámpara fluorescente.

### 2.6.2.1 Vapor de mercurio

Para generar luz en una lámpara fluorescente necesita varios procesos. Entre ellos, está la descarga de arco. El objetivo del vapor de mercurio es crear el arco.

El arco es formado por vapor de mercurio que se une a la corriente eléctrica. Los electrones libres se agitan en la tubería y se activa el campo eléctrico a grandes velocidades. Los electrones libres sacuden las partículas del gas de mercurio, y derriban electrones que ayudan a la corriente eléctrica. Los átomos de mercurio considerablemente ionizados se agitan por el campo eléctrico con menor rapidez. Esto da lugar a un desplazamiento de iones y electrones con direcciones opuestas por su polaridad. (Álvarez, 2015)

Las lámparas fluorescentes están limitadas a intensidades de 30 watts por metro de tubo, aproximadamente. Dado por la restricción de corriente en la lamparilla. El mercurio es la única luz producida por gas utilizada en iluminación fluorescente. (Álvarez, 2015)

### 2.6.2.2 Fósforo

El fósforo permite transformar la luz ultravioleta producida por el vapor de mercurio en luz perceptible. Los cristales de fósforo poseen mucha energía, esto da lugar a que los cristales de fósforo se impulsen debido a la radiación, y se goce de emisión de luminosidad. (Álvarez, 2015)

El sistema utilizado en la actualidad denominado tri-fósforo mejora grandemente la eficacia de la lámpara, que se encuentra en las medidas que van desde 75 lúmenes/vatio a 90 lúmenes/vatio. (Álvarez, 2015)

### **2.6.2.3 Electrodo**

Los electrodos de un tubo fluorescente permiten que la corriente del balasto ingrese al arco. Este proceso establece que los electrones se eliminen por conmovión térmica. El adelanto electrónico en balastos, hace posible suministrar corriente a las lámparas en altas frecuencias. La actividad de las luminarias se incrementa de 20kHz, con ahorro del 10 %. (Álvarez, 2015)

Las lámparas fluorescentes utilizadas en el templo de la iglesia ACYM SUR son de marca OSRAM T5 HE ES 25W 840 G5 Lumilux. Las cuales son usadas en la actualidad, debido al precio económico y al bajo consumo eléctrico. Además su vida útil promedio es de 24000 horas. Dichas luminarias están montadas en el área de sillas o público, en el mezzanine, o parte superior y en la cornisa del templo. (Álvarez, 2015)

Para el reemplazo de un tubo fluorescente es necesario prestar atención a las siguientes indicaciones como son, las dimensiones del tubo, y el consumo, ya que éstas son ligadas a la potencia en vatios de cada lámpara. (Álvarez, 2015)

### **2.6.3 Reflectores de halógeno**

Cuando se habla de lámpara halógena se elabora una comparación con una bombilla incandescente, pero con enormes mejoras, el reflector posee un filamento de tungsteno dentro de un gas inactivo con una mínima cantidad de compuesto químico como yodo o bromo.

El filamento y los gases se hallan en una armonía química, aumenta el rendimiento del filamento y agranda su vida útil. El vidrio es un combinado de cuarzo, que tolera mayor calor. Hay reflectores que funcionan con baja tensión (por ejemplo 12voltios), y es necesaria la utilización de un transformador para su funcionamiento, el cual posee un beneficio de 18,22 lm/W y su duración alcanza 2.000 y 4.000 horas de trabajo. La figura 11 muestra el diseño de la lámpara reflector. (Aguilera, 2015)



Figura 11: lámpara reflector de cuarzo  
Fuente: alicsa.com.ar

En la figura 12 se enseña la constitución interna del reflector fluorescente y su principio de funcionamiento.

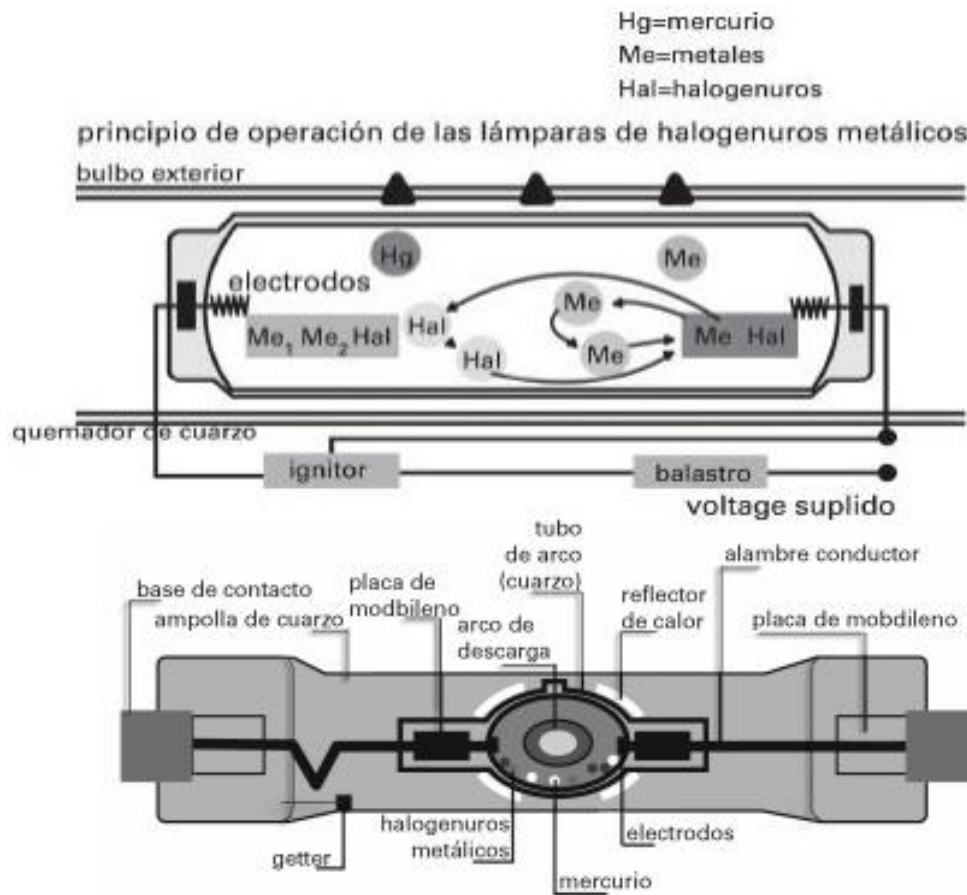


Figura 12: principio de funcionamiento del reflector halógeno y su estructura  
Fuente: elisirlin.com.ar

### 3 Resultados Obtenidos

La implementación del sistema de automatización se fundamenta en los resultados obtenidos de las diferentes etapas descritos a continuación.

#### 3.1 Pruebas de funcionalidad de módulo relé y puertos GPIO

En este punto se inicia con los ensayos de puesta en marcha del sistema domótico y el manejo de cada elemento que actúa en este procedimiento de automatización.

Se realiza el montaje de una lámpara a la salida K1 del módulo de relé el cual permite la conexión a la entrada IN1 con el puerto GPIO 1 de la tarjeta Raspberry Pi. A continuación se integra al sistema de Raspberry pi y se ingresa las líneas de programación que permiten encender y apagar la luminaria. Con este proceso se determina la funcionalidad del sistema.

Este paso es importante para determinar la manera de realizar la implementación en el templo de la iglesia ACYM SUR. Se analiza que Raspberry Pi funciona con normalidad y cada puerto GPIO está operativo y listo hacia su funcionamiento. Dado en la figura 13.

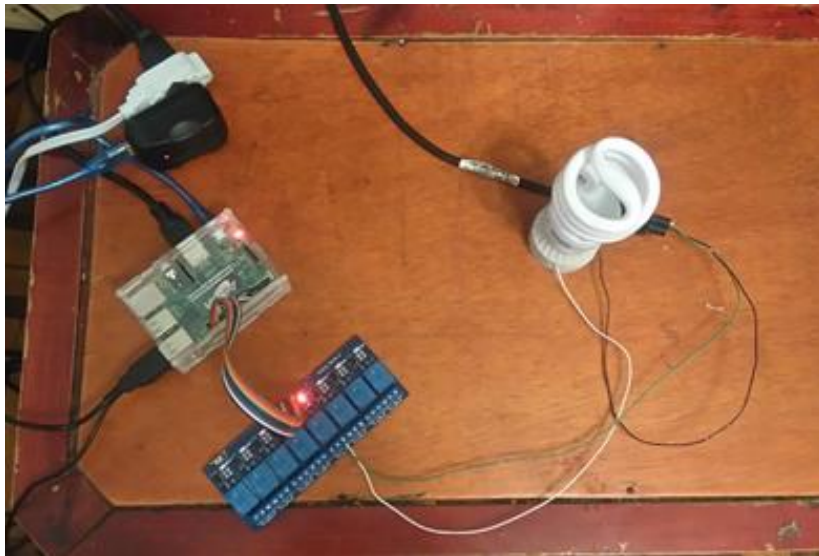


Figura 13: Apagado de una lámpara con relés y puerto GPIO

Fuente: El autor

A continuación en la figura 14 se indica el encendido de la lámpara. De esta manera se demuestra la funcionalidad y utilización de los puertos GPIO en el proyecto.





Figura 14: Encendido de una lámpara con relés y puerto GPIO

Fuente: El autor

### 3.2 Prueba de conexión a red wifi en la iglesia ACYM SUR

Antes de arrancar los trabajos con la iluminación del templo, primero se realiza las pruebas de conexión a la red WLAN de la iglesia ACYM SUR, este proceso es necesario para comprobar si la señal llega con claridad al cuarto de control de las luces, y a varios puntos estratégicos del templo, como son: púlpito, mezzanine y cuarto de sonido.

Tabla 2: Prueba de conectividad WLAN en el templo de la iglesia ACYM SUR

PRUEBAS DE CONECTIVIDAD ACYM SUR			
SITIOS	FRECUENCIA (GHZ)	CANAL	CALIDAD
Púlpito	2462	11	-46DB
Mezzanine	2462	11	-79DB
Cuarto de sonido	2462	11	-84DB
Cuarto de control	2462	11	-76DB
Sillas	2462	11	-71DB

Fuente: El autor

Como se observa en la tabla 2, se detalla los niveles de potencia de conectividad de la red WLAN en diferentes lugares del templo de la iglesia, para este proceso se tiene la ayuda de un analizador de red WIFI, de esta manera se comprueba que existe conectividad en

todo el templo, el Púlpito es el lugar con mayor rango de potencia, como muestra la figura 15, y el cuarto de sonido es el sitio con menor fuerza de la red.



Figura 15: Medición de potencia de señal wlan en púlpito de la iglesia ACYM SUR

Fuente: Wifi Analyzer Pro

### 3.3 Análisis de campo donde se realiza la implementación

Antes de realizar el montaje del proceso de automatización es necesario un análisis del sitio en donde se instalará el sistema de control, de igual manera la iluminación existente en el templo, su consumo de corriente, y las características técnicas de cada lámpara. En el templo de la iglesia ACYM SUR la distribución de luces es heterogéneo, hay puntos donde existe mayor cantidad que en otros, de igual manera se tiene diferentes tipos de luminarias; y estas son, luces fluorescentes y reflectores halógenos.

#### 3.3.1 Análisis eléctrico de la caja de distribución de energía

Mediante la utilización de un multímetro se efectúa las mediciones eléctricas de cada etapa del tablero de distribución de energía, y el resultado se refleja en los siguientes valores que se detallan en la tabla 3.

**Tabla 3: Medidas eléctricas del tablero de distribución eléctrico y su nomenclatura.**

Medidas Electricas de la Iluminacion del Templo de la Iglesia ACYM DEL SUR					
NÚMERO DE BREAKER	DESCRIPCIÓN FUNCIÓN DE BREAKER	TOTAL LAMPARAS	TENSION (VOLTIOS)	POTENCIA POR UNIDAD (WATTS)	CORRIENTE TOTAL (AMPERIOS)
BREAKER 6	luces fluorescentes 1	24	114,69	32	6,70
BREAKER 8	luces fluorescentes 2	18	117,7	32	4,89
BREAKER 10	luces fluorescentes PASILLO CENTRAL	12	116,34	32	3,30
BREAKER 12	luces fluorescentes 3	12	115,7	32	3,32
BREAKER 14	luces fluorescentes MEZANINE	18	119,75	32	4,81
BREAKER 15	reflectores H Q I CORO Y BARETIA	2	117	70	1,20
BREAKER 18	pulpito	1	118,7	70	0,59
BREAKER 19	reflectores H Q I (CORO Y BATERIA)	2	118,12	70	1,19
BREAKER 20	reflectores H Q I (GRADAS Y PULPITO)	2	118,85	70	1,18
BREAKER 21	reflectores H Q I (AZUL BAUTISTERIO)	2	118,1	70	1,19
BREAKER 24	luces fluorescentes (CORNIZA)	32	117,27	40	10,91
BREAKER 1	reflectores H Q I (LATERALES)	2	222,13	400	3,60
BREAKER 2	reflectores H Q I (CENTRAL)	1	223	400	1,79

Fuente: El autor

Este análisis permite dimensionar la clase de relé que se necesita para unir a cada breaker. Se determina el montaje de relés de diferentes capacidades por el consumo de corriente distinto en cada disyuntor, esto obliga a emplear relés de estado sólido de 25Amperios en áreas donde existe mayor consumo de corriente, y módulos de relé donde el consumo es moderado, con el fin de obtener un funcionamiento adecuado de la etapa de potencia, en el proceso de automatización. Sin embargo se toma en cuenta que de acuerdo a la corriente de trabajo se instala el cable flexible que cuenta con las siguientes características técnicas determinadas en la tabla 4.

**Tabla 4: características del cable**

CARACTERISTICAS DEL CABLE	
<b>TIPO</b>	Cable flexible THHN #14 AWG 19h NEX
<b>V. MAX</b>	600V
<b>T. MAX</b>	90°C, en ambiente seco o mojado
<b>NORMA</b>	INEN 2345
<b>Características</b>	Resistente al aceite, humedad, calor, químicos, calor.

Fuente: el autor

### 3.4 Diagrama de bloques del proceso de automatización.

El diagrama de bloques que describe la figura 16, indica el proceso que lleva a cabo cada etapa que contiene el sistema de automatización; comienza el proceso desde el terminal, que es el dispositivo móvil, de donde ejecuta las ordenes la aplicación Cayenne, dicho programa envía la información mediante un punto de acceso inalámbrico WLAN de la iglesia ACYM SUR, para ser receptado por la etapa de procesamiento, que es la tarjeta electrónica Raspberry Pi. Aquí se recibe la información y se ejecuta el encendido y apagado de puertos GPIO, con la activación de dichos puertos se alimenta los actuadores que se encuentra en la salida de control, después envía la señal a la etapa de distribución que es la caja de distribución de energía, y procede al encendido o apagado de luminarias.

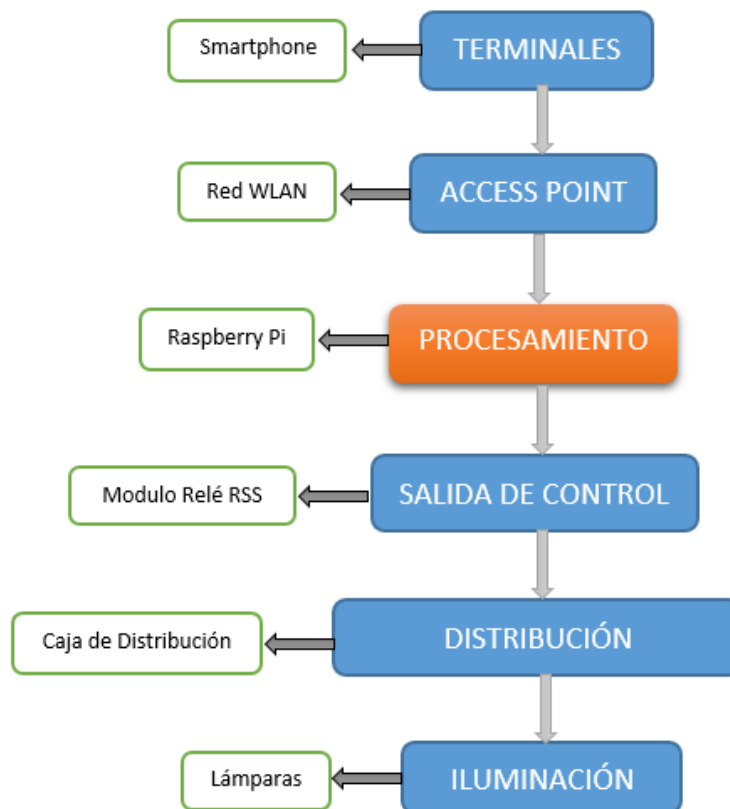


Figura 16: diagrama de bloques del sistema de iluminación ACYM SUR  
Fuente: el autor

#### 3.4.1 Desarrollo del diagrama de bloques

El análisis de las etapas del diagrama de bloques del proceso de automatización se desglosa a continuación.

- **Terminal.-** es el Smartphone o Laptop el cual permite el acceso a la aplicación móvil, o al sitio web, el dispositivo es considerado como terminal, por ser el punto de partida de donde provienen las órdenes que va ejecutar la Raspberry Pi.
- **Access Point.-** es considerado el medio WLAN por donde transita la señal proveniente del terminal hacia la etapa de procesamiento.
- **Procesamiento.-** es la etapa principal del sistema que recibe las órdenes enviadas por el terminal, contiene en su interior la tarjeta Raspberry Pi, la cual desarrolla en su procesador interno los comandos recibidos y los ejecuta, esto permite encender o apagar los puertos GPIO que se conectan a la etapa de salida de control del proyecto.
- **Salida de control.-** considerado como salida a los actuadores como módulos y relés que permiten unir la etapa de procesamiento con la etapa de potencia del proyecto.
- **Distribución.-** es la etapa netamente de potencia, en este punto se encuentra la caja de distribución de energía existente en el templo de la iglesia.
- **Iluminación.-** aquí están las lámparas que van a ser controladas y se derivan en luces fluorescentes y reflectores de cuarzo.

### 3.5 Instalación y configuración de Raspbian en la MicroSD

En la instalación del sistema operativo Raspbian en MicroSD es necesario cumplir con las exigencias que se proporcionan a continuación.

Al momento de guardar el sistema operativo Raspbian, se necesita de una memoria MicroSD debidamente formateada, con un adaptador de la memoria, las recomendaciones obligan a tener como mínimo una tarjeta MicroSD de 8GB, de clase 6, en el proyecto se trabaja con una tarjeta de memoria de capacidad 16GB clase 10, la cual otorga mejores resultados en el desempeño.

Independiente si necesita o no grandes cantidades de almacenamiento, la tarjeta MicroSD es utilizada para guardar el sistema Raspbian, los programas y archivos relacionados con el proyecto. Si se desea guardar más información como: multimedia, copias de seguridad, entre otros, se recomienda almacenar en una memoria USB o un Disco Duro Externo para utilizarse a posterior como respaldo.

El archivo descargado en formato RAR que contiene el Raspbian es descomprimido y guardado en una carpeta donde se consigue la imagen del sistema operativo para la tarjeta Raspberry Pi, el documento está en (archivos IMG). A continuación, se realiza el proceso de instalación del sistema operativo en la MicroSD, en este proceso se utiliza el programa Win32 Imager, el programa permite realizar el grabado del Raspbian en la MicroSD indicado en la figura 17.



Figura 17: tarjeta de memoria MicroSD 16GB clase 10

Fuente: <http://tiendas.mediamarkt.es/p/tarjeta-micro-sd-sandisk-ultra-16gb-c-1253437>

### 3.6 Configuraciones iniciales de Raspberry Pi

Para realizar la configuración de Raspberry pi se debe tener el sistema operativo ya grabado en la tarjeta MicroSD, una fuente de alimentación mínimo de 5V 2A, cable HDMI, periféricos como: teclado, mouse, monitor y la tarjeta Raspberry pi, como se visualiza en la figura 18.



Figura 18: Periféricos para Raspberry Pi

Fuente: bot-boss.com

En la figura 19 se indica la pantalla inicial de la tarjeta Raspberry pi cuando arranca por primera vez.

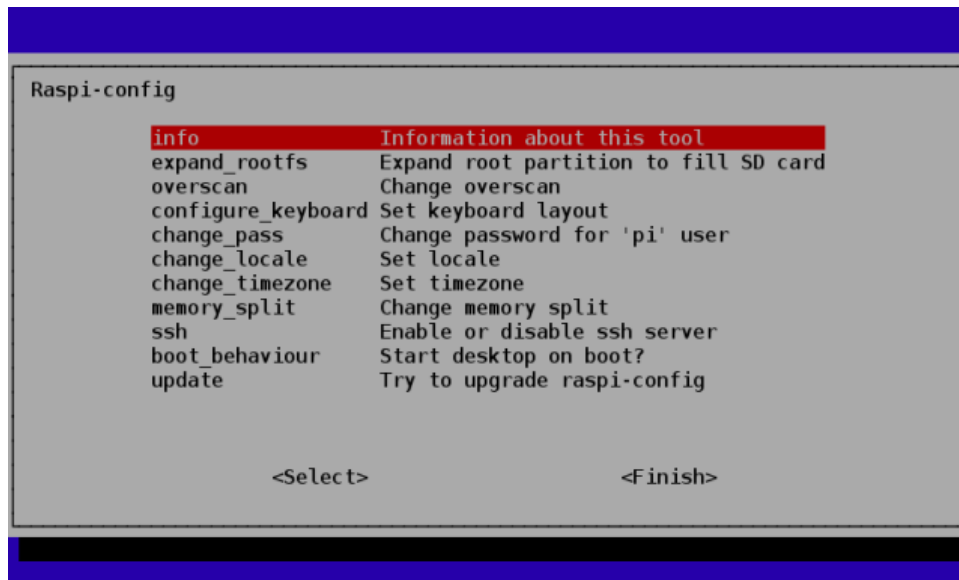


Figura 19: Página inicio de configuración Raspberry Pi

Fuente: Raspberry Pi

### 3.6.1 Pantalla inicio de configuración de Raspberry Pi

Para iniciar con las configuraciones de la tarjeta Raspberry Pi, se utiliza la herramienta llamada Raspi - Config, la cual se ejecuta por primera vez el momento que se enciende la Raspberry Pi. Se emplean las teclas de navegación para trasladarse por el menú, se selecciona la opción configuración BIOS de un computador, cuando se configura con los parámetros solicitados, se da Enter y se almacena los cambios elaborados.

### 3.6.2 Ampliación del sistema operativo a toda la capacidad de la MicroSD

Por defecto, el Raspberry Pi no ocupa toda la capacidad de la MicroSD, sólo utiliza la una fracción y queda el restante de memoria inutilizado, esto obliga a realizar ajustes que permitan trabajar con toda la capacidad existente de la MicroSD. Para solucionar esto se selecciona la opción del menú "expand\_rootfs" y se pulsa Enter, este paso se aprecia en la figura 20.

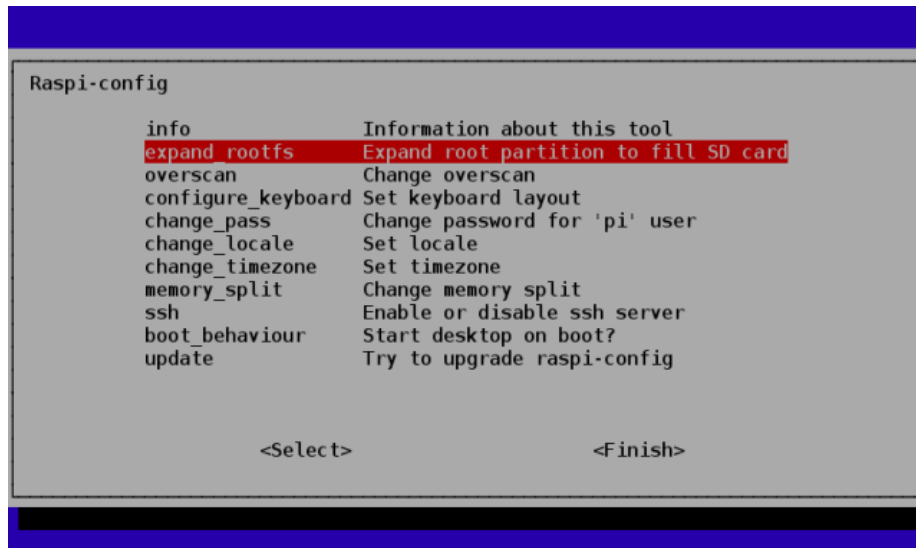


Figura 20: Configuración de memoria en Raspberry Pi

Fuente: Raspberry.org

Después se pulsa OK para regresar al menú principal, este paso indica en la figura 21.

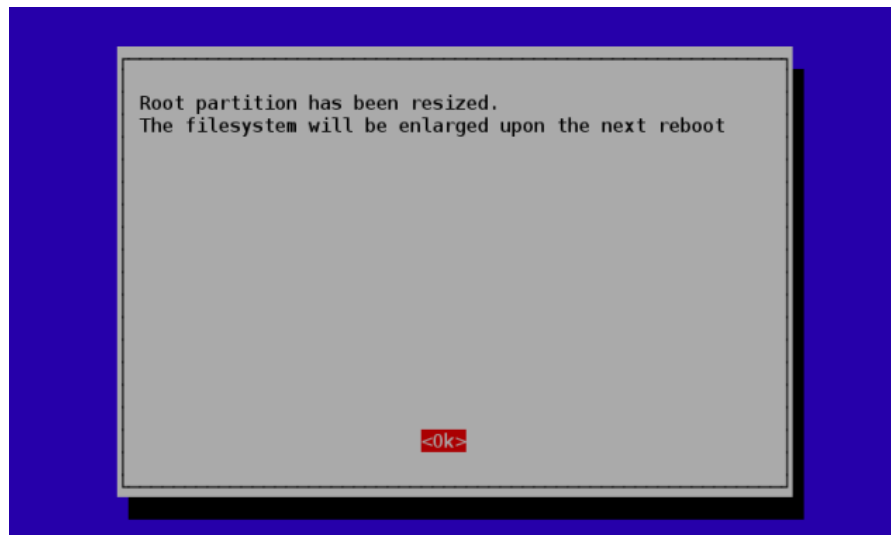


Figura 21: Configuración expansión de memoria en Raspberry Pi

Fuente: Raspberry.org

La Raspberry Pi se reinicia y tarda un poco más en encender, hasta que termine de ampliar los archivos, pasado un minuto pide iniciar sesión, y se debe colocar el usuario y contraseña que tiene por defecto la Raspberry Pi:



- Username: **pi**
- Password: **raspberry**

Se utiliza las teclas de navegación para realizar la selección de configuración y después se pulsa Enter. Si posterior a desactivar overscan, no se visualiza el margen de la pantalla, se vuelve a correr el Raspi – Config, a continuación de arrancar el sistema.

### 3.6.3 Manejo de puertos GPIO

En la implementación del proyecto de automatización de la iluminación de la iglesia ACYM SUR se prueba cada elemento que forma parte del proyecto, como inicio de pruebas se necesita conocer el funcionamiento efectivo de los puertos GPIO que contiene la tarjeta Raspberry Pi y sus características principales.

GPIO sus siglas que en inglés significa, (General Purpose Input/Output) es un puerto de la Raspberry Pi que sirve para comunicación con dispositivos externos, sean estos actuadores, sensores o un sistema de conmutación. La Raspberry Pi 3 cuenta con 40 puertos GPIO, los que se pueden configurar como puertos de entrada o salida digitales. Entre ellos hay puertos de tierra y alimentación de voltaje de 5V y 3.3V, también pines de comunicación Serial, I2C y SPI pre-configurados. Estos pines trabajan a un voltaje de 3.3V, los pines GPIO de la tarjeta Raspberry Pi no cuentan con protección de circuitería, por lo cual se debe tener cuidado al conectar dispositivos externos a estos pines. En la figura 22 se muestra los puertos GPIO y su descripción.

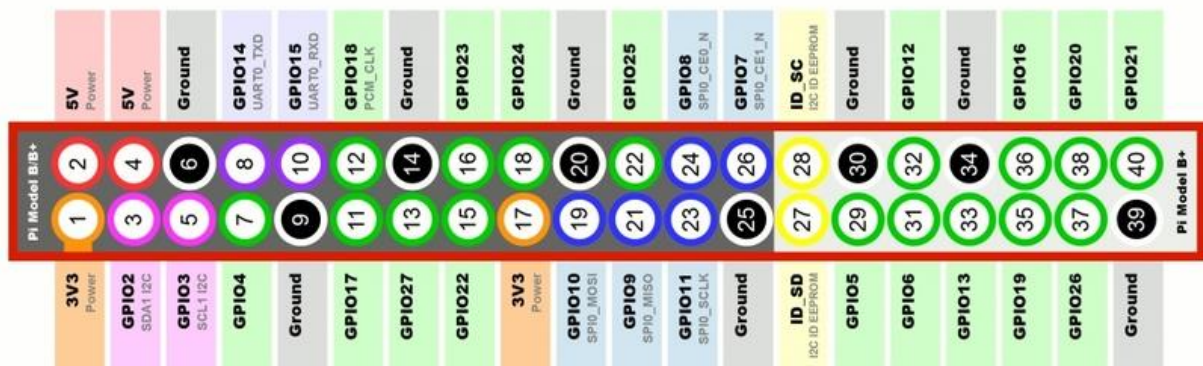


Figura 22: Puertos GPIO de Raspberry Pi 3

Fuente: Raspberry.org

Para conocer el funcionamiento de los puertos GPIO se comienza con un pequeño ejercicio que permite conocer su funcionalidad y el lenguaje de programación que se utiliza más frecuente en este proceso. A continuación se muestra una línea de programación que permite encender un puerto GPIO.

```
1 | echo 17 > /sys/class/gpio/export
```

Esta línea crea un archivo que utiliza el puerto GPIO correspondiente para manipular, después se configura como entrada o salida, según su requerimiento. En este ejemplo se lo configura como salida, ya que se desea alimentar al puerto GPIO al encender un LED.

```
1 | echo out > /sys/class/gpio/gpio17/direction
```

Con esta línea de programación se puede encender o apagar el LED. Para ello se le da valores a la salida que se crea. Si se le da un valor 1 enciende y con un valor 0 apaga:

```
1 | echo 1 > /sys/class/gpio/gpio17/value  
2 | echo 0 > /sys/class/gpio/gpio17/value
```

Después de realizar las pruebas de funcionamiento, se borra las líneas de programación para realizar otro ejercicio en el puerto anterior, o en otro puerto diferente, en el siguiente paso se utiliza el comando:

```
1 | echo 17 > /sys/class/gpio/unexport
```

Con las pruebas realizadas al inicio se determina que es fácil el trabajo con estos comandos, ahora se tiene la libertad de utilizar los puertos en el proyecto que se desee realizar con las instrucciones adecuadas y la utilización de los puertos GPIO. Para hacer una lista de los GPIO que están activos se carga el siguiente orden.

```
1 | cd /sys/class/gpio  
2 | ls
```

### 3.6.4 Programación avanzada de los puertos GPIO

Cuando se escribe líneas de programación, la Raspberry Pi brinda varias opciones, como son: lenguaje C que utiliza librerías como WiringPi, pigpio, sysfs, etc, o realizar diferentes códigos fuente con lenguajes de programación como son: C#, Ruby, Java, Perl, BASIC y Python.

La Raspberry pi permite que los puertos GPIO tengan la opción de trabajar de manera intuitiva y didáctica con lenguajes gráficos que permite que un niño pueda aprender a programar. El programa Scratch, es un lenguaje que se encuentra incluido en Raspbian el cual crea archivos “drag and drop” con diagramas de bloques.

El programa Python es el más utilizado al programar los puertos GPIO. Las bibliotecas anteriores también pueden ser utilizadas con Python. El sistema operativo Raspbian ya incluye un módulo llamado RPI.GPIO en la creación de scripts en Python, para utilizar e instalar pigpio, se necesita del siguiente comando que permite su instalación.

```
1 | sudo apt-get install python-dev python-rpi.gpio
```

### 3.7 Configuración y funcionamiento de WEBIOPi

Webiopi es un framework para Raspberry pi, el cual controla los pines GPIO de manera remota y examina los dispositivos que estén conectados a los GPIO como motores vía PWM, sensores de temperatura, relés, actuadores, etc.

Para instalar Webiopi necesita ingresar comandos de configuración de Raspberry Pi.

- \$ sudo apt-get -y update (busca actualización)
- \$ sudo apt-get -y upgrade (instala la actualización)
- \$ sudo wget http://sourceforge.net/projects/webiopi/files/WebIOPi-0.7.1.tar.gz (ingreso a la página de descarga del programa WEBIOPi)
- \$ sudo tar xvzf WebIOPi-0.7.1.tar.gz (descomprime el documento descargado)
- \$ cd WebIOPi-0.7.1 (abre la carpeta de instalador)
- \$ sudo ./setup.sh (ejecuta los ficheros)
- \$ sudo/etc/init/webiopi start (inicia el programa)

Para probar su funcionamiento se procede a ingresar a la dirección 192.168.0.XX:8000, se introduce el usuario **webiopi** y contraseña **raspberry**. Como se visualiza en la figura 23.

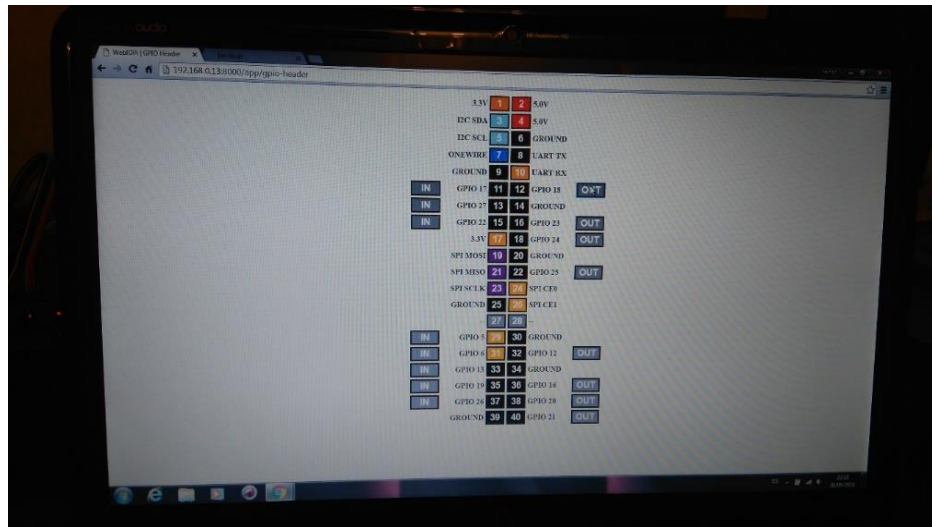


Figura 23: Control de puertos GPIO desde el sitio WebiOPI

Fuente: WebiOPI

### 3.8 Cuarto de control de luminarias

En el cuarto de control se tiene una caja de distribución de energía de veintisiete disyuntores, en este sitio se centra el control de cada etapa de iluminación. Se analiza el tablero y se distingue que: cinco breakers son del control externo de luces, nueve son para tomacorrientes, estos siempre están activos, y trece son los que encienden las luces internas del templo, estos son puntos a intervenir con el sistema de automatización. A continuación se observa el tablero de distribución en la figura 24.



Figura 24: Caja de distribución de energía y nomenclatura de iluminación

Fuente: Iglesia ACYM SUR

Dentro del tablero de distribución de energía se localizaron los breakers a intervenir, y se procede al análisis de corrientes en cada uno de los breakers, para este proceso se cuenta con la guía del personal que está a cargo de la electricidad del templo de la iglesia, se realiza las mediciones de voltajes y corrientes que requiere el proyecto.

### 3.8.1 Montaje de cableado

Para esta etapa del proyecto se trabaja en conjunto con el personal encargado de la electricidad en la iglesia ACYM SUR, quien conoce el sistema eléctrico y el lugar asignado en la instalación el sistema de automatización. Se revisa la tubería, se realiza el pasado de guías quienes permiten el paso de cables, como se muestra en la figura 25.



Figura 25: Paso de alambre guía en ductos para paso de cableado

Fuente: Iglesia ACYM SUR

Se procede a cortar los cables y se realiza el paso, como se indica en la figura 26, cada cable tiene una distancia de 4.50m y se ingresa 19 líneas, 3 para conectar a la alimentación que ingresa desde acometida principal R, S, T, y 16 van a las lineras de control. Las medidas de seguridad industrial tomadas en este procedimiento es primordial en evitar electrificaciones, electrocuciones, cortaduras o lesiones de cualquier tipo.

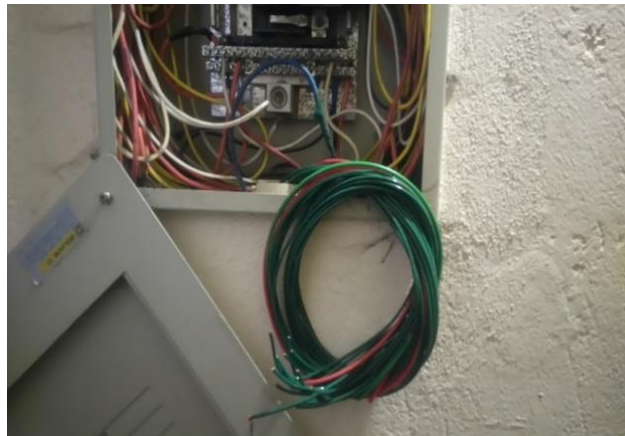


Figura 26: Paso de líneas por ductos

Fuente: Iglesia ACYM SUR

Inicia el proceso de enumerado o etiquetado de los hilos, este proceso se observa en la figura 27, y permite identificar cada línea tanto en el ingreso a la caja de breakers como en la caja donde se sitúa la etapa de control, esto facilita el montaje del proyecto.

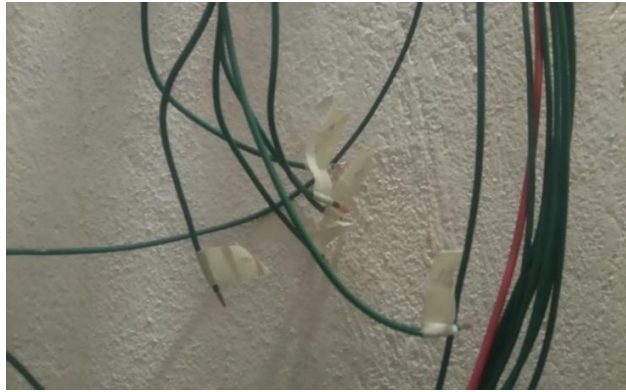


Figura 27: Cables pasados por los ductos y etiquetados

Fuente: Iglesia ACYM SUR

Después de etiquetar los cables, se procede al montaje de las líneas que se unen a las entradas de conmutación de breakers, como se visualiza en la figura 28, esto permite la conexión del sistema de automatización al tablero de distribución de energía.

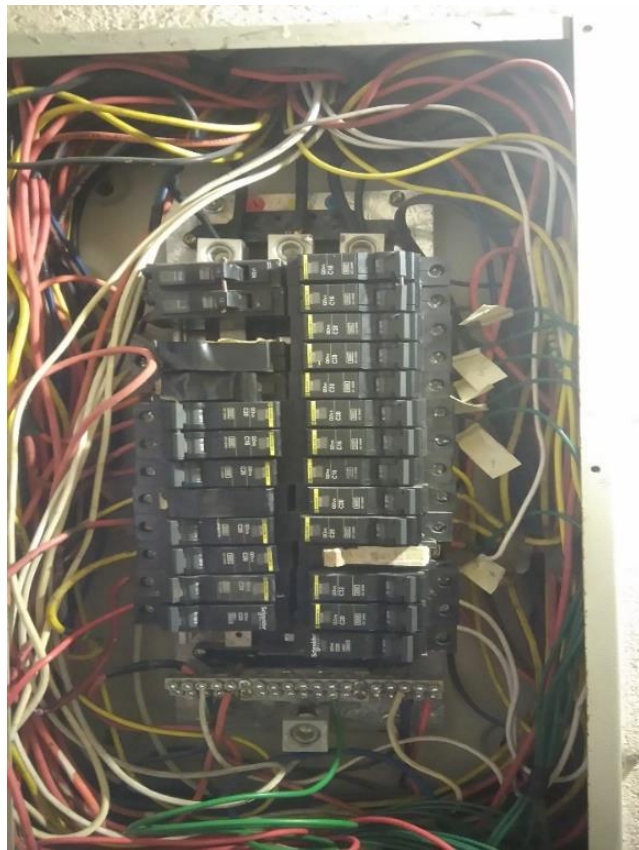


Figura 28: Unión de las líneas de control con los breakers

Fuente: Iglesia ACYM SUR

### 3.8.2 Montaje de los módulos de relé

En el siguiente paso, se procede al montaje de módulos de relé en el lugar designado. En este proceso se adiciona el montaje de la toma de corriente para la alimentación de la Raspberry Pi y el montaje de los módulos de relés, esto se detalla en la figura 29.

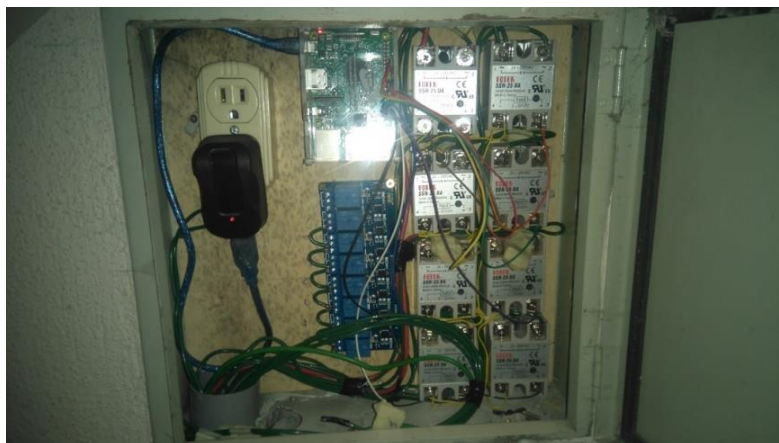


Figura 29: Montaje de módulos relés y alimentación eléctrica a la Raspberry Pi

Fuente: El autor

Realizada las conexiones en la etapa de control con la etapa de potencia se procede a probar la funcionalidad del proyecto se ejecuta pruebas de encendido de las luces del templo, como se muestra en la figura 30.



Figura 30: Encendido de luces fluorescentes del mezzanine

Fuente: Iglesia ACYM SUR



### 3.9 Configuración de la aplicación Cayenne.

Cayenne es una herramienta creada para trabajar con la tarjeta Raspberry Pi, permite la comunicación con los puertos GPIO mediante redes wlan. En las pantallas del sistema Cayenne se refleja cuadros estadísticos, e ingreso a valores de funcionamiento de Raspberry Pi como son: memoria RAM, capacidad de almacenamiento de memoria ROM, temperatura, velocidad de procesamiento, adicionalmente permite escoger diferentes tipos de iconos como: actuadores, sensores, entre otros. Esto lo muestra en la figura 31.

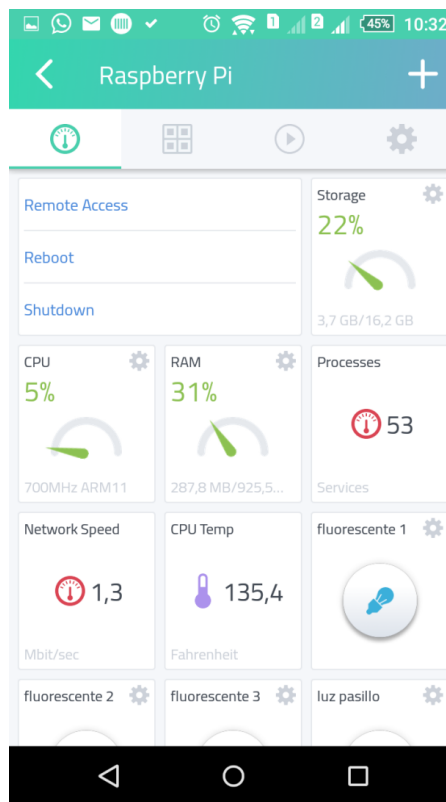


Figura31: Aplicación Cayenne

Fuente: Cayenne.org

En la configuración de la aplicación Cayenne se debe seguir los siguientes pasos.

- Se procede a descargar la aplicación Cayenne en el terminal, desde la tienda google store.
- Se ingresa las credenciales obtenidas previamente a la instalación de la aplicación.

**Usuario:** herguamu@hotmail.com

**Contraseña:** 110982

- Realizar el emparejamiento de la aplicación Cayenne con la tarjeta Raspberry Pi mediante la red WLAN.
- Ya dentro de la aplicación se puede visualizar las pantallas didácticas, y se procede a configurar los widgets o iconos de acuerdo a las necesidades del proyecto.
- De igual forma en su presentación web, refleja las configuraciones realizadas anteriormente en la aplicación móvil.

En la figura 32 se detalla la aplicación Cayenne vista desde un computador.

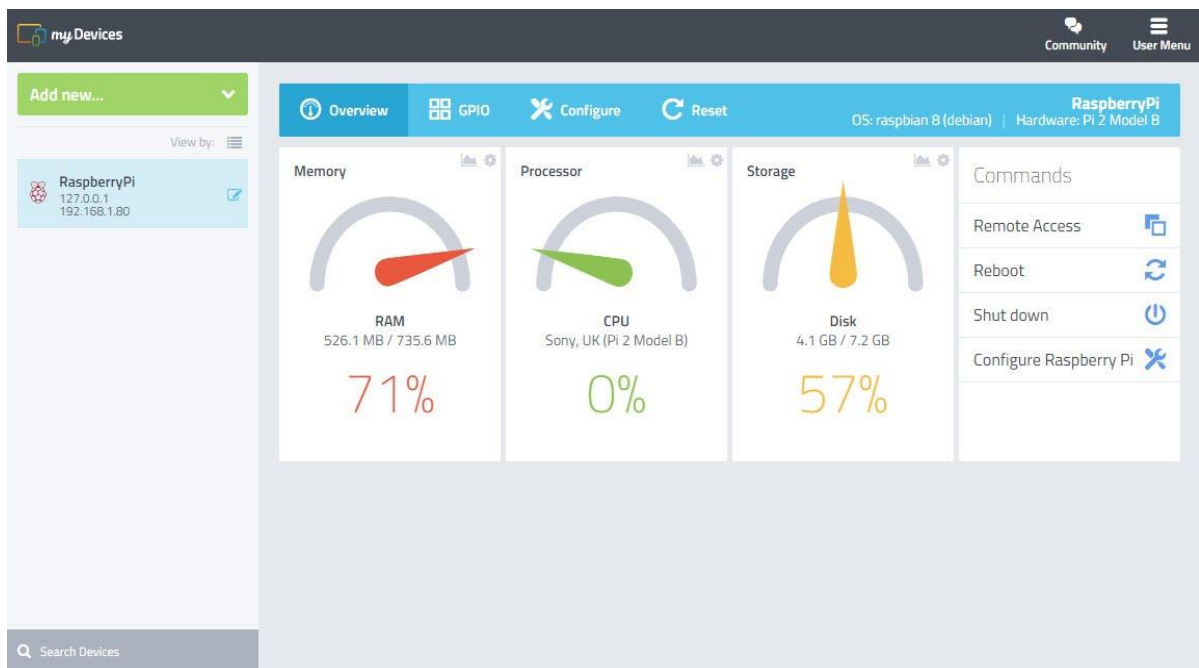


Figura 32: Página de internet Cayenne

Fuente: Cayenne.org

La aplicación utilizada en el proyecto de automatización, permite brindar el acceso remoto desde cualquier terminal, laptop o Smartphone, dentro de la red WLAN. La interfaz gráfica de la aplicación consiente en mostrar en el terminal, botones y algunas otras opciones de pantalla que permiten interactuar con la tarjeta Raspberry Pi, como se visualiza en la figura 33.

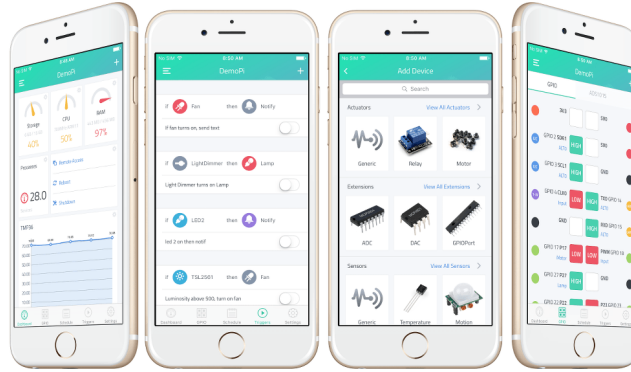


Figura 33: Aplicación Cayenne para Smartphone con sus diferentes pantallas

Fuente: Cayenne.org

La aplicación admite una configuración versátil e intuitiva para el usuario final, no es complicado aumentar o quitar botones (widgets) que aprueben el funcionamiento del proyecto, depende del uso del programa, es más, es tan sencillo como dar cuatro o cinco pasos y generar un ambiente de encendido o apagado de un sistema en un dispositivo.

#### 4 Costo del proyecto

En la tabla 5 se detalla el de costo del proyecto con su respectiva descripción.

Tabla 5: costos del proyecto

COSTO DE MATERIALES UTILIZADOS EN EL PROYECTO			
CANT	DESCRIPCION	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
1	modulo rele de 8 canales	25,00	25,00
1	tarjeta raspberry pi 3	74,00	74,00
13	rele de estado solido 25A	15,24	198,12
6	elevador de voltaje 3V a 35V	4,05	24,30
1	rollo de cable WAG 14	28,31	28,31
1	40 espadines	3,00	3,00
1	40 conectores de espadin	8,00	8,00
1	fuelle de alimentacion 5V 2A	12,00	12,00
1	Tarjeta MICROSD 16GB clase 10	23,50	23,50
3	breaker	5,00	15,00
1	toma corriente	3,00	3,00
1	CASE para raspberry pi 3	12,00	12,00
1	adaptador VGA /HDMI	20,00	20,00
<b>VALOR TOTAL</b>			<b>446,23</b>

Fuente: el autor

## Conclusiones:

- El sistema de iluminación existente en el templo es heterogéneo, con una mezcla de diferentes tipos de lámparas luminarias como, fluorescentes y reflectores halógenos, los que están instalados en el templo de la iglesia ACYM SUR, esto lleva a realizar un análisis de cada etapa de iluminación y obtener un informe de consumo de corriente, para facilitar la adquisición de equipos que se instalan en la etapa de automatización.
- El sistema automatizado cuenta con equipos en la etapa de potencia que trabajan con corrientes desde 10 Amperios, hasta equipos que toleran 25 Amperios. Esto permite tener un mejor control de las etapas de encendido de la iluminación.
- La utilización de red WLAN sirve como medio de comunicación entre la aplicación móvil y el sistema de automatización, son un medio confiable por estar presente en todo el templo de la iglesia ACYM SUR, esto facilita que la persona a cargo del sistema pueda manipular de cualquier lugar del templo, incluido el cuarto de control de sonido.
- La utilización de la aplicación Cayenne para el control automático de la iluminación en el templo de la iglesia ACYM SUR es la opción más confiable, ya que al ingresar a la aplicación permite controlar el sistema de forma dinámica, por ser una interface amigable e intuitiva.
- La manipulación manual que cuenta en la actualidad la iglesia ACYM SUR, puede provocar electrización a la persona que opera dicho tablero, se informa del riesgo a los encargados para que tengan las precauciones del caso al momento de su manipulación.

**Recomendaciones:**

- El sistema automatizado cuenta con un punto de alimentación desde el tablero de distribución, el cual habilita un tomacorriente situado en el tablero de control, que enciende el proceso. Evitar manipular el breaker para no perder la alimentación de electricidad.
- Tomar en cuenta que el objetivo del proyecto es automatizar las luces del templo, y evitar que personal encargado del sonido descienda desde el mezzanine para proceder al manejo manual de lámparas, por consiguiente, evitar en lo posible la manipulación de breakers cuando el sistema automático está en funcionamiento, a fin de no crear conflictos.
- Antes de realizar la entrega del proyecto se toma como prioridad, la capacitación de las personas que serán las encargadas del funcionamiento del sistema automatizado de iluminación del templo de la iglesia ACYM SUR, para evitar daños involuntarios al proyecto
- Debido a la manipulación directa de breakers en el encendido manual de iluminación del templo de la iglesia ACYM SUR, se recomienda la instalación de un tablero de control manual para evitar un contacto directo con los breakers el tablero de distribución para evitar posible electrización.

## **Bibliografía.**

Raspberry. (2016). Raspberry Pi Foundation. Recuperado el 10 de mayo del 2016, de <http://raspberrypi.org>

Calin, George. (Marzo del 2015). INTROBOTICS. Recuperado el 23 de junio del 2016, de <https://www.intorobotics.com/a-sweet-selection-of-the-raspberry-pi-2-os/>

Peter Scargill. (Marzo del 2016). Scargill's Tech Blog. Recuperado el 23 de junio del 2016, de <http://tech.scargill.net/raspberry-pi-3-grand-opening/>

Raspberry. (2016). Raspberry Pi Foundation. Recuperado el 12 de mayo del 2016, de <https://www.raspberrypi.org/downloads/>

Electrical Engineering. (2016). [www.electronics.stackexchange.com](http://www.electronics.stackexchange.com). Recuperado el 25 de mayo de 2016, de <http://electronics.stackexchange.com/questions/18908/not-sure-how-to-wire-my-5vdc-to-120vac-arduino-relay-board>

Electronica-electronics. (2016). [www.electronica-electronics.com](http://www.electronica-electronics.com). Recuperado el 15 de junio del 2016, de [elhttp://electronica-electronics.com/Circuitos/SSR\\_-\\_Relay\\_de\\_estado\\_solido.htm](http://electronica-electronics.com/Circuitos/SSR_-_Relay_de_estado_solido.htm)

Yecoy. (2013). [www.yecoy.com](http://www.yecoy.com). Recuperado el 15 de junio del 2016, de <http://www.yecoy.com/producto/0000640000001>

Wwwwhat's new. (2005) Tecnología Internet Y Marketing. Recuperado el 12 de julio del 2016, de <http://www.whatsnew.com/2016/04/06/se-renueva-cayenne-herramienta-para-gestionar-de-forma-avanzada-la-raspberry-pi/>

Pinto, Pedro. (Febrero del 2016) PPLWARE. Recuperado el 12 de julio del 2016, de <https://pplware.sapo.pt/linux/mydevices-cayenne-o-mundo-do-iot-no-teu-raspberry-pi/>

Terence, Eden. (Marzo del 2016). Terence Eden's Blog. Recuperado el 12 de julio del 2016, de <https://shkspr.mobi/blog/2016/03/fire-up-your-raspberry-pi-with-cayenne>

HANSO. (Diciembre del 2015). [www.duinorasp.hansotten.com](http://www.duinorasp.hansotten.com). Recuperado el 18 de julio del 2016, de <http://duinorasp.hansotten.com/wlan-manually/>

TODOPRODUCTIVIDAD. (Julio del 2011). [www.todoproductividad.blogspot.com](http://www.todoproductividad.blogspot.com). Recuperado el 18 de julio del 2016, de <http://todoproductividad.blogspot.com/2011/07/iluminacion-fluorescente-y-eficiencia.html>

ALICSA. (2015). [www.alicsa.com.ar](http://www.alicsa.com.ar). Recuperado el 22 de julio del 2016, de [http://www.alicsa.com.ar/index.php?route=product/product&path=18\\_108\\_109&product\\_id=549](http://www.alicsa.com.ar/index.php?route=product/product&path=18_108_109&product_id=549)

SOURCEFORGE. (Noviembre del 2015). [www.sourceforge.net](http://www.sourceforge.net). Recuperado el 25 mayo del 2016, de <https://sourceforge.net/projects/win32diskimager/>

Irineo, Rogelio. L. (noviembre del 2014). DOTBOSS. Recuperado el 25 de mayo del 2016, de <http://bot-boss.com/primeros-pasos-con-raspberry-pi-b/#lightbox/1/>

Isaac, P.E. (mayo del 2015). [www.comohacer.eu](http://www.comohacer.eu). Recuperado el 30 de abril del 2016, de <http://comohacer.eu/gpio-raspberry-pi/>

SOURCEFORGE. (2016). [www.sourceforge.net](http://www.sourceforge.net). Recuperado e 24 de junio del 2016, de <http://sourceforge.net/projects/webiopi/files/WebIOPi-0.7.1.tar.gz>

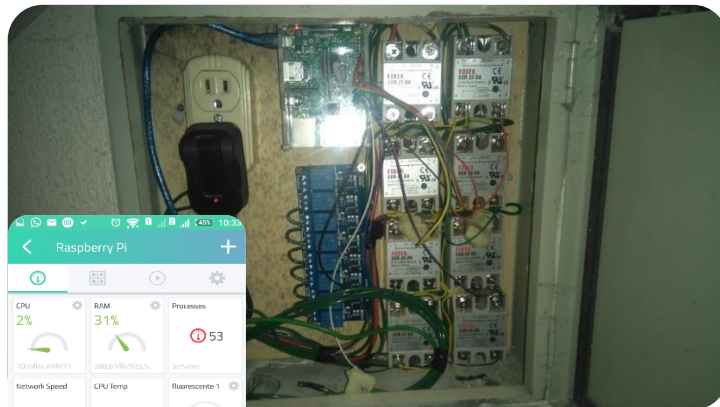
Mol, Juan. (Julio del 2013). [www.rsppi.blogspot.com](http://www.rsppi.blogspot.com). recuperado el 24 de junio del 2016, de <http://rsppi.blogspot.com/2013/07/control-de-rele-mecanico.html>

G&E. (1997). [www.gelighting.com](http://www.gelighting.com). Recuperado el 24 de agosto del 2016, de <http://www.gelighting.com/LightingWeb/la/north/productos/tecnologias/halogenas/doble-contacto-lineal-halogenas/descripcion/index.jsp>

OSRAM. (2016). [www.osram.com/osram\\_com](http://www.osram.com/osram_com). Recuperado el 24 de Agosto del 2016, de [file:///C:/Users/DET/Downloads/ZMP\\_1003964\\_L\\_32\\_W\\_830\\_ES.pdf](file:///C:/Users/DET/Downloads/ZMP_1003964_L_32_W_830_ES.pdf)

## ANEXO 1

# MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE ILUMINACIÓN EN EL TEMPLO DE LA IGLESIA ACYM DEL SUR

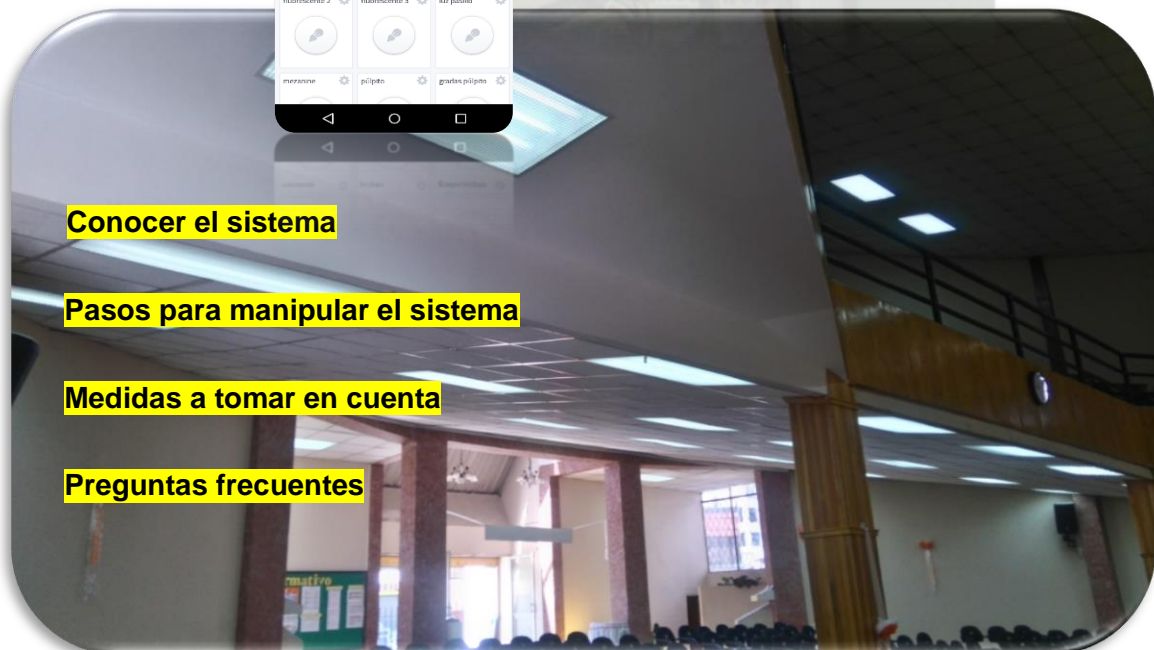


**Conocer el sistema**

**Pasos para manipular el sistema**

**Medidas a tomar en cuenta**

**Preguntas frecuentes**





<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>1.- Precauciones De Seguridad.</b>	<b>3</b>
<b>1.1.- Encendido Del Sistema.</b>	<b>3</b>
<b>1.2.- Acerca Del Sistema.</b>	<b>4</b>
<b>1.2.1.- Antecedentes.</b>	<b>4</b>
<b>1.2.2.- Uso Correcto Del Sistema.</b>	<b>5</b>
<b>1.3.- Manejo Del Sistema.</b>	<b>6</b>
<b>2.- Introducción.</b>	<b>7</b>
<b>2.1.- Descripción De Partes Y Accesorios Del Sistema.</b>	<b>7</b>
<b>2.2.- Alimentación Del Sistema.</b>	<b>9</b>
<b>2.3.- Instalación de la aplicación Cayenne</b>	<b>10</b>
<b>3.- Solución De Problemas Más Comunes.</b>	<b>14</b>
<b>4.- Preguntas Más Frecuentes.</b>	<b>14</b>
<b>5.- E-Mail Y Teléfono De Soporte Técnico.</b>	<b>15</b>

## 1.- Precauciones De Seguridad.

### 1.1.- Encendido Del Sistema.

Para encender el dispositivo se debe tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Revisar que el sistema esté con alimentación de energía eléctrica.



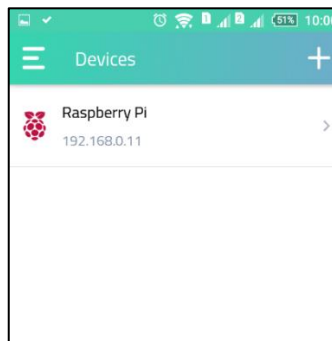
- No manipular el tablero de breakers en forma manual.



- Verificar conectividad del dispositivo móvil a la red WLAN.



- Visualizar el emparejamiento del sistema a la aplicación móvil.



## 1.2.- Acerca Del Sistema.

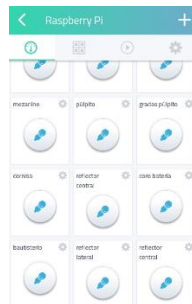
El presente sistema fue implementado con el único fin de facilitar el encendido de las luces del templo de la iglesia ACYM SUR y tener un manejo eficiente de lámparas y reflectores.

### 1.2.1.- Antecedentes.

El sistema de automatización montado en la iglesia ACYM SUR, está constituido en su parte principal por la tarjeta electrónica Raspberry Pi, la que permite efectuar el proceso de encendido o apagado de luces en sus configuraciones internas, y trabaja en conjunto con los módulos relé. Para dar realce al sistema se incluye el manejo de la aplicación móvil llamada Cayenne, quien ofrece un mando inalámbrico al sistema de iluminación, en su funcionamiento se realiza la configuración de botones que permita la unión de todos los actuadores en la pantalla del dispositivo móvil o Smartphone.

En el funcionamiento intervienen dos etapas importantes, se caracterizan por brindar facilidades de manejo al proceso de iluminación inalámbrico, y son:

- **Etapas de control.**- se conoce como etapa de control, a la unión de la aplicación móvil Cayenne, con la tarjeta electrónica Raspberry Pi, por medio de una red WLAN, quien permiten comunicarse con el fin de activar actuadores. Esto da paso al encendido o apagado de luces en la siguiente etapa.



- **Etapas de potencia.**- es la etapa que involucra al tablero de distribución de breakers y a los módulos de relés, más conocidos como actuadores, que reciben la señal enviada por la etapa de control y ejecutan la orden de encender o apagar las luminarias.



### 1.2.2.- Uso Correcto Del Sistema.

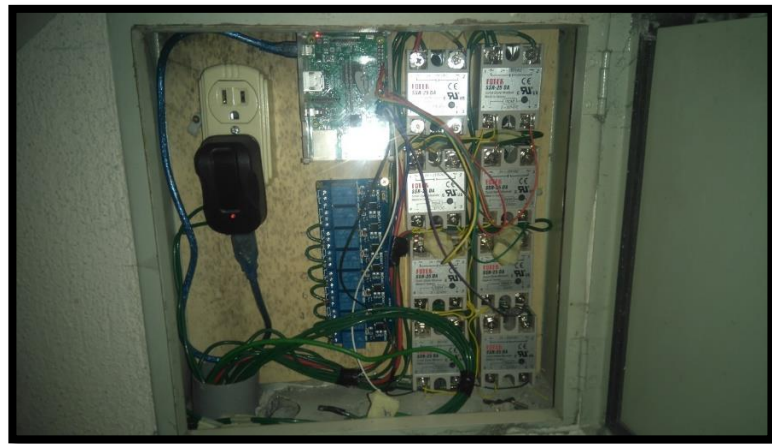
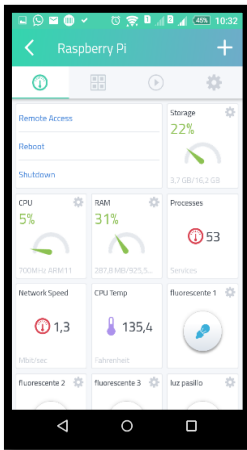
La manipulación correcta del sistema automático de iluminación del templo de la iglesia ACYM SUR, necesita ser llevado de la mejor manera, por ese motivo se brinda los siguientes pasos a considerar.

- Revisar de no tener activado breakers que puedan ocasionar conflictos con el sistema de automatización, de ser este el caso, apagar el o los breakers accionados, para que la etapa de automatización tenga un funcionamiento adecuado.
- Encender el breaker que activa el automatismo desde el tablero de distribución, la activación lleva de uno a dos minutos hasta que arranque el sistema operativo de la tarjeta electrónica Raspberry Pi en su totalidad.
- Asegúrese que la red WLAN (WIFI) de la iglesia ACYM SUR este encendida, la red permite emparejar el sistema automático de iluminación con la aplicación del dispositivo móvil, el envío y recepción de órdenes para el funcionamiento automatizado se hace por medio de red inalámbrica.
- La aplicación Cayenne es la encargada de gestionar la señal que se envía a los puertos de la Raspberry Pi, compruebe si los botones desplegados en la pantalla de la aplicación móvil ejecutan el cambio de estado, con esta prueba garantiza el envío y recepción de información.
- Para finalizar el proceso de automatización se considera oportuno apagar todas las luces del templo por medio de la aplicación móvil, para luego apagar el sistema automático mediante el breaker del tablero de distribución que alimenta al sistema.

### 1.3.- Manejo Del Sistema

Se tiene dos panoramas de funcionamiento el sistema de iluminación; automático y manual. Para realizar el cambio de estado es necesario apagar una de las etapas, con el fin de no crear conflictos entre ellos.

- **Modo automático.-** el trabajo en modo automático de las luces del templo se utiliza los módulos relé, que funcionan en conjunto con la tarjeta electrónica y la aplicación móvil, en el encendido y apagado de luces. Es necesario no manipular el tablero de breakers para evitar conflictos de utilización.



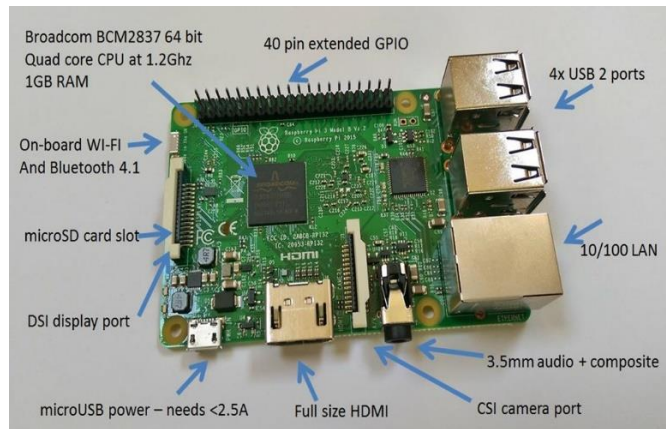
- **Modo manual.-** en esta etapa se realiza el encendido y apagado de luces desde el tablero de breakers, es necesario que una persona realice esta acción de forma manual, tener la precaución de apagar el breaker que alimenta la etapa de automatización.



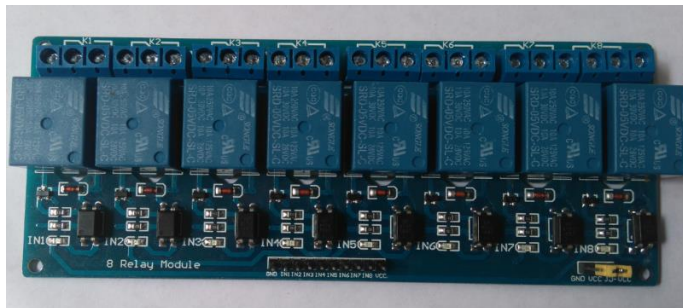
## 2.- Introducción

### 2.1.- Descripción De Partes Y Accesorios Del Sistema

- **Raspberry pi.-** es una tarjeta electrónica que emula el funcionamiento de un computador, utiliza sistemas operativos libres y permite tener en su interior programas que trabajan en conjunto con aplicaciones móviles. Cuenta en su parte exterior con 4 puertos USB, un puerto RJ45 LAN, un puerto HDMI, WIFI Y BLUETHOOT que permiten comunicación inalámbrica.



- **Módulo relé.-** es un dispositivo que realiza conmutación de sus terminales mediante inducción de bobina dada por la alimentación en su etapa de entrada la que está protegida por circuitería y optoacoplador.



- **Relé de estado sólido.-** es un dispositivo netamente electrónico, trabaja con baja tensión en su terminal de entrada, este se conecta a un sistema opto acoplado de protección, para evitar daños a los equipos conectados en la entrada. Permite su funcionamiento por medio de un sensor de luz, el que activa la compuerta de un

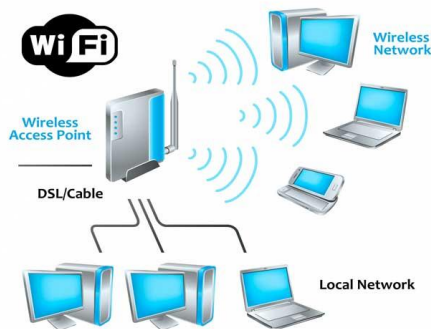
tiristor y este activa los elementos de potencia los que permiten el paso de corriente por los terminales de salida. Los terminales de salida manejan altas corrientes.



- **Tablero de distribución de breakers.-** es el sitio donde se realiza la conmutación de las etapas de iluminación, enciende o apaga las luminarias y otros.



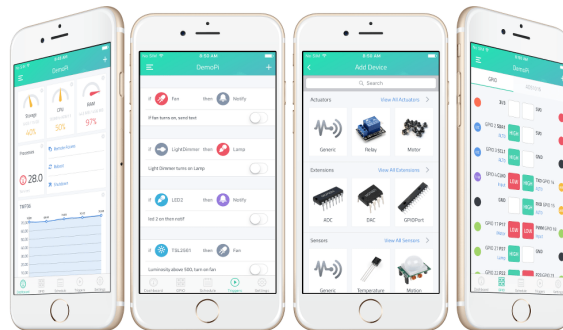
- **Red WLAN.-** es el medio inalámbrico por donde se transmite las ordenes que hacen posible la comunicación desde un Access Point y terminales, también se puede ingresar a internet con la unión a un puerto WAN de un Router o Modem.



- **Aplicación Cayenne.-** permite realizar el control de los puertos GPIO de la Raspberry Pi de manera inalámbrica, la aplicación da varias opciones para dar seguimiento al desempeño del sistema, con los botones configurables que cuenta en su interior.



- **Dispositivo terminal.-** el dispositivo terminal se denomina al Smartphone o laptop que contiene la aplicación móvil, permite visualizar los procesos que hacen posible el control.



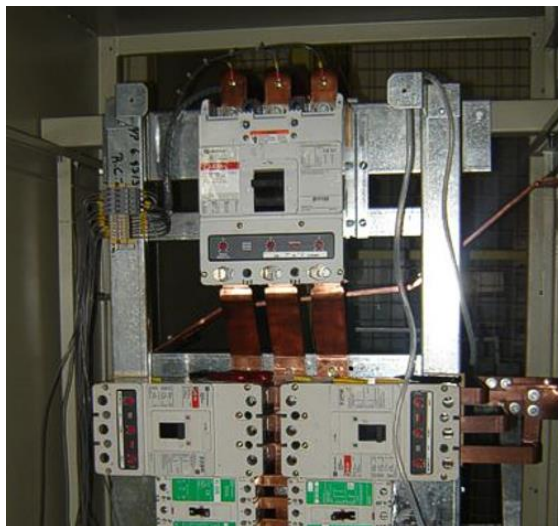
## 2.2.- Alimentación Del Sistema

El sistema de automatización cuenta con alimentación de energía eléctrica desde un tomacorriente instalado en el tablero de control, donde se conecta el adaptador que provee de 5VDC 2A, a la tarjeta electrónica Raspberry pi





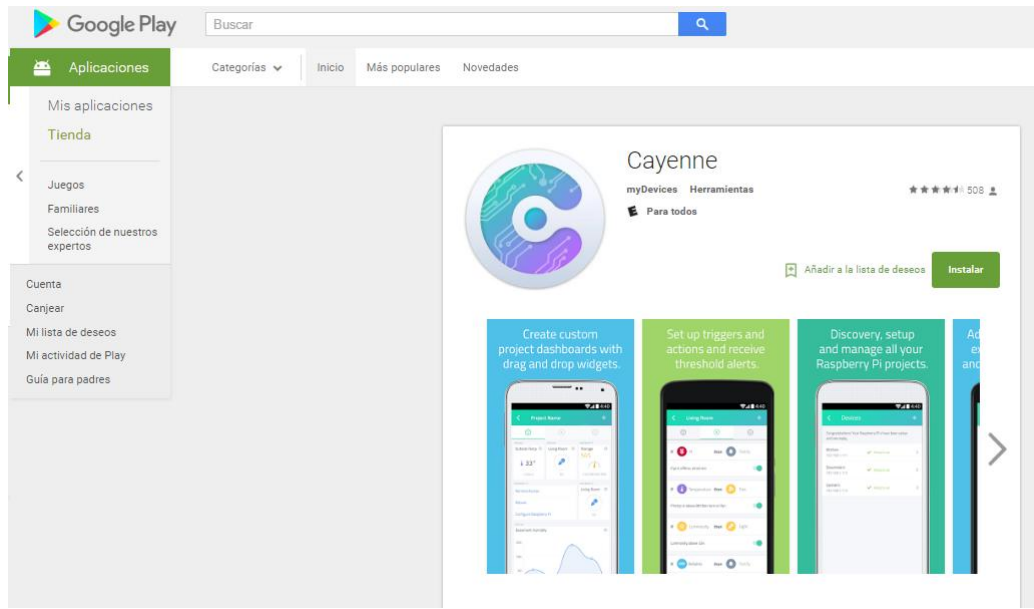
Para la alimentación de actuadores ingresa líneas R, S, T que son hilos de corriente eléctrica provenientes del tablero de distribución, esto permite a los actuadores alimentarse realizar en su interior la conmutación; luego se enciende las lámparas del templo de la iglesia ACYM SUR.



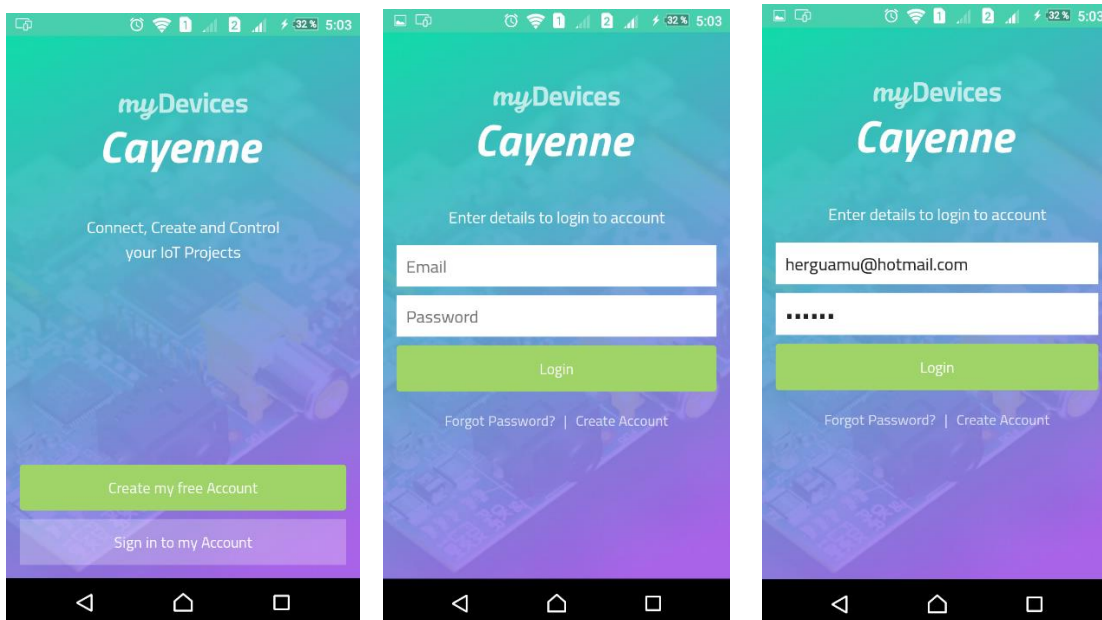
### **2.3.- Instalación de la aplicación Cayenne**

En la instalación de la aplicación Cayenne intervienen los siguientes pasos a tomar en consideración.

- Descarga de aplicación.- Lo primero es descargar la aplicación desde los sitios de descarga tanto de ANDROID o para IOS, dar click al link de descarga y este precederá a descargar el programa.

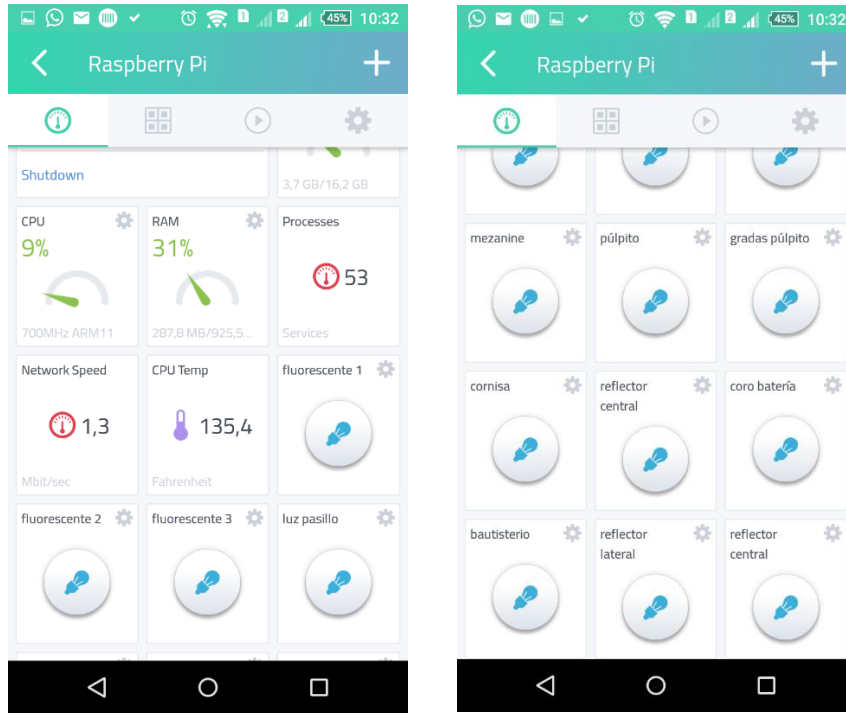


Después de la descarga se procede a abrir la aplicación, al inicio pedirá el ingreso de credenciales para continuar con el proceso de configuraciones.



Luego de ingresar las credenciales directamente se vincula el sistema de automatización de iluminación con la aplicación Cayenne por medio de la tarjeta electrónica Raspberry Pi.

Los botones previamente diseñados por el autor del proyecto se reflejan en la pantalla del dispositivo móvil para su posterior utilización.



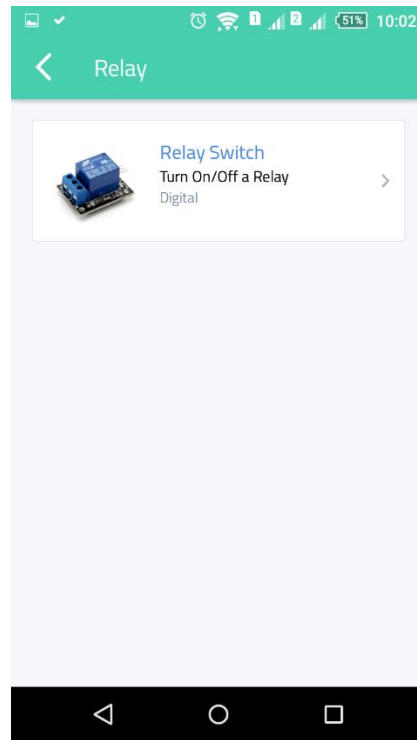
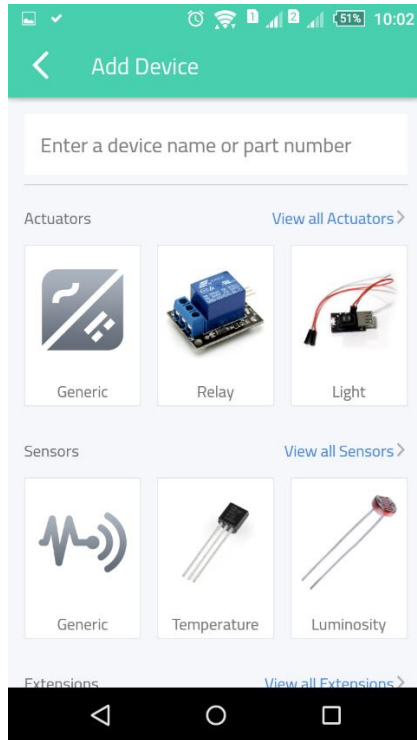
Si el usuario desea incrementar botones en la aplicación móvil, o desea realizar cambios de logo en los widgets debe seguir los siguientes pasos.

Se da click en el icono **+** de la aplicación, este paso le dirige a configuración de botones

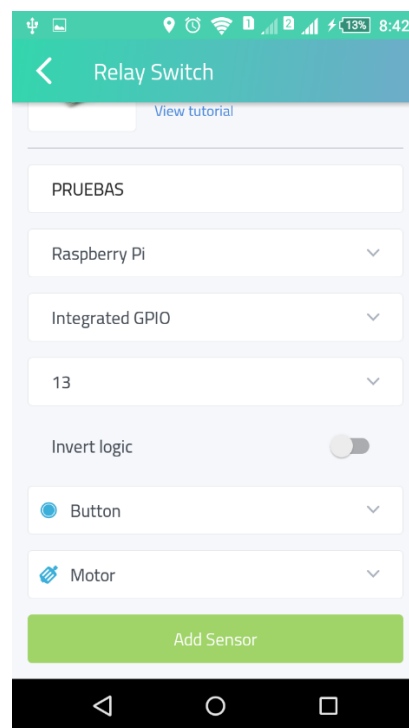
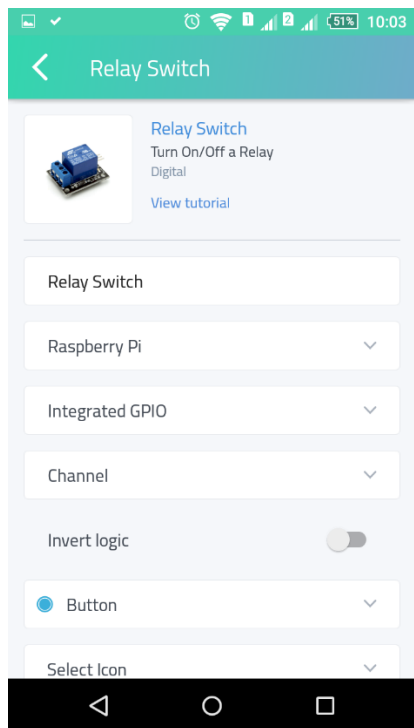


Dentro de configuraciones se tiene iconos de actuadores, sensores y extensiones, en este caso se trabaja con relés.

Se da click en el icono Relay para iniciar a configurar.



Se realiza el cambio de nombre, se ubica el puerto GPIO a utilizar, y el tipo de botón, para luego dar click en **add sensor**. Esto permite que el botón aparezca en la pantalla principal.



### **3.- Solución De Problemas Más Comunes**

- No enciende el sistema.

Revisar si el breaker que activa el sistema se encuentra accionado.

Revisar si el adaptador se encuentra conectado en el tomacorriente en la caja de control, este tiene un led indicador de funcionamiento.

- En la aplicación móvil no se muestra o no se empareja a la tarjeta Raspberry Pi.

Verifique si su terminal móvil está conectado a la red wlan existente, esto quiere decir que su dispositivo esté conectado a la red de la iglesia ACYM SUR.

- Ya apague el sistema pero no apague las luces desde la aplicación móvil.

Al volver a encender el sistema da la posibilidad de forzar el funcionamiento de los actuadores, es preferible apagar las lámparas desde la aplicación móvil antes de apagar el sistema.

### **4.- Preguntas Más Frecuentes**

¿Cuántos dispositivos móviles pueden manipular el sistema?

Puede ingresar a revisar en el sistema cuantos dispositivos desee, pero tome en cuenta que si enciende o apaga los botones con un terminal, el proceso será uno solo, el resto visualizarán la acción en la pantalla del terminal. Es recomendable trabajar con un dispositivo a la vez.

¿Puedo encender o apagar las luces desde otra red wifi?

El sistema automático de iluminación necesita de una IP fija para ser localizado desde otra red. La iglesia no cuenta con ese servicio.

¿Me permite el sistema controlar desde un computador o laptop?

El sistema de automatización tiene una versión de escritorio la aplicación móvil, que permite su funcionamiento al ingresar a: <https://cayenne.mydevices.com/cayenne/login> agregue las credenciales tal como ingresa al Smartphone.

#### **5.- E-Mail Y Teléfono De Soporte Técnico.**

Para dudas referentes al funcionamiento del sistema de automatización diríjase a

**Soporte técnico:**

**Hernán Octavio Gualli Muñoz**

Tecnólogo Industrial en Electrónica

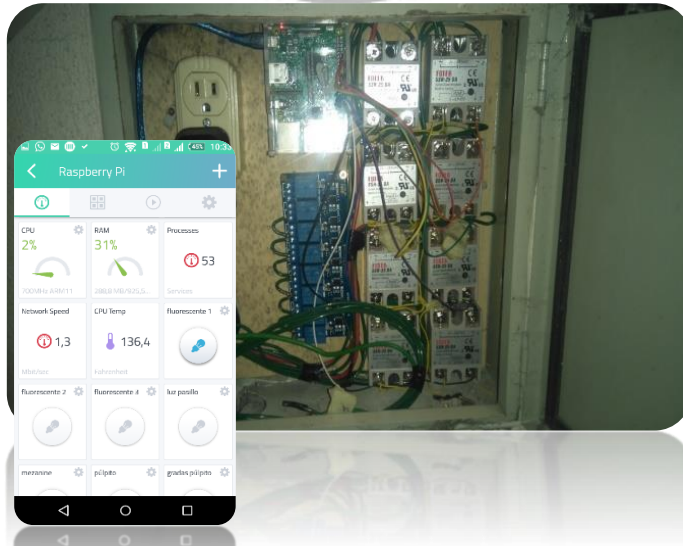
**Correo electrónico:** [herquamu@hotmail.com](mailto:herquamu@hotmail.com)

**Cel. 1:** 0983299780 MOVISTAR

**Cel. 2:** 0996468909 CNT

## ANEXO 2

# MANUAL TÉCNICO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE ILUMINACIÓN EN EL TEMPLO DE LA IGLESIA ACYM DEL SUR

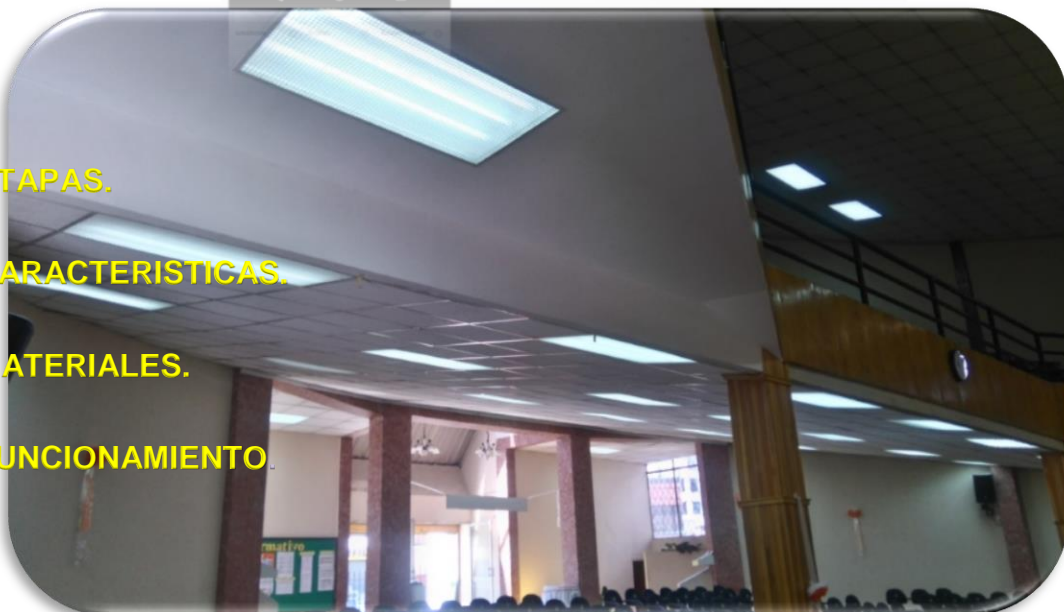


ETAPAS.

CARACTERÍSTICAS.

MATERIALES.

FUNCIONAMIENTO.



<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
OBJETIVOS Y ALCANCES DEL SISTEMA	3
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
ALCANCE DEL PROYECTO	3
DESCRIPCIÓN DE BASE DE DATOS	3
DIAGRAMAS ESQUEMÁTICOS	7
DIAGRAMAS ELÉCTRICOS	9
GUÍA RÁPIDA DE MANTENIMIENTO	11
GUÍA RÁPIDA PARA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	11
E-MAIL Y TELÉFONOS DE LA ORGANIZACIÓN	12



## **1. OBJETIVOS Y ALCANCES DEL SISTEMA**

### **1.1.- OBJETIVO GENERAL**

Analizar y automatizar el sistema de iluminación del templo de la iglesia ACYM SUR mediante Raspberry Pi y plataforma Android con el fin de garantizar un eficiente manejo de luminarias.

### **1.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar el entorno de iluminación que actualmente opera dentro del templo de la iglesia ACYM SUR.
- Determinar cuál es el mejor mecanismo para la automatización de la iluminación del Templo de la iglesia ACYM SUR.
- Controlar la iluminación mediante la tarjeta Raspberry Pi y sistemas de relés en el templo en la iglesia ACYM SUR.
- Configurar una aplicación móvil basada en Android para el control de luces del templo de la iglesia ACYM SUR de forma inalámbrica.

### **1.3.- ALCANCE DEL PROYECTO**

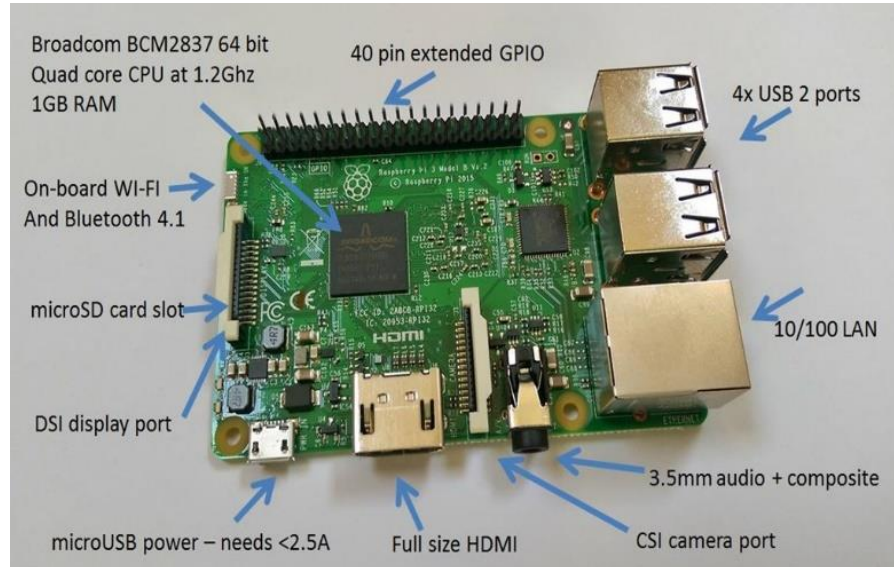
El sistema automatizado para el control de iluminación de templo de la iglesia ACYM SUR tiene la capacidad de:

- Controlar la iluminación del templo de la iglesia ACYM SUR mediante un sistema de funcionamiento inalámbrico.
- Dar libertad de manejo al sistema de iluminación, mediante una aplicación móvil que trabaje a la par con el sistema automatizado.
- Tener un desempeño eficiente de iluminación, por parte del personal encargado de la iglesia, con la utilización el sistema.

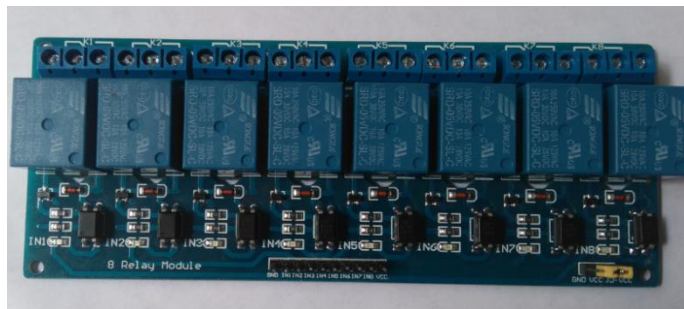
## **2. DESCRIPCIÓN DE BASE DE DATOS**

- **Especificaciones técnicas**
  - **Raspberry pi.-** es una tarjeta electrónica que emula el funcionamiento de un computador, utiliza sistemas operativos libres y permite tener en su interior

programas que trabajan en conjunto con aplicaciones móviles. Cuenta en su parte exterior con 4 puertos USB, un puerto RJ45 LAN, un puerto HDMI, WIFI Y BLUETHOOT que permiten comunicación inalámbrica.



- **Módulo relé.-** es un dispositivo que realiza conmutación de sus terminales mediante inducción de bobina dada por la alimentación en su etapa de entrada la que está protegida por circuitería y optoacoplador.



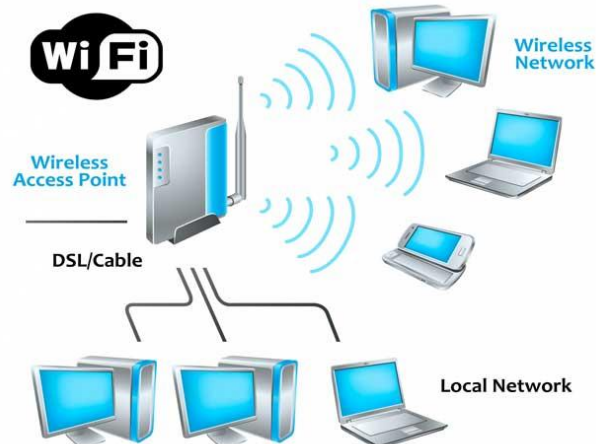
- **Relé de estado sólido.-** es un dispositivo netamente electrónico, trabaja con baja tensión en su terminal de entrada, este se conecta a un sistema opto acoplado de protección, para evitar daños a los equipos conectados en la entrada. Permite su funcionamiento por medio de un sensor de luz, el que activa la compuerta de un tiristor y este activa los elementos de potencia los que permiten el paso de corriente por los terminales de salida. Los terminales de salida manejan altas corrientes.



- **Tablero de distribución de breakers.-** es el sitio donde se realiza la conmutación de las etapas de iluminación, enciende o apaga las limonarias y otros.



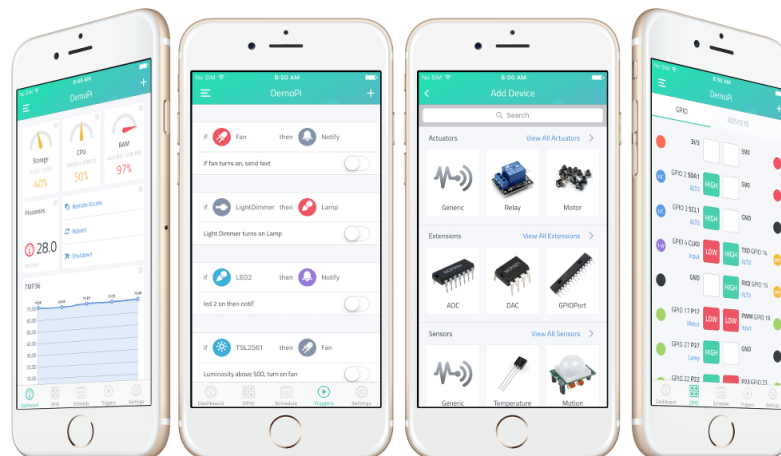
- **Red WLAN.-** es el medio inalámbrico por donde se transmite las ordenes que hacen posible la comunicación desde un Access Point y terminales, también se puede ingresar a internet con la unión a un puerto WAN de un Router o Modem.



- **Aplicación Cayenne.-** permite realizar el control de los puertos GPIO de la Raspberry Pi de manera inalámbrica, la aplicación da varias opciones para dar seguimiento al desempeño del sistema, con los botones configurables que cuenta en su interior.



- **Dispositivo terminal.-** el dispositivo terminal se denomina al Smartphone o laptop que contiene la aplicación móvil, permite visualizar los procesos que hacen posible el control.



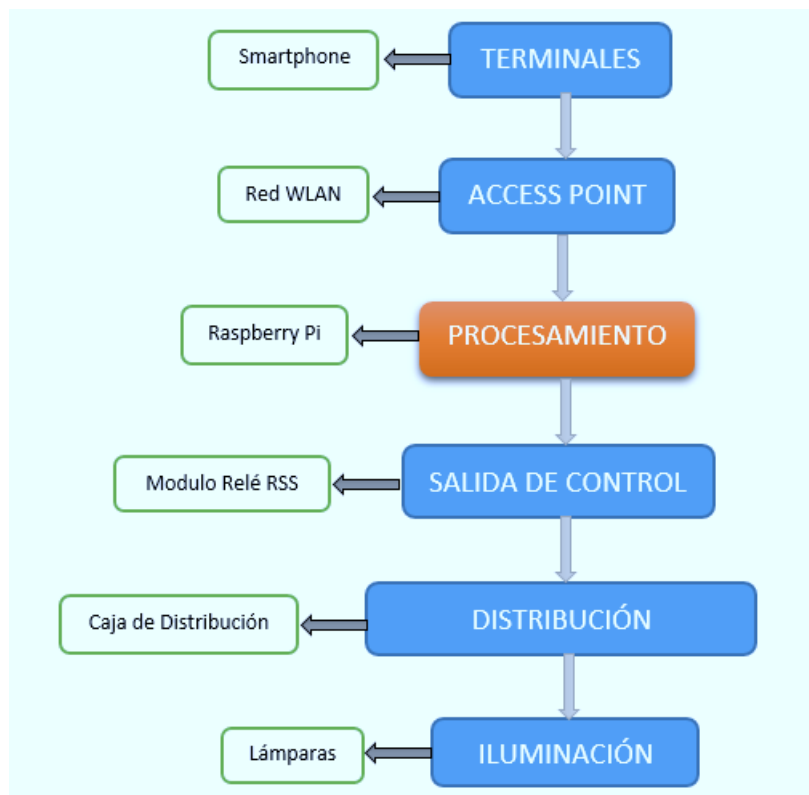
- **Listado de materiales**

En el siguiente listado se detalla los materiales que forman parte del sistema de automatización de iluminación del templo de la iglesia ACYM SUR.

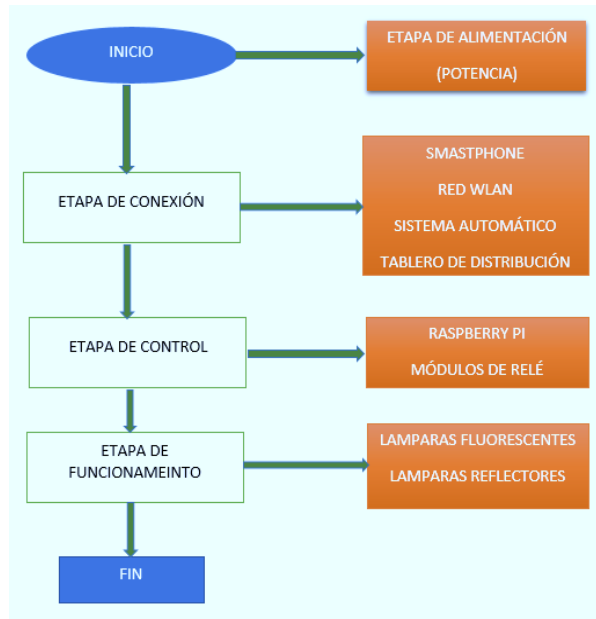
LISTADO DE MATERIALES	
1	RASPERRY PI 3
1	ADAPTADOR DE CORRIENTE DE 5V / 2A
1	CARCASA PARA RASPERRY PI
1	TARJETA MICRO SD 16GB
1	ADAPTADOR DE VGA A HDMI
1	MÓDULO RELÉ
13	RELÉ DE ESTADO SOLIDO
40	CONECTORES DE ESPADINES 30CM
40	ESPADINES
1	ROLLO DE ALAMBRE AWG 14
1	TOMA CORRIENTE
3	BREAKERS
1	SMARTPHONE (EQUIPO TERMINAL)

### 3. DIAGRAMAS ESQUEMÁTICOS

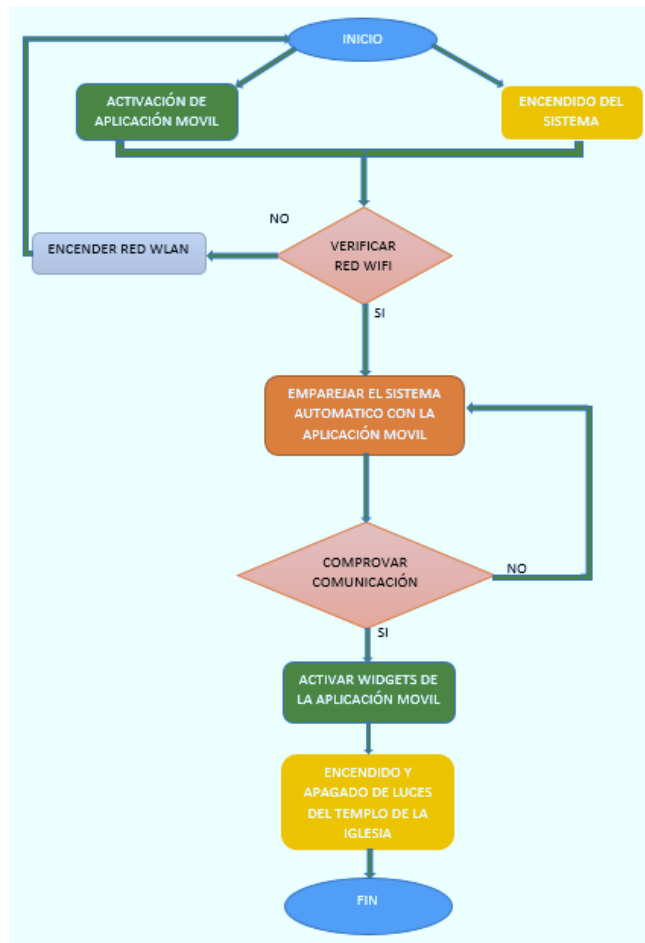
Diagrama esquemático de funcionamiento del sistema.



### 3.1 diagrama esquemático del hardware del equipo.



### 3.2 Diagrama de flujo del software



## 4 DIAGRAMAS

Diagrama unifilar del sistema eléctrico iglesia ACYM SUR

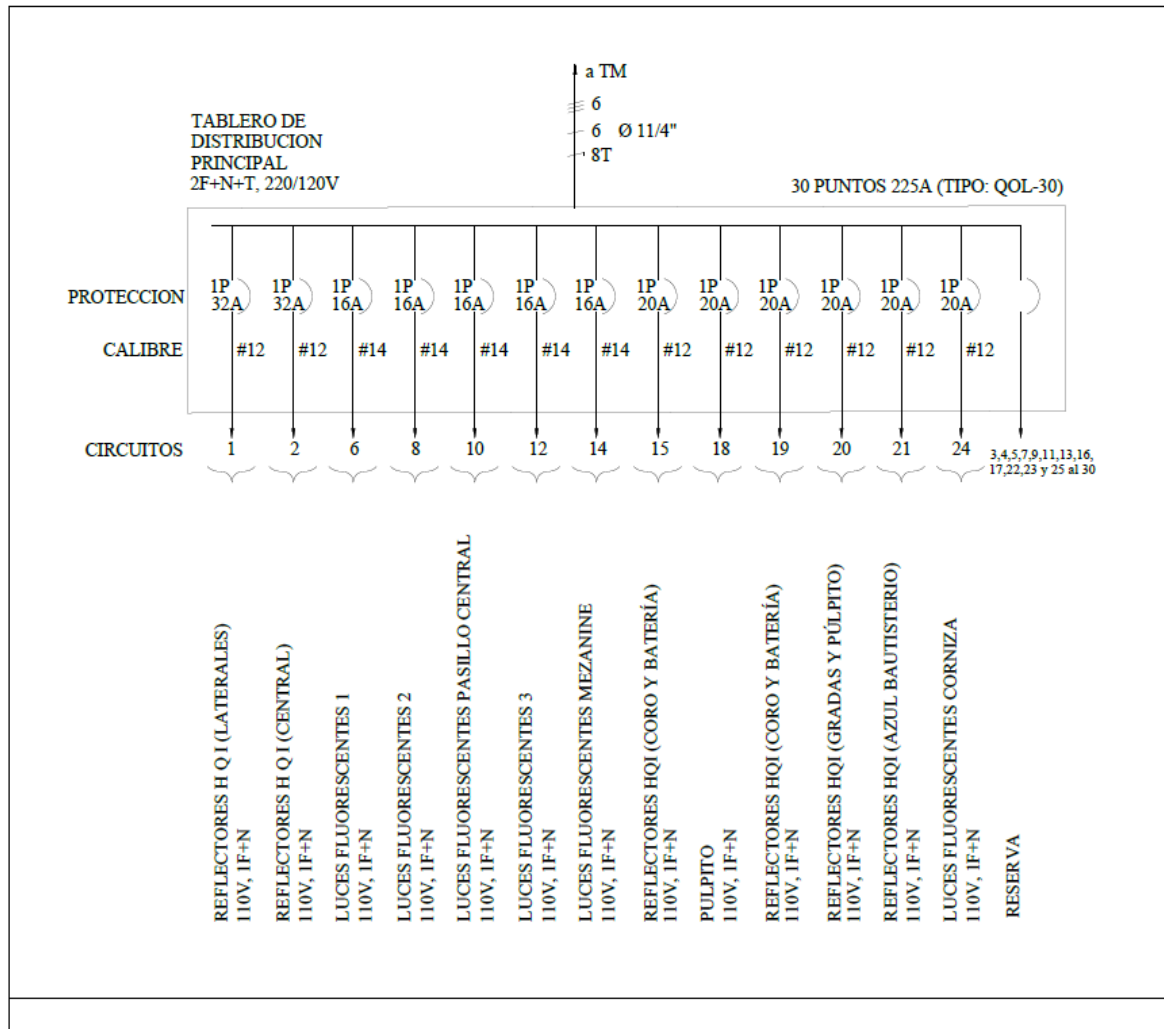
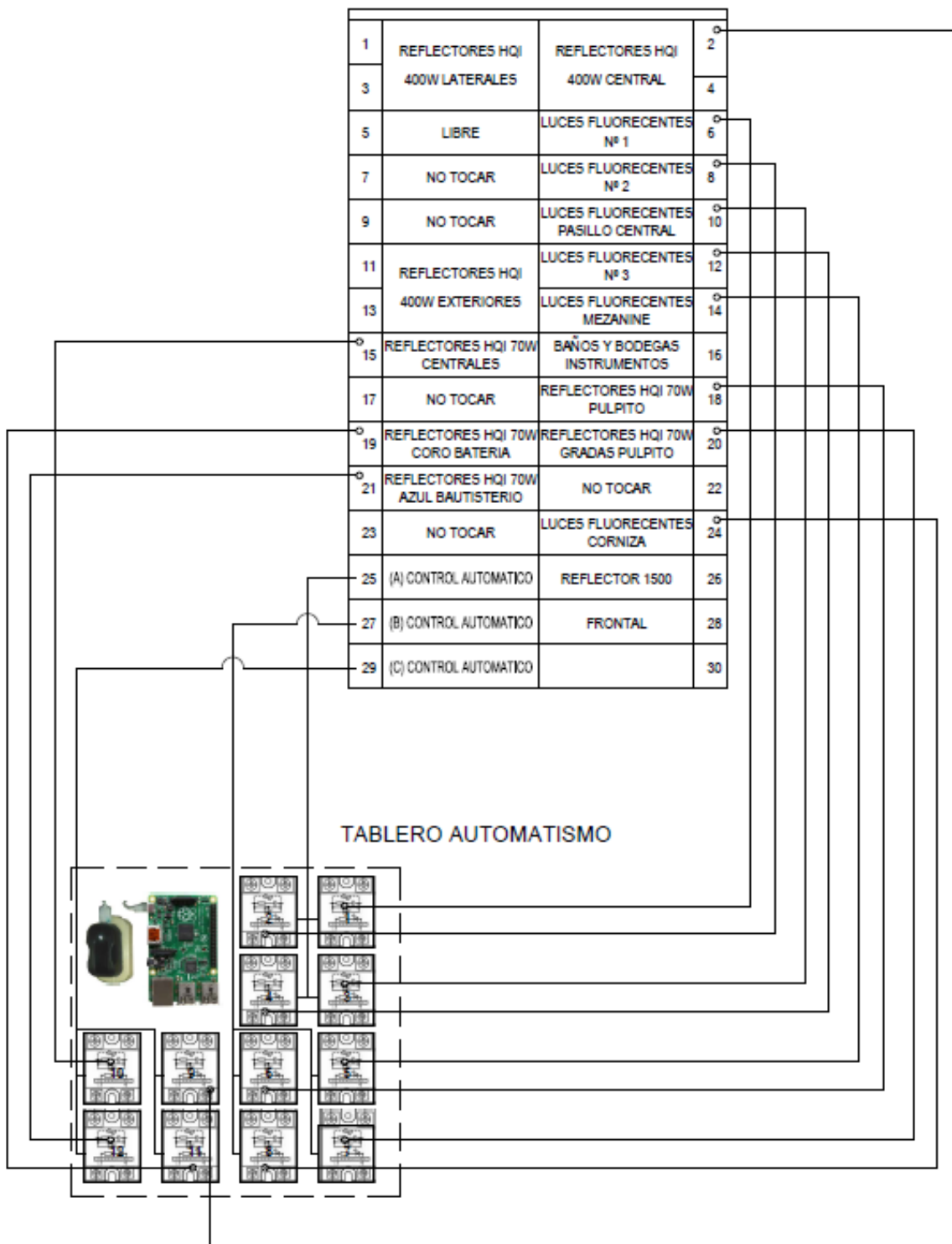


Diagrama eléctrico del sistema de automatización de iluminación iglesia ACYM SUR

TABLERO DE DISTRIBUCION

1	REFLECTORES HQI 400W LATERALES	REFLECTORES HQI 400W CENTRAL	2
3			4
5	LIBRE	LUCES FLUORECENTES Nº 1	6
7	NO TOCAR	LUCES FLUORECENTES Nº 2	8
9	NO TOCAR	LUCES FLUORECENTES PASILLO CENTRAL	10
11	REFLECTORES HQI	LUCES FLUORECENTES Nº 3	12
13	400W EXTERIORES	LUCES FLUORECENTES MEZANINE	14
15	REFLECTORES HQI 70W CENTRALES	BAÑOS Y BODEGAS INSTRUMENTOS	16
17	NO TOCAR	REFLECTORES HQI 70W PULPITO	18
19	REFLECTORES HQI 70W CORO BATERIA	REFLECTORES HQI 70W GRADIAS PULPITO	20
21	REFLECTORES HQI 70W AZUL BAUTISTERIO	NO TOCAR	22
23	NO TOCAR	LUCES FLUORECENTES CORNIZA	24
25	(A) CONTROL AUTOMATICO	REFLECTOR 1500	26
27	(B) CONTROL AUTOMATICO	FRONTAL	28
29	(C) CONTROL AUTOMATICO		30

TABLERO AUTOMATISMO





## 5 GUÍA RÁPIDA DE MANTENIMIENTO

### Tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Verificación de breakers, fuente de alimentación y actuadores, antes de encender el sistema.
- Verificar los leds indicadores de la tarjeta Raspberry pi, para determinar el funcionamiento del sistema.
- Los relés deben estar bien conectados para evitar desgaste eléctrico en los terminales, así disminuir fallos al momento de realizar la conmutación
- Encender el sistema y comprobar su funcionamiento después del mantenimiento.
- Verificar los datos que muestra la aplicación móvil para identificar posible saturación en el procesamiento de la tarjeta Raspberry pi.
- Cada actuador tiene su área específica de trabajo, verifique dicho proceso.
- Al apagar el equipo asegúrese de que la aplicación móvil haya apagado todos los actuadores que controlan el sistema de iluminación.

## 6 GUÍA RÁPIDA PARA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

### Los posibles problemas que se puede llegar a detectar:

- **Funcionamiento del sistema automático.**
- Verifique que el sistema este encendido en su totalidad, tomar en cuenta que para su funcionamiento requiere de la activación de tres breakers en el tablero de distribución.
- **Led indicadores**
- Los leds indicadores nos permiten apreciar el encendido o apagado de los actuadores y de la tarjeta Raspberry Pi.
- **Aplicación móvil**
- La aplicación móvil permite visualizar mediante la proyección en la pantalla del Smartphone las características de funcionamiento de cada actuador en forma de botones o widgets.

- **Fuentes de alimentación.**
- La fuente de alimentación da la energía eléctrica necesaria para que funcione el sistema, revisar que se encuentre correctamente conectado y con el voltaje adecuado
- **Red WLAN.**
- Es el medio de comunicación entre el sistema físico y la aplicación móvil es importante verificar que esté funcione apropiadamente.

## **7 E-MAIL Y TELÉFONOS DE LA ORGANIZACIÓN**

e-mail [www.domotikaGM.ec](http://www.domotikaGM.ec)

Teléfono (02)2912502

Hernán Gualli [herquamu@hotmail.com](mailto:herquamu@hotmail.com)

### ANEXO 3

## DIAGRAMAS DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN

### Diagrama unifilar del sistema eléctrico iglesia ACYM SUR

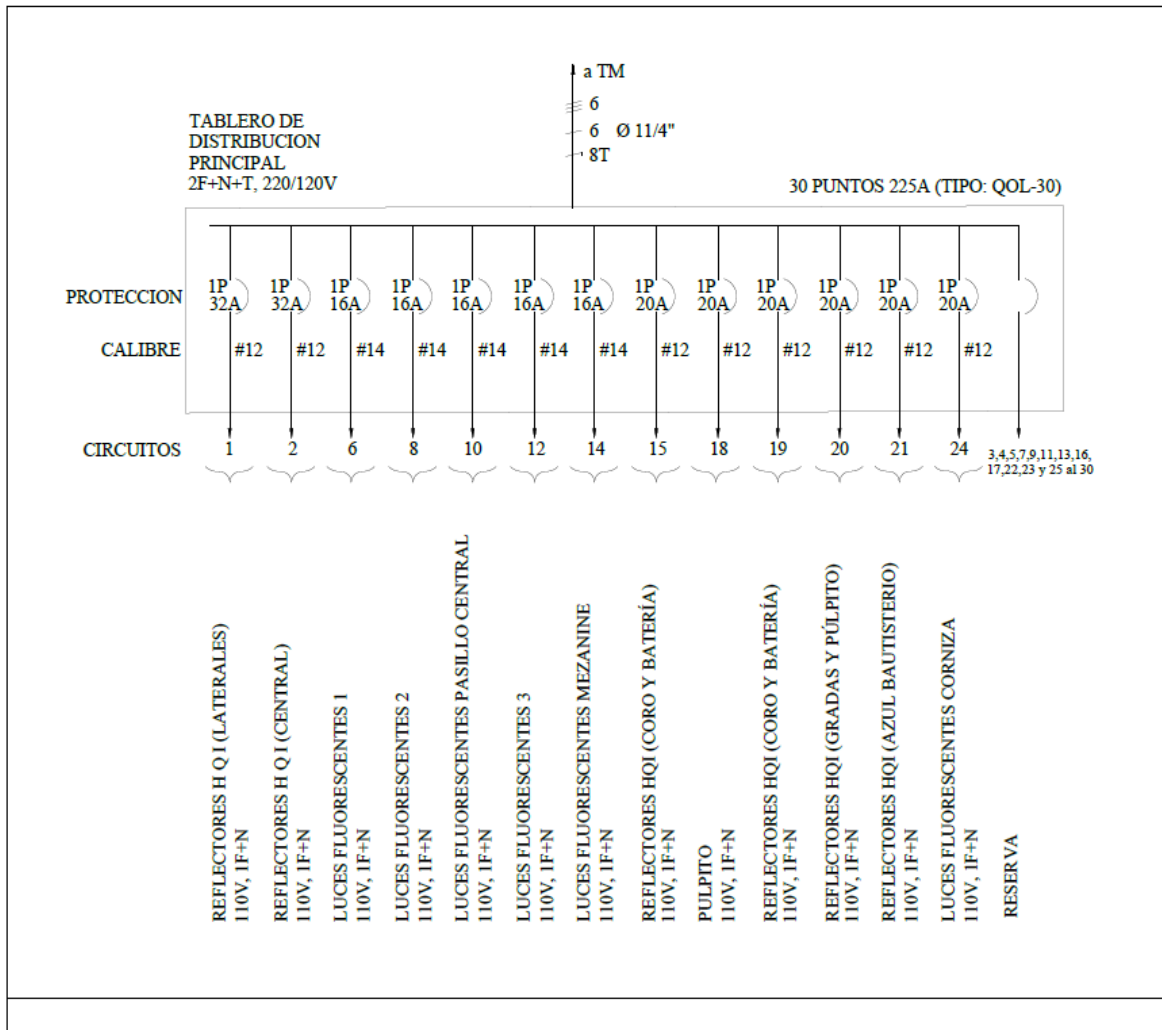


Figura 34: diagrama unifilar Sistema eléctrico para iluminación de la iglesia ACYM SUR  
Fuente: iglesia ACYM SUR

### Diagrama de ubicación del sistema de automatización en el cuarto de control

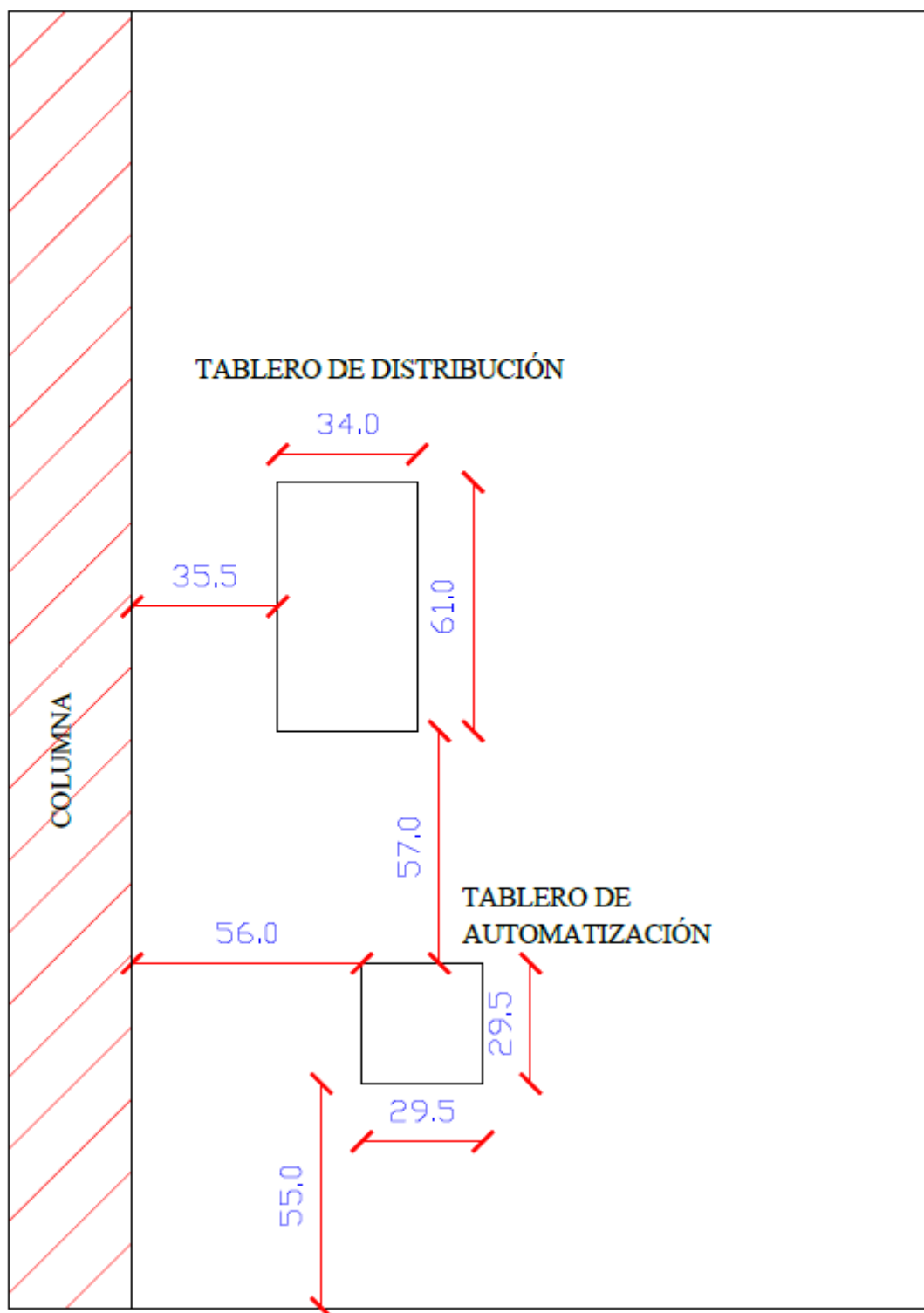


Figura 35: cuarto de control de iluminación de la iglesia ACYM SUR  
Fuente: iglesia ACYM SUR

## Diagrama eléctrico del sistema automatizado iglesia ACYM SUR

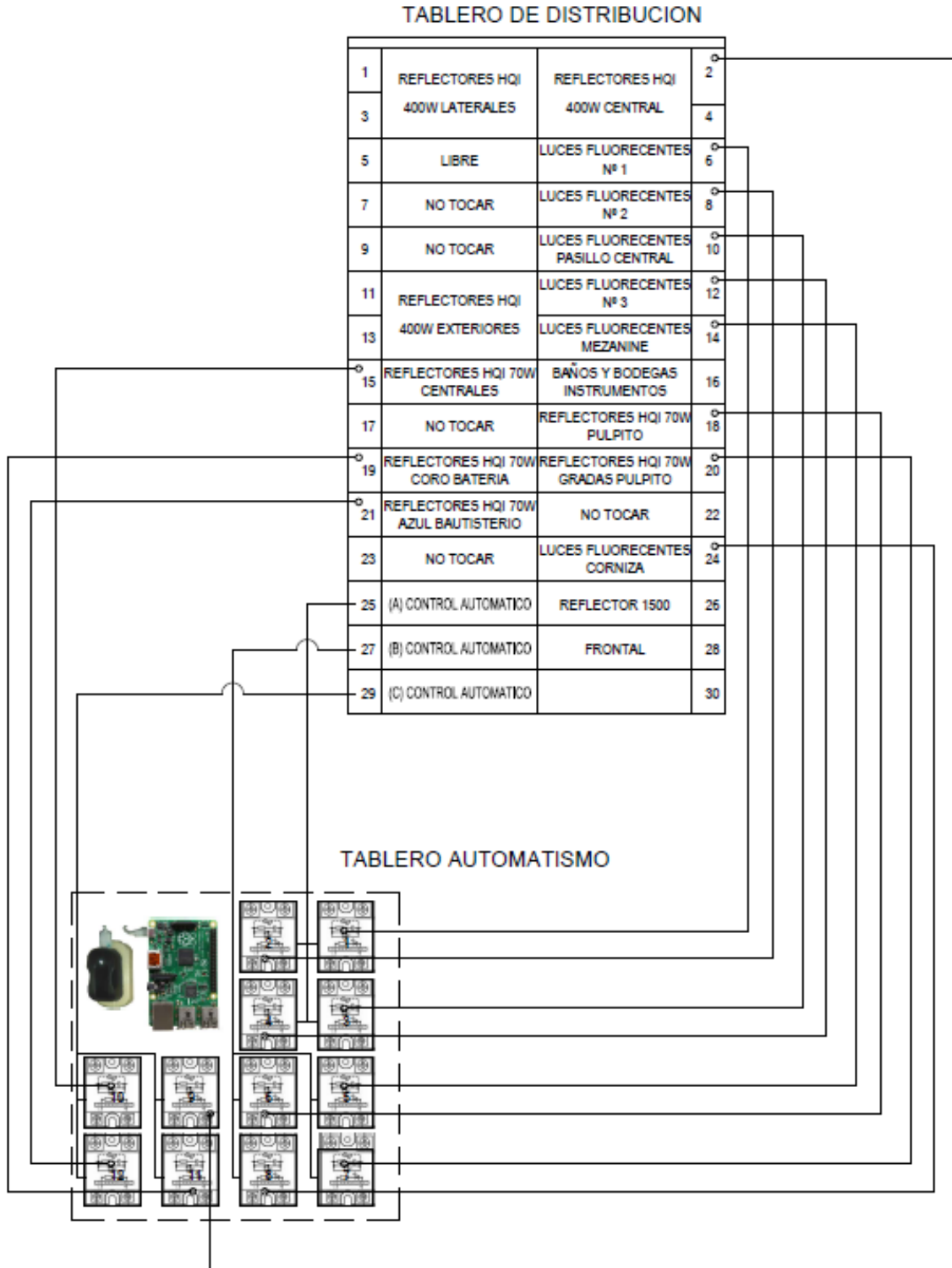
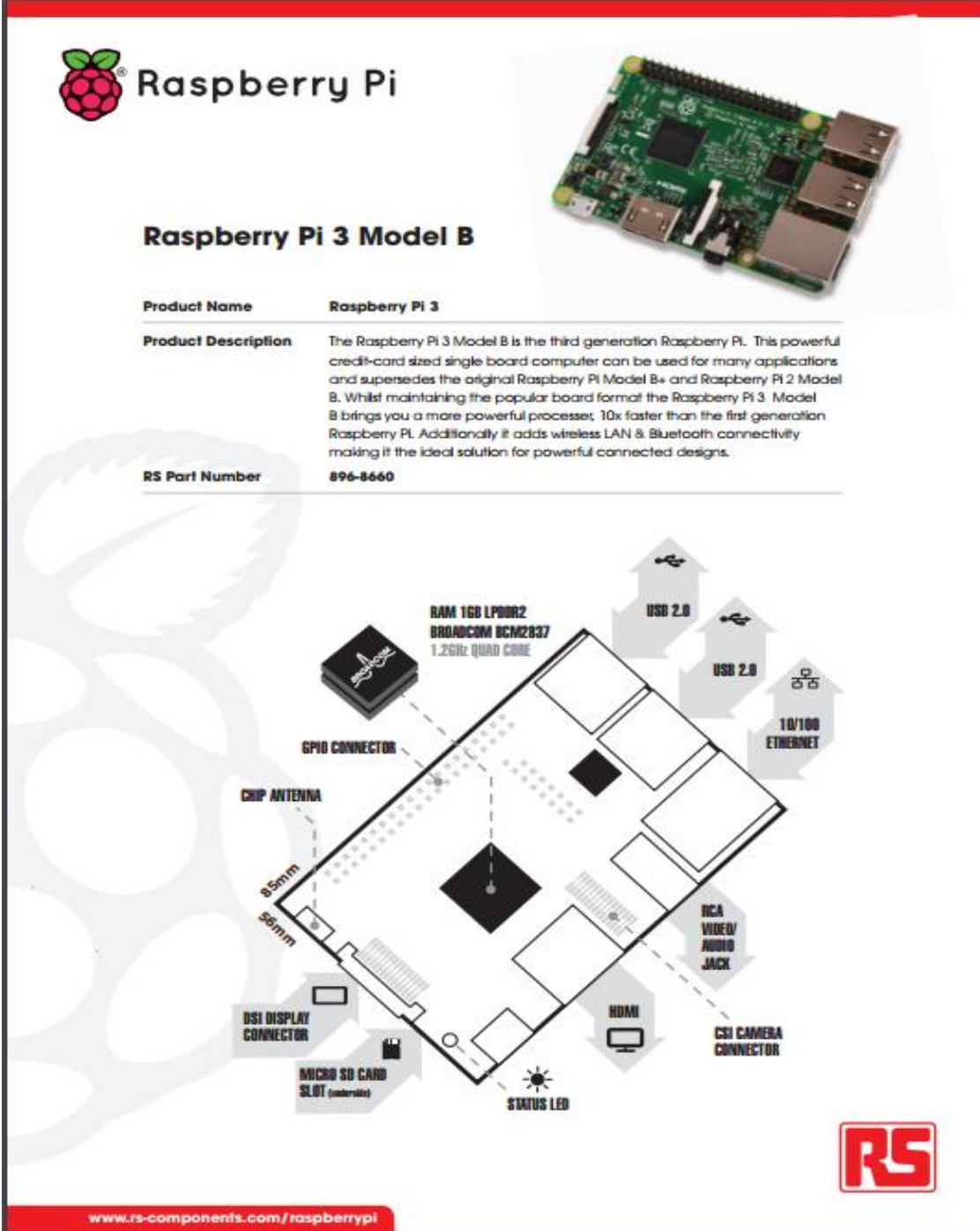


Figura 36: Diagrama del sistema eléctrico y de automatizado de la iglesia ACYM SUR  
Fuente: el autor

## ANEXO 4

### Datasheet Raspberry Pi 3.



The image shows a page from a datasheet for the Raspberry Pi 3 Model B. At the top left is the Raspberry Pi logo. To its right is the text "Raspberry Pi". Below this is a photograph of the Raspberry Pi 3 Model B board. The main title is "Raspberry Pi 3 Model B". Below the title is a table with the following information:

<b>Product Name</b>	<b>Raspberry Pi 3</b>
<b>Product Description</b>	The Raspberry Pi 3 Model B is the third generation Raspberry Pi. This powerful credit-card sized single board computer can be used for many applications and supersedes the original Raspberry Pi Model B+ and Raspberry Pi 2 Model B. Whilst maintaining the popular board format the Raspberry Pi 3 Model B brings you a more powerful processor, 10x faster than the first generation Raspberry Pi. Additionally it adds wireless LAN & Bluetooth connectivity making it the ideal solution for powerful connected designs.
<b>RS Part Number</b>	<b>896-8660</b>

Below the table is a detailed diagram of the board with various components labeled. The labels include: RAM 1GB LPDDR2, BROADCOM BCM2837, 1.2GHz QUAD CORE; GPIO CONNECTOR; CHIP ANTENNA; 5.5mm; 56mm; CSI CAMERA CONNECTOR; HDMI; STATUS LED; MICRO SD CARD SLOT (userwrt); CSI CAMERA CONNECTOR; RCA VIDEO/AUDIO JACK; 10/100 ETHERNET; USB 2.0; and another USB 2.0. The RS logo is in the bottom right corner. At the bottom left, there is a red bar with the URL [www.rs-components.com/raspberrypi](http://www.rs-components.com/raspberrypi).

Figura 37: Datasheet Raspberry Pi 3 1ra parte

Fuente: Raspberry.org



# Raspberry Pi

## Raspberry Pi 3 Model B

### Specifications

<b>Processor</b>	Broadcom BCM2387 chipset. 1.2GHz Quad-Core ARM Cortex-A53 802.11 b/g/n Wireless LAN and Bluetooth 4.1 (Bluetooth Classic and LE)
<b>GPU</b>	Dual Core VideoCore IV® Multimedia Co-Processor. Provides Open GL ES 2.0, hardware-accelerated OpenVG, and 1080p30 H.264 high-profile decode.  Capable of 1Gpixel/s, 1.5Gtexel/s or 24GFLOPs with texture filtering and DMA infrastructure
<b>Memory</b>	1GB LPDDR2
<b>Operating System</b>	Boots from Micro SD card, running a version of the Linux operating system or Windows 10 IoT
<b>Dimensions</b>	85 x 56 x 17mm
<b>Power</b>	Micro USB socket 5V1, 2.5A

### Connectors:

<b>Ethernet</b>	10/100 BaseT Ethernet socket
<b>Video Output</b>	HDMI (rev 1.3 & 1.4) Composite RCA (PAL and NTSC)
<b>Audio Output</b>	Audio Output 3.5mm Jack, HDMI USB 4 x USB 2.0 Connector
<b>GPIO Connector</b>	40-pin 2.54 mm (100 mil) expansion header: 2x20 strip Providing 27 GPIO pins as well as +3.3 V, +5 V and GND supply lines
<b>Camera Connector</b>	15-pin MIPI Camera Serial Interface (CSI-2)
<b>Display Connector</b>	Display Serial Interface (DSI) 15 way flat flex cable connector with two data lanes and a clock lane
<b>Memory Card Slot</b>	Push/pull Micro SDIO

### Key Benefits

- Low cost
- 10x faster processing
- Consistent board format
- Added connectivity

### Key Applications

- Low cost PC/tablet/laptop
- Media centre
- Industrial/Home automation
- Print server
- Web camera
- Wireless access point
- Environmental sensing/monitoring (e.g. weather station)
- IoT applications
- Robotics
- Server/cloud server
- Security monitoring
- Gaming



[www.rs-components.com/raspberrypi](http://www.rs-components.com/raspberrypi)

Figura 38: Datasheet Raspberry pi 3 2da parte

Fuente: Raspberry.org

## Configuraciones adicionales en Raspberry Pi

### Cambio de zona horaria

Un cambio necesario al inicio de trabajar con Raspberry pi es cambiar la zona horaria.

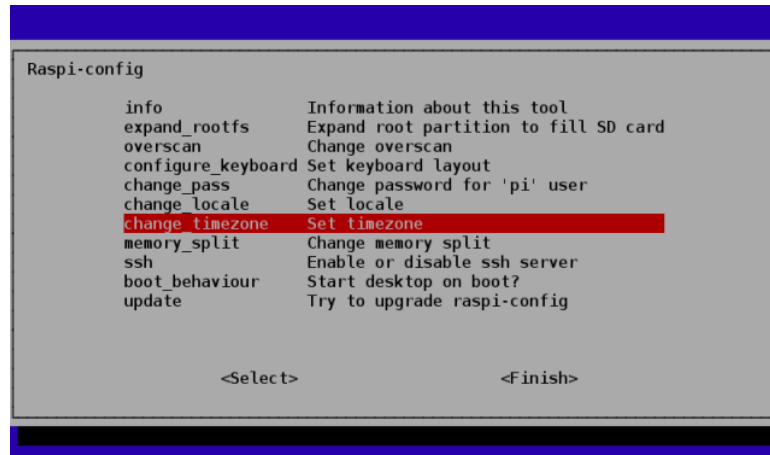


Figura 39: Configuración zona horaria en Raspberry Pi

Fuente: Raspberry.org

En este paso se selecciona change timezone y se pulsa Enter para que ejecute, después ingresa y selecciona el huso horario de su ubicación, en este caso en el pacifico, ya seleccionado el huso horario se pulsa OK y se procede a guardar los cambios efectuados.

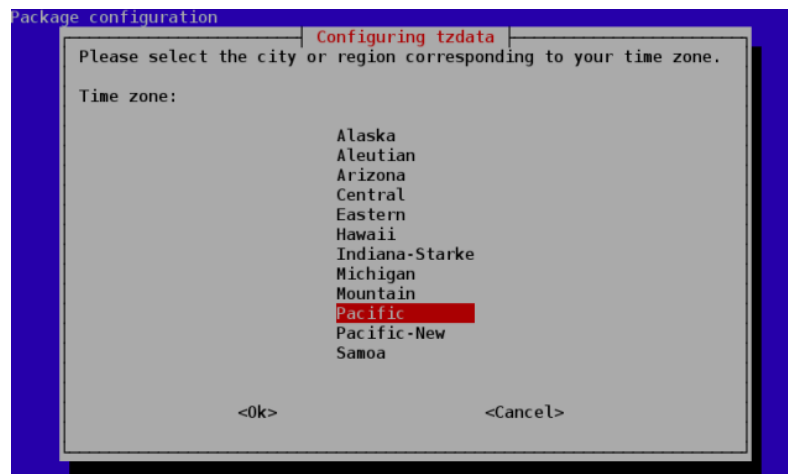


Figura 40: Configuración de zona horaria en Raspberry Pi

Fuente: Raspberry.org



## Regreso a ajustes del sistema después de prender la Raspberry Pi

Para ingresar a los ajustes del sistema se procede a dar clic en el icono que lleva el nombre de LXTerminal, este abre una sesión de ajustes de configuración. Inmediatamente se escribe el siguiente comando `sudo raspi-config` y se pulsa Enter, esto permite ingresar a las configuraciones del sistema y se puede realizar el cambio requerido.

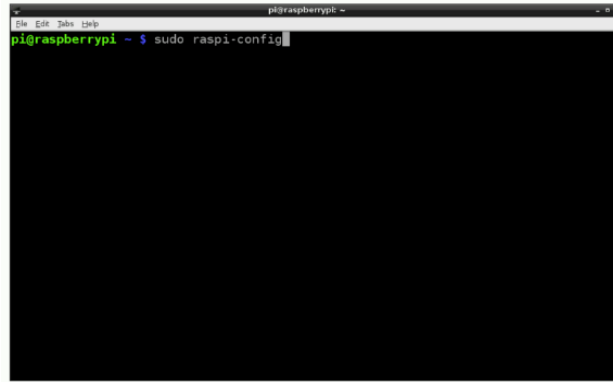


Figura 41: XLTerminal sudo raspi-config

Fuente: Raspberry.org

## Apagado de Raspberry Pi

Para apagar la Raspberry Pi es necesario ingresar al menú en donde se dirige a todas las opciones que tiene.



Figura 42: Menú de Raspberry Pi

Fuente: Raspberry.org

Se pulsa el botón shutdown, el cual habilita la siguiente pantalla y se teclea en aceptar, esto apaga el sistema.

Adicional se tiene las opciones de cierre de sesión y reinicio del sistema los que permiten dar diferentes opciones al sistema de Raspberry Pi.

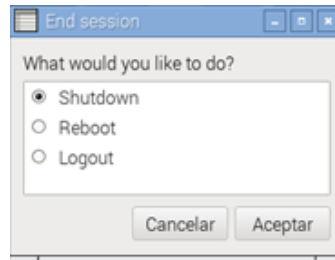


Figura 43: End sesión de Raspberry Pi

Fuente: Raspberry.org

### Creación de script en Raspberry Pi

La creación de script que se ejecute en cualquier momento es una buena opción para no tener que poner los comandos cada instante. Es necesario abrir un fichero de texto y escribir el siguiente contenido.

```
1 | #!/bin/bash
2 | source gpio
3 | gpio mode 17 out
4 | while true; do
5 |   gpio write 17 1
6 |   sleep 1.3
7 |   gpio write 17 0
8 |   sleep 1.3
9 | done
```

Luego se guarda el script en un fichero denominado, **LED.sh**, se podrá abrir en cualquier momento, solo tiene que encontrar la dirección donde se guardó el archivo y teclear el siguiente comando para abrir el script.

```
1 | ./LED.sh
```

Se continúa con el ejemplo del LED, el código fuente para conseguir el encendido y apagado del LED en el programa Python se describe a continuación, el proceso que se puede realizar también con código C, se edita el texto y se guarda.

```

1 |#!/usr/bin/env python
2 |#LED.py
3 |
4 |import time
5 |import pigpio
6 |pi = pigpio.pi()
7 |
8 |pi.set_mode (17, pigpio.OUTPUT) #Ponemos el pin 17 como salida
9 |
10 |pi.set_servo_pulsewidth (17, 1300) #Iniciamos pulsos cada 1.3 segundos para encender el
11 |
12 |pi.stop() #Terminamos el programa.

```

El siguiente paso es guardar con el nombre LED y la extensión “.py” y para ejecutarlo a posterior

```

1 | sudo pigpiod
2 | ./LED.py

```

### Características técnicas del módulo de relé:

- Tarjeta modulo relé de 8 canales.
- Ingreso: IN1 a I IN8 entradas de señal de hasta 5V
- Consumo de cada etapa 15-20mA.
- Características de cada relé: 10A DC30V AC250V.
- Contactos: NA / NC (normalmente abierto / normalmente cerrado).
- Aislamiento: protegido cada canal con optoacopladores.
- Dimensiones: 140mm X 55mm

### Manejo del Módulo de 8 relés

El módulo de relé es un interruptor de corriente que cuenta con 8 canales y trabaja con baja tensión el cual utiliza alrededor de 5VDC para alimentar el relé que cerrará o abrirá un circuito de hasta 250VAC se tiene como protección de la tarjeta Raspberry pi un circuito optoacoplador integrado en cada canal del módulo de control que funciona individual en cada relé. También cuenta con alimentación externa si se desea opera con una fuente de alimentación adicional.

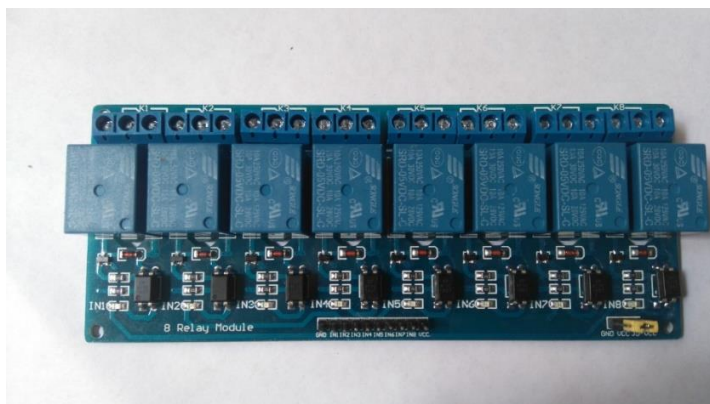


Figura 44: Módulo de 8 relés

Fuente: [electronics.stackexchange.com](https://electronics.stackexchange.com)

Para las pruebas de funcionamiento de relés se cuenta con un módulo de 8 relés, con el cual puede controlar ocho circuitos independientes de hasta 250VAC con un consumo de corriente de hasta 10A. La única precaución que se debe tener es fijarse muy bien en los límites eléctricos del relé, para no quemar la Raspberry Pi.

#### **Especificaciones técnicas de manejo del módulo de relé:**

Para un mejor entendimiento de las etapas y del trabajo del módulo de relé se realiza el estudio con un módulo de dos relés. La parte que se encuentra marcada es la que permite la conmutación del circuito de alta tensión, es conocido como etapa de potencia y tiene la opción de manejar dos estados, abierto o cerrado, esto da libertad de escoger, adicional el etiquetado (K1 y K2) indica cada etapa que posee el modulo, en este caso dos etapas.

Para la utilización de los puertos de salida determinados como (1, 2, y 3) de cada etapa del módulo de relé se analiza su funcionalidad en la siguiente descripción.

- Si se cierra el circuito eléctrico en 1 y 2, el circuito pasa a estado abierto.
- Si se cierra el circuito eléctrico en 2 y 3 el circuito pasa a estado cerrado.
- Si se cierra el circuito eléctrico en 1 y 3 no sucede nada.

Con esto se determina de qué manera se va a trabajar el relé al momento de armar un circuito y como va ser el punto de partida. Se puede montar cualquier tipo de actuadores en las salidas de los relés como puede ser lámparas, motores o cualquier aparato que ocupe voltajes altos, tomar en cuenta que no se debe superar este valor determinado por el fabricante del módulo de relé.

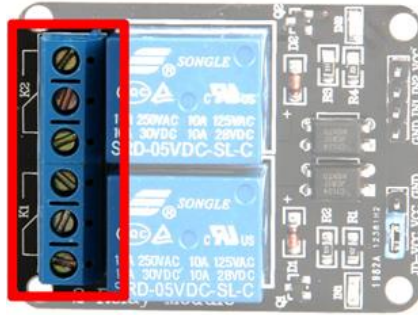


Figura 45: Características de módulo de relé

Fuente: electronics.stackexchange.com

La siguiente etapa que es importante conocer del módulo de relé es el ingreso de señal y su alimentación, en esta etapa se tiene un sistema de protección que evita el paso de corrientes parásito fuera del módulo, a esta etapa se la conoce como protección por optoacopladores.



Figura 46: Características de módulo de relé

Fuente: electronics.stackexchange.com

Para explicar el diagrama anterior se procede a conectar de la siguiente manera:

- Se conecta GND una señal de tierra.
- Se conecta VCC se conecta una señal de 5V.
- Se conecta IN1 del módulo de relé a un puerto GPIO 1 de la tarjeta Raspberry pi.
- Se conecta IN2 del módulo de relé a un puerto GPIO 2 de la tarjeta Raspberry pi.

De esta manera se procede a proporcionar las señales de control al módulo de relé.

Fotek relé de estado sólido de CC a CA SSR-40DA 40A

**Specification**

Type	Terminal Type				
Model	SSR-10AA	SSR-25AA	SSR-40AA	SSR-25AA-H	SSR-40AA-H
Rated Load Current	10A	25A	40A	25A	40A
<b>Input Data</b>					
Operating Voltage	80~250VAC 50 / 60Hz				
Min. ON / OFF Voltage	ON > 45V , OFF < 35V				
Trigger Current	5.0mA / 110VAC max.				
Control Method	Zero Cross Trigger				
<b>Output Data</b>					
Operating Voltage	24~380VAC			90~480VAC	
Min. Black Voltage	600 VAC < Repetive >				
Voltage Drop	1.6 V / 25 C				
Response Time	ON < 20ms , OFF < 20ms				
Max. Durated Current	135A	275A	410A	275A	410A
Leakage Current	3.0mA	5.0mA	3.0mA	5.0mA	5.0mA
<b>General Data</b>					
Dielectric Strength	Over 2.5KVAC / 1min.				
Isolation Strength	Over 50M $\Omega$ / 500VDC				
Operating Temperature	-20 C ~+80 C				
Housing Material	Intensive ABS				
Weight	Appr. 110g				
<b>Connection Diagram</b>					

Figura 47: datasheet de relé de estado sólido  
Fuente: satistronics.com

## Datos técnicos lámparas fluorescentes OSRAM

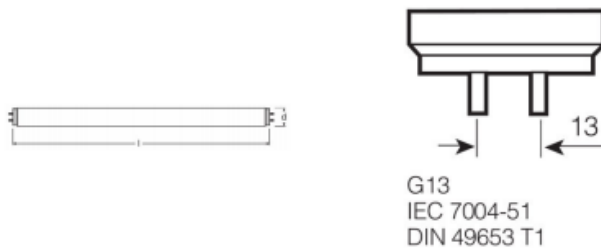
### Datos eléctricos

Potencia nominal	32.00 W
Eficacia medida de lámpara (dato HF 25 °)	Under clarification by authority and standardization body
Eficacia lámpara (condición estándar)	83 lm/W
Potencia nominal	32,70 W

### Datos Fotométricos

Índice de reproducción cromática Ra	≥80
Flujo luminoso	2650 lm
Flujo luminoso a 25 °C	2500 lm
Tono de luz	830
Temperatura de color	3000 K
Flujo luminoso	2650 lm
Tono de luz (denominación)	LUMILUX Warm White
Factor manten. lumen lámpara 2.000 h	0,95
Factor manten. lumen lámpara 4.000 h	0,93
Factor manten. lumen lámpara 6.000 h	0,91
Factor manten. lumen lámpara 8.000 h	0,90
Factor manten. lumen lámpara 12.000 h	0,89
Flujo luminoso nominal	2650 lm

### Dimensiones y peso



Diámetro del tubo	26 mm
Largo	1200 mm
Long. con casq pero sin pitones/conexión	1200,00 mm
Diámetro	26,0 mm

Figura 48: datasheet lámparas fluorescentes

Fuente: osram.org

## Reflectores halógenos

- Mayor eficiencia - Categoría C de Energía
- Más del 30% de ahorro de energía
- Reequipamiento estándar para Doble Ended Linear
- Gama completa de 100-330W para reemplazar gama estándar de 150-500W

## Características generales

**Tabla 6: Características generales de lámparas halógenas**

<b>Potencia [W]</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>1500</b>	<b>2000</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1500</b>	<b>1500</b>	<b>1500</b>
<b>Volts [V]</b>	120	230	230	230	230	240	240	240	240	240	277
<b>Base</b>	R7s	R7s	R7s	R7s	R7s	R7s	R7s	R7s	R7s	R7s	R7s
<b>Candela [cd]</b>											
<b>Ángulo del Haz[°]</b>											
<b>CCT [K]</b>	2900	2900	2900	2900	2900	2900	2900	2900	2900	2900	2900
<b>Vida [h]</b>	2000	2000	2000	1000	1000	2000	2000	2000	1000	1000	2000
<b>Diámetro [mm]</b>	8	8	10	10	10	8	10	10	10	10	10
<b>Longitud [mm]</b>	117.6	117.6	189.1	254.1	330.8	117.6	189.1	254.1	254.1	254.1	254.1
<b>Color del</b>											
<b>Lumen [lm]</b>	11000	9800	21000	32000	44000	9800	21000	21000	33000	32000	33000

Fuente:<http://www.gelighting.com/LightingWeb/la/north/productos/tecnologias/halogenas/doble-contacto-lineal-halogenas/descripcion/index.jsp>

## Utilización de Win32 Disk Imager

Win32 Disk Imager es una aplicación muy versátil que permite realizar el grabado del sistema operativo en una tarjeta MicroSD, es fácil de usar, hay que tener como precaución que la MicroSD en la que se va a grabar corresponda realmente con la tarjeta MicroSD que se tiene conectado, porque se corre el riesgo de borrar una partición del computador si no se tiene cuidado.

Después de identificar la MicroSD, se selecciona la imagen y se refiere el nombre de la MicroSD que se utilizará. Se pulsa el botón Write y se espera que el proceso termine, esto puede tardar varios minutos en grabar el sistema operativo.



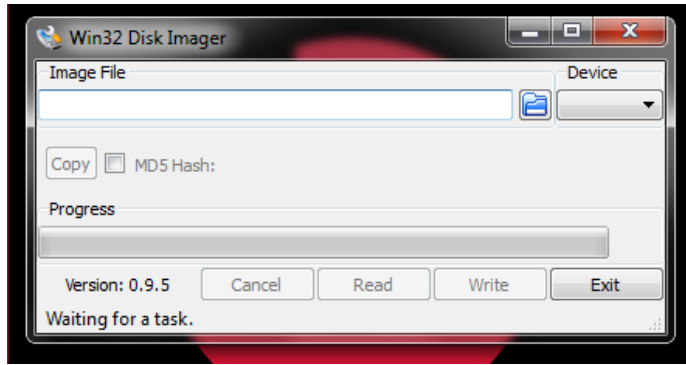


Figura 49: Programa win32 disk Imager

Fuente: win32 disk Imager

Se puede ejecutar el proceso al contrario, y así realizar una copia de seguridad del contenido de una tarjeta MicroSD al computador. Se pone un nombre a la imagen y se pulsa el botón Read, esto hace que se guarde un archivo con el nombre dado en el computador.

Al efectuar la descarga de la aplicación es necesario dirigirse a la siguiente página de internet: <https://sourceforge.net/projects/win32diskimager/> donde se encuentra el link de descarga, este producto es gratuito y en algunos casos requiere de una aprobación de administración de su ejecución.



Figura 50: Página de descarga win32 disk Imager

Fuente: Win32 disk Imager

## Script de vinculación para la aplicación Cayenne y Raspberry Pi



```
<rpi_5ozbpe51h9.sh>
Archivo  Editor  Buscar  Opciones  Ayuda
#l/bin/bash
# myDevices setup script
set -e
NAME="$0"
PREFIX="myDevices-1.0"
HOME="$( cd "$( dirname "${BASH_SOURCE[0]}" )" && pwd )"
echo $NAME
codeRaw="${NAME##* }"
inviteCode="${codeRaw%.*}"
wget -O $HOME/$PREFIX.tar.gz "http://updates.mydevices.com/raspberry/myDevices-1.0.tar.gz"
tar -xzf $HOME/$PREFIX.tar.gz
cd $HOME/$PREFIX
chmod +x $HOME/$PREFIX/setup.sh
bash -x $HOME/$PREFIX/setup.sh -code "$inviteCode" "$@" |
```

Figura 51: Script para vincular Cayenne a Raspberry Pi

Fuente: Raspberry Pi 3

## Instalación y configuración de botones en aplicación Cayenne desde el Smartphone

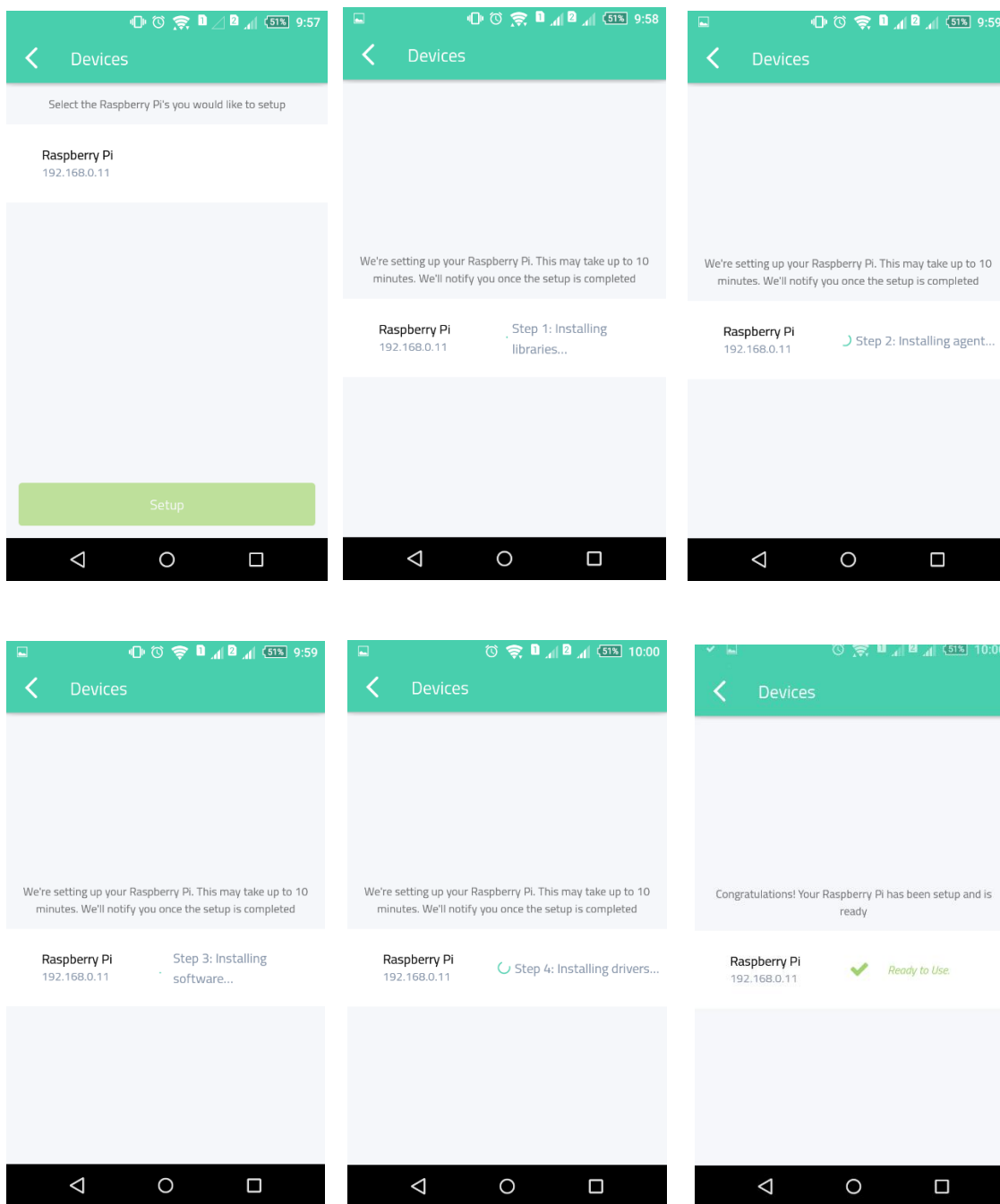


Figura 52: Instalación de aplicación Cayenne en dispositivo móvil  
Fuente: aplicación Cayenne

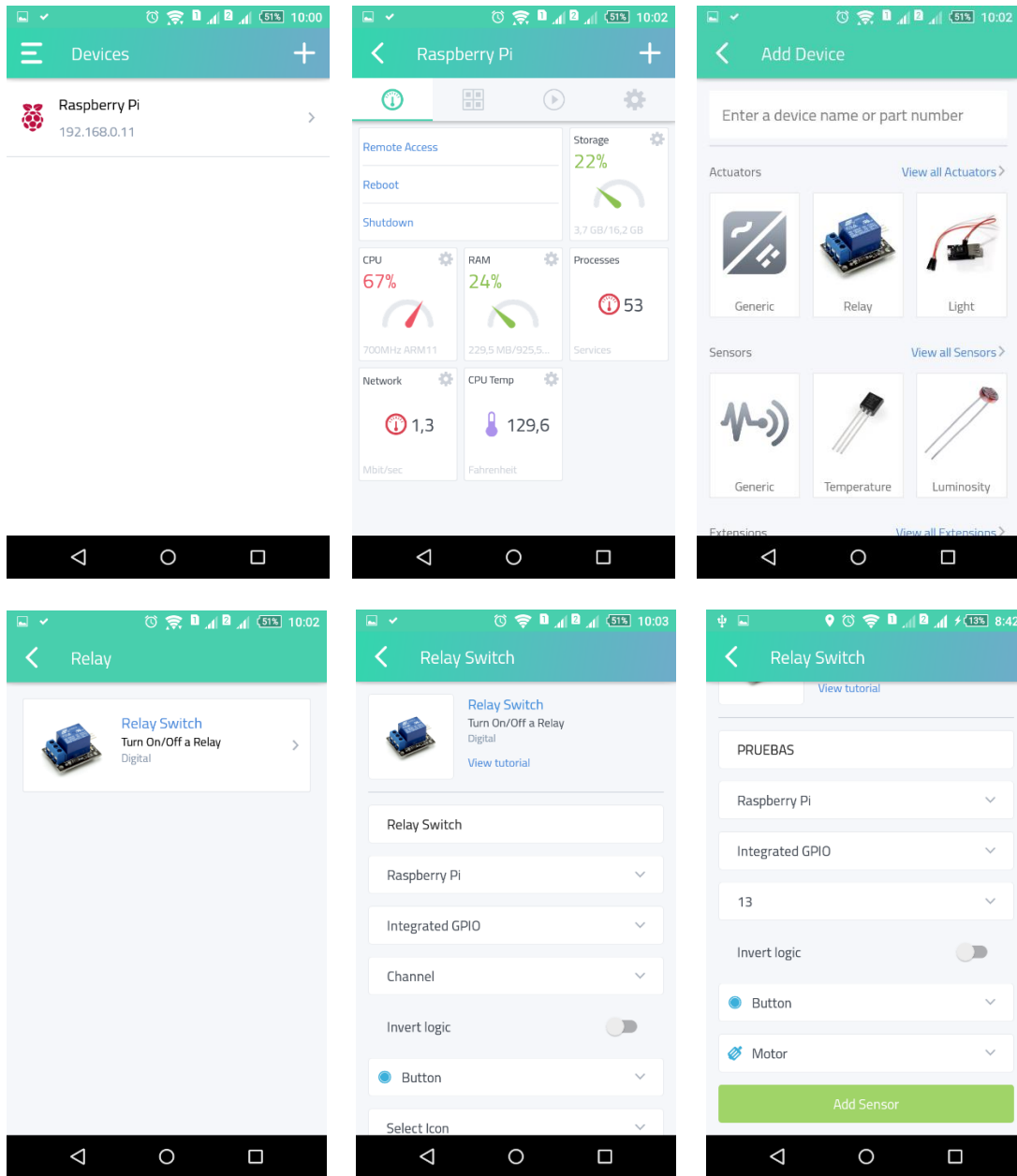


Figura 53: Configuración de botones (widgets) en la aplicación Cayenne  
Fuente: aplicación Cayenne

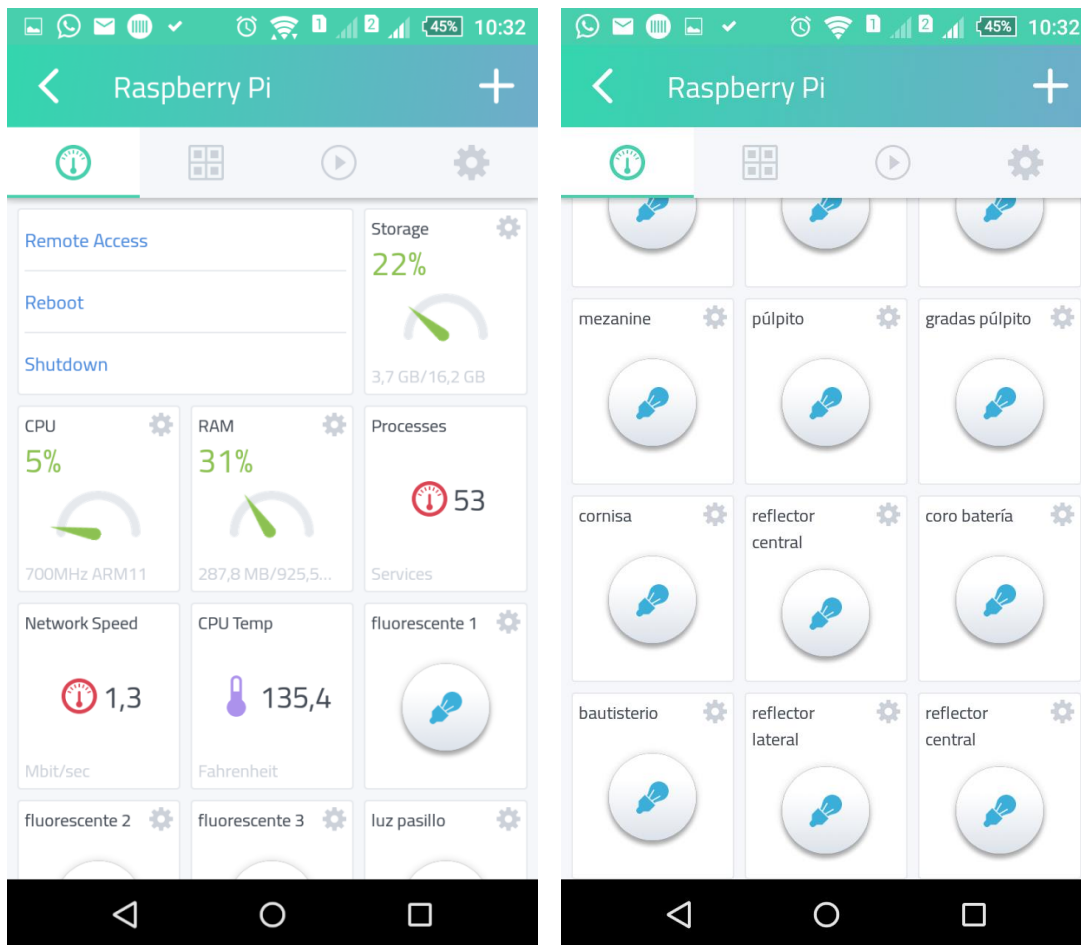


Figura 54: Pantalla de aplicación Cayenne con todos los botones encendidos  
Fuente: aplicación Cayenne



## CERTIFICADO

Quito, 2016-09-20


A quien interese:

La Iglesia Evangélica Alianza Cristiana y Misionera Del Sur Certifica que, el Señor **Hernán Octavio Gualli Muñoz**, portador de la Cédula de Ciudadanía N° **0603105982**. Realizó la instalación de un Sistema de Automatización de Luces en el Templo de la Iglesia, en el período comprendido desde junio 2016 hasta la presente donde concluyó y entregó el mencionado proyecto, como donación para nuestra Iglesia.

El Señor Hernán Gualli ha demostrado seriedad y compromiso en la instalación del sistema, por lo cual la Iglesia agradece su preocupación por mejorar el uso de las luces en los diferentes eventos que realizamos, haciéndose acreedor del aprecio, consideración y estima de todos quienes le conocemos.

Es cuanto puedo certificar en honor a la verdad, pudiendo el interesado dar uso al presente Certificado como estime conveniente.

Atentamente,

  
Alan López Cerezo  
Pastor Principal

