

Unidad de control automatizado y conectividad móvil

Automated control unit and mobile connectivity

LARA, Luisa†, KAO, Luis, LOEZA, Fernando y ZAPATA, Martha

Universidad Tecnológica Metropolitana

ID 1^{er} Autor: *Luisa, Lara*

ID 1^{er} Coautor: *Luis, Kao*

ID 2^{do} Coautor: *Fernando, Loeza*

ID 3^{er} Coautor: *Martha, Zapata*

DOI: 10.35429/JOES.2020.23.7.17.24

Recibido: Julio 15, 2020; Aceptado: Diciembre 30, 2020

Resumen

El presente artículo es resultado de la participación del cuerpo académico de Redes y Telecomunicaciones de la Universidad Tecnológica Metropolitana (UTM) en el programa de Fortalecimiento de Cuerpos Académicos con el proyecto titulado Unidad de Control Automatizado utilizando RFID y Conectividad Móvil. El objetivo consistió en comparar como una unidad de control automatizada mejora la seguridad con respecto a los mecanismos actualmente utilizados en laboratorios. El nivel de investigación fue descriptivo utilizando estrategias de investigación de campo y experimental. El tipo de muestreo fue intencional u opinático. El prototipo fue implementado en un laboratorio de la UTM y su relevancia radica en que la conectividad móvil puede hacer uso de aplicaciones que optimicen tiempos de acceso y control a instalaciones físicas a través de soluciones de bajo coste y conexión remota a servidores de autenticación.

Unidad de Control Automatizada, Raspberyy Pi, Conectividad, Domótica

Abstract

This article is the result of the participation of Telecommunications Networks Academic group from the Metropolitan Technological University (UTM) under reinforcing Academic Groups program with the project entitled Automated Control Unit using RFID and Mobile Connectivity. The objective was to compare how an automated control unit can improve the security besides other mechanisms currently used in laboratories. The level of research was descriptive using strategies and experiments on site. The sampling was intentional or by opinion. The prototype was a laboratory implementation created in the University the project relevance is based in how mobile connectivity applications can be used to optimize access times and control physical facilities through low-cost solutions and remote authentication server connection.

Automated Control Unit, Raspberyy Pi Connectivity, Automation

Citación: LARA, Luisa, KAO, Luis, LOEZA, Fernando y ZAPATA, Martha. Unidad de control automatizado y conectividad móvil. Revista de Sistemas Experimentales. 2020. 7-23:17-24.

† Investigador contribuido como primer autor.

Introducción

Normalmente en todas las organizaciones el mantener el control del acceso a sus instalaciones es un tema importante. Generalmente la implementación de mecanismos de seguridad resulta costosa, razón por la cual muchas organizaciones no invierten en este rubro. En las universidades, sobre todo, donde se tiene mucha afluencia de gente y recursos económicos limitados resulta importante contar con controles de acceso fiables y a bajo costo.

La domótica es una técnica que permite integrar diversas tareas (el control de la iluminación, de la climatización, la seguridad y muchas otras) en el seno de una red de control. El desarrollo de la domótica es inseparable de las tecnologías de la información y comunicación experimentada en los últimos tiempos.

La instalación domótica debe contar con una serie de interfaces que permitan a los usuarios programar y definir parámetros de la instalación, además de recibir la información de los dispositivos en un formato fácil de comprender e interpretar. Así, desde las interfaces se podrá dar órdenes de encendido, apagado o bien de apertura o cierre. Estas interfaces de control pueden estar situados dentro de un edificio o comunicarse al exterior a través de internet o de mensajes de un móvil. Los servicios que ofrece la domótica se pueden agrupar según cinco aspectos o ámbitos principales: Ahorro de Energía, Confort, Seguridad, Comunicaciones y Accesibilidad.

Problemática

La propuesta de este proyecto surge para establecer un mecanismo integral que contribuya a la seguridad, el control de acceso y optimización de iluminación de instalaciones físicas, a través de una solución de bajo costo basada en una unidad de control automatizada utilizando RFID y conexión remota a servidores de autenticación.

La necesidad que se pretende resolver es aumentar la seguridad y mejorar el control de acceso y uso de la iluminación en instalaciones físicas de la Universidad Tecnológica Metropolitana (UTM), durante los periodos escolares.

En la Universidad Tecnológica Metropolitana se cuenta con nueve laboratorios de cómputo y uno de electrónica en la División de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Una problemática que se ha presentado es el control de las llaves de acceso y la seguridad de los equipos, instrumentos y herramientas con las que cuentan.

En el control de las llaves, el procedimiento que actualmente se maneja es a través del departamento de soporte técnico, el cual se encarga de proporcionar al profesor la llave correspondiente al laboratorio que va a utilizar, registrando en una bitácora el número de laboratorio, nombre del profesor y horario de uso. En caso de que la llave todavía no se encuentre debido a que el profesor anterior no la ha devuelto, este tiene que esperar que se devuelva para poder solicitarla.

También se han dado casos en que el profesor olvida devolver la llave, causando que los otros profesores no puedan acceder al laboratorio, adicionalmente se tiene una pérdida de tiempo y recorridos desde el laboratorio al departamento de soporte técnico para solicitar o devolver la llave. Cabe mencionar que estos laboratorios contienen mobiliario, equipo de cómputo especializado y/o herramientas que se usan día a día y que tienen un alto valor relativo para las actividades académicas propias de la Institución y por ende de la sociedad. Por otro lado, disponer de información en tiempo real del uso de los laboratorios, del personal que accede y hace uso de estos para llevar a cabo actividades académico-administrativas de vital importancia del proceso educativo de la UTM.

Propuesta del proyecto

El proyecto se dividió básicamente en tres componentes principales:

- Desarrollo de un prototipo de hardware que sirva de unidad de control.
- Desarrollo del software para la gestión y administración de los servicios ejecutándose en la unidad de control.
- Desarrollo de una aplicación móvil para el control de acceso e iluminación de los laboratorios.

En la solución se utilizaron componentes electrónicos de bajo costo y de código abierto. Estos componentes son: Raspberry Pi (RPi), Python, MySQL, Android.

Raspberry Pi

Es un ordenador de placa reducida (SBC) de bajo costo desarrollado en Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi, con el objetivo de estimular la enseñanza de ciencias de la computación en las escuelas.

El RPi fue la base de la unidad de control, éste componente tendrá los servicios necesarios para el control de la iluminación y del acceso. Se hizo uso de los puertos que trae integrados como el Universal Serial Bus (USB) y el General Purpose Input Output (GPIO).

Python

Es un lenguaje de scripting independiente de plataforma y orientado a objetos, preparado para realizar cualquier tipo de programa, desde aplicaciones Windows a servidores de red o incluso, páginas web.

El lenguaje Python fue con lo que se desarrolló los diversos módulos para controlar al RPi. Estos módulos, se ejecutan a manera de servicios para atender las peticiones que hacen los profesores. Para ello se pretende desarrollar, adicionalmente a los servicios que controlen la parte física de los laboratorios, servicios web (web services) que serán los que respondan a las peticiones de los dispositivos móviles.

MySQL

Es un sistema de administración de bases de datos (Database Management System, DBMS) para bases de datos relacionales. Así, MySQL no es más que una aplicación que permite gestionar archivos llamados de bases de datos.

Para este proyecto se contempló la necesidad de contar con una base de datos en donde se tengan los datos y horarios de clase de los profesores. También en esta base de datos se tendrán a los laboratorios con los dispositivos que pueden ser controlados, como luces y puertas.

Android

Es un sistema operativo que puede ser adoptado por cualquier fabricante de celulares – aunque existe un consorcio de los fabricantes más importantes – y permite realizar tareas que se asemejan a una PC, como navegar la web, leer emails, descargar aplicaciones, etc. Para el proyecto, se desarrolló una aplicación para ser ejecutada en cualquier teléfono celular que ejecute este sistema operativo. Esta aplicación será utilizada para validar al profesor en su horario de clases y presentarle las diferentes opciones de interacción con las luminarias del laboratorio, así como para su acceso al mismo. La aplicación Android interactúa por medio de servicios web tanto con el Raspberry Pi como con un servidor que contiene la base de datos con los horarios de los profesores. Para aquellos profesores que no contaban con un dispositivo Android se desarrolló una alternativa para el acceso a los laboratorios utilizando tecnología RFID. La importancia de este proyecto radica en que se tiene un acceso controlado, disminuye el tiempo de registro para solicitar una llave y la pérdida de tiempo mientras devuelve la misma para que sea entregada a otro profesor, mejora la seguridad ya que solamente tienen acceso personas autorizadas y controla administrativamente a los usuarios ya que al ingresar el profesor con su contraseña única, automáticamente se valida y se registra en una base de datos la hora de entrada y salida del laboratorio.

De tal forma que la hipótesis que se plantea es la necesidad de emplear una aplicación móvil desde un teléfono celular Android para acceder a los laboratorios y controlar la iluminación y que optimizará el control de llaves, y la administración de los usuarios del mismo.

Metodología

Se realizó una revisión, detección, consulta, extracción y recopilación de información para la construcción de un marco teórico que integre aspectos de tecnologías de control de acceso automatizado, dispositivo Raspberry Pi (Conectividad y administración del servidor Raspbian), lenguaje de programación Python, protocolos inalámbricos e interfaces inalámbricas, desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles (Android).

Posteriormente se hizo el diseño e integración, de las tecnologías investigadas, en la solución propuesta. Finalmente se llevo a cabo la implementación, pruebas y puesta en marcha de la solución en un laboratorio de electrónica de la División TIC de la UTM.

La selección de la muestra para la investigación descriptiva fue con base a los criterios de selección establecidos por el cuerpo académico de Redes y Telecomunicaciones. Se utilizó como población a los docentes de la UTM. Tanto para para la investigación de campo y experimental se conto con la participación de profesores pertenecientes a la División TIC y que utilizaran el laboratorio durante el periodo escolar Enero-Abril 2014 y el periodo escolar Enero - Abril 2015 respectivamente.

Se emplearon como técnicas de recolección de datos la observación directa y la encuesta utilizando entrevistas y cuestionarios.

Desarrollo

Para el desarrollo del prototipo de la Unidad de Control Automatizada y Conectividad Móvil se siguieron tres pautas: La ingeniería de concepción, la de desarrollo del Hardware y la de desarrollo del Software.

Ingeniería de concepción

La ingeniería de concepción del prototipo para la implementación de Unidad de Control para la gestión de sistemas de iluminación y el acceso a laboratorios se consideraron los siguientes aspectos:

- Administrar el Sistema Operativo Raspbian.
- Administrar las comunicaciones alámbricas e inalámbricas en el Raspberry Pi.
- Administrar los servicios web a ejecutarse en el Raspberry Pi.
- Conectorizar dispositivos electrónicos que serían manipulados por las aplicaciones de software.
- Conectorizar los componentes electrónicos para el desarrollo de los dispositivos de automatización.

- Desarrollar un sitio de gestión de dispositivos en el Raspberry Pi.

Para la integración de Servicios Web para el Control de Sistemas de Iluminación y de Acceso a Laboratorios a la Unidad de Control se consideraron los siguientes aspectos:

- Utilizar un framework web para Python.
- Interactuar con una unidad de control Raspberry Pi.
- Generar métodos en Python para encendido de luces.
- Generar métodos en Python para apertura de puertas.
- Gestionar la base de datos de profesores, horarios y laboratorios.

Para la aplicación Móvil para el Control de Sistemas de Iluminación y de Acceso a Laboratorios se consideraron los siguientes aspectos:

- Utilizar un framework web para Python.
- Interactuar con una unidad de control Raspberry Pi.
- Generar métodos en Android para encendido de luces.
- Generar métodos en Android para apertura de puertas.
- Diseñar un front-end de fácil uso para el usuario del sistema.

Ingeniería de desarrollo - Hardware

Para la ingeniería En este aspecto se realizaron los diagramas de conexión que fueron la base para la creación de la Unidad de Control con base a los principales componentes electrónicos utilizados en el proyecto, tales como tarjetas de relevadores, fuente de poder, cerraduras magnética y el GPIO del Raspberry. Al trabajar con el RPi se realizó una actualización tanto de los repositorios de los paquetes como del sistema operativo del Raspbian, el sistema operativo del Raspberry Pi, que es una distribución de Linux especial para el dispositivo.

Las actualizaciones se hicieron mediante la consola de terminal del sistema operativo. Posteriormente se configuró como un servidor SSH y VNC para poder administrarlo de manera remota.

Después de configurar el acceso remoto se procedió a habilitar el GPIO. El GPIO contiene un conjunto de pines genéricos, los cuales pueden servir de entrada o salida de información dependiendo de la programación que se le aplique. La ubicación del GPIO en el Raspberry Pi, así como la distribución de sus pines se muestran en la Figura 1.



Figura 1 Puertos GPIO del módulo Raspberry Pi

Para manipular el GPIO fue necesario instalar diferentes librerías desarrolladas para el lenguaje Python. El Raspberry Pi soporta de manera nativa la programación en este lenguaje. Python reconoce el desarrollo de código para uso general y de alto nivel. Algunas de las librerías utilizadas fueron PySerial GPIO Tools, SMBUS, QUICKTOWIRE.

Después de la instalación de las librerías se realizaron pruebas para verificar que existiera la conexión entre el GPIO, la librería y el intérprete Python.

Se desarrolló un código en Python cuya funcionalidad era el encendido y apagado de un led. Una vez validado el funcionamiento del GPIO en un protoboard se hizo pruebas con la conexión de las placas electrónicas de relevadores, las cuales se conectaron al GPIO mediante los pines definidos como I2C. En la Figura 2 se muestran las placas de relevadores.

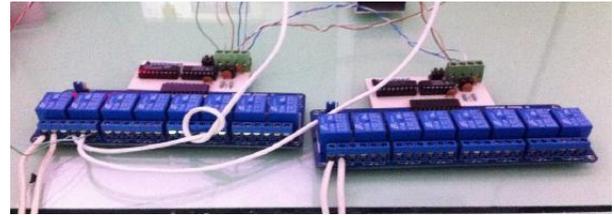


Figura 2 Placas de Relevadores conectados al Raspberry Pi

Teniendo las placas en funcionamiento y las librerías necesarias se procedió a la configuración del Raspberry Pi.

El I2C permitió interconectar hasta ocho placas de relevadores. Cada placa de relevadores consiste en ocho relevadores, por lo que se permite controlar hasta 64 diferentes dispositivos. Después, de validar la comunicación con las placas se interconectaron los diferentes componentes (Raspberry Pi, cerradura, luces) con el fin de comprobar su correcto funcionamiento y comunicación entre ellos. Fue necesario usar una fuente de energía externa la cual convirtió el voltaje de la instalación eléctrica convencional de 110 V a 5 V ya 12 V.

Además del Raspberry Pi, fue necesario llevar a cabo la instalación y configuración de un sistema operativo Ubuntu Server 12.04 en un equipo de cómputo. En este equipo(servidor) se instalaron todos los servicios que se utilizarían para gestionar si un profesor tiene o no acceso a un determinado laboratorio, según la hora y el día de la semana. En el servidor se instalaron las librerías Django y Flask que son frameworks web para el desarrollo en Python. Con estas librerías se implementó los servicios que atienden alguna petición de validación de horarios de los profesores. También en el mismo equipo se instaló un servidor de base de datos MySQL. Con este servidor los web services realizarían consultas a la base de datos de horarios y de laboratorios.

Considerando a aquellos profesores que no contarían con dispositivos Android y que por lo tanto no podrían utilizar la aplicación móvil, se desarrolló otro componente del proyecto. Se integró en la unidad de control un lector de tarjetas RFID, este lector se muestra en la figura 3.

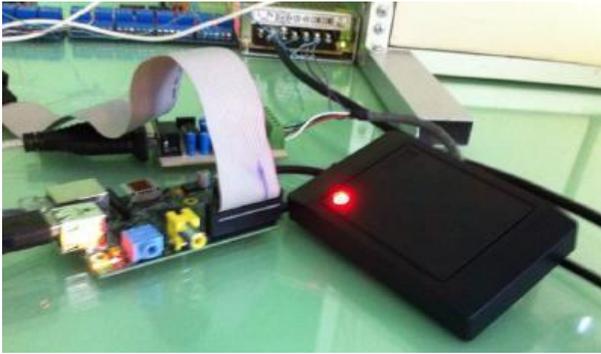


Figura 3 Lector de tarjetas RFID

La figura 4 muestra un diagrama de conexión del GPIO del Raspberry Pi entre las placas de Relevadores y la fuente de poder.

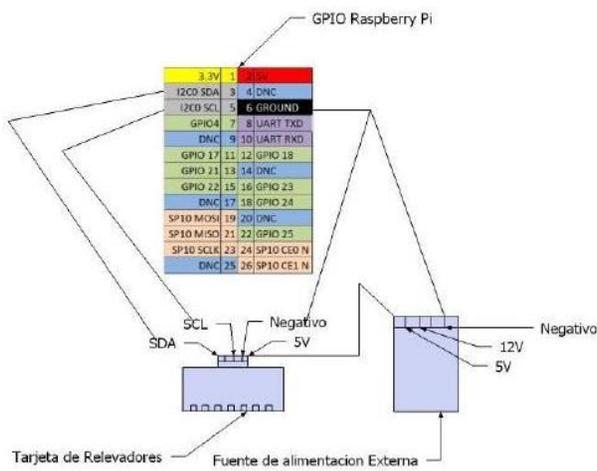


Figura 4 Diagrama de conexión

Ingeniería de desarrollo - Software.

Para el desarrollo de la aplicación se diseñaron diagramas Entidad-Relación y un diagrama de caso de uso. El diagrama Entidad-Relación permitió representar las entidades relevantes del sistema de información así como sus interrelaciones y propiedades.

Lo primero que se realizó en el Raspberry Pi fue la instalación de MySQL tanto en RPi como en el Servidor Ubuntu. Para poder conectar MySQL con Python se utilizó el conector de instalación *pipinstallmysql-python*.

Con las herramientas de MySQL instaladas se procedió a crear la Base de Datos (BD) del Raspberry Pi y el Servidor. Posteriormente se procedió a realizar la instalación del Microframework web Flask. Este Microframework sirvió para la creación de los Web Services necesarios para controlar el encendido y apagado de las luces, así como el acceso a los edificios.

Para el caso del servidor Ubuntu se instaló un Framework web, en este caso se utilizó Django debido a que en el servidor se gestionan a los usuarios y Django tiene por defecto un módulo de usuarios y esto facilitó el desarrollo del sistema. Con las herramientas ya instaladas se procedió a crear la base de datos para el Servidor Ubuntu, la figura 5 muestra el diagrama de clases aplicable al Servidor Ubuntu.

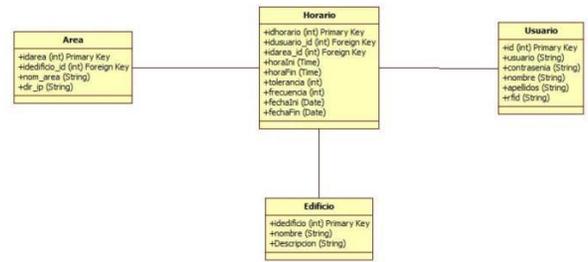


Figura 5 Diagrama de clases - Servidor Ubuntu

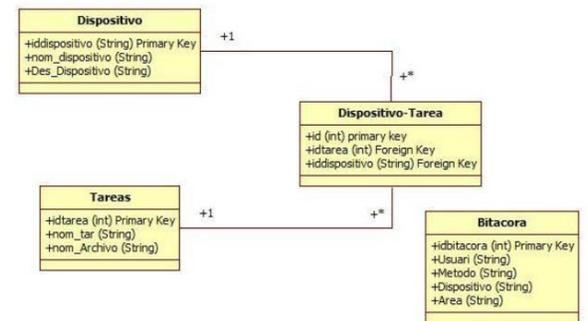


Figura 6 Diagrama de clases –Raspberry Pi

Se plantearon los Servicios Web necesarios a consumirse en el dispositivo Android, en este caso se desarrollaron dos Servicios Web, la del Servidor donde se almacena la información de los Usuarios, Edificios, Áreas y Horarios, de igual manera el Servicio Web del Raspberry Pi donde se mantiene la información de los Dispositivos, Tareas, Bitácora y Dispositivo- Tarea.

Un servicio web (en inglés, Web Service o Web Services) es una tecnología que utiliza un conjunto de protocolos y estándares que sirven para intercambiar datos entre aplicaciones. Distintas aplicaciones de software desarrolladas en lenguajes de programación diferentes, y ejecutadas sobre cualquier plataforma, pueden utilizar los servicios web para intercambiar datos en redes de computadoras como Internet. La interoperabilidad se consigue mediante la adopción de estándares abiertos.

El Servicio Web del Servidor tiene la función de Autenticar a los usuarios (Login), para que únicamente ellos tengan acceso a la información de los servicios, lo que se realizó fue obtener la petición del usuario Android procesando la información a la base de datos y devolverle el resultado en un formato simple conocido como JSON, al dispositivo que haya efectuado la petición, estas peticiones pueden ser de acceso a las áreas o el control de iluminación de las mismas.

El Servicio Web del Raspberry Pi tiene la función de recibir peticiones del usuario Android para el control de luces y acceso a las instalaciones y ejecutarlas, para dichas tareas se tuvieron que utilizar librerías como son GPIO, sub proceso, serial, urllib2,SMBUS.

Los Servicios Web de Raspberry Pi consisten en que el usuario envíe señal de encendido o apagado de luces así como la apertura de puerta, este reciba la petición y envíe al Raspberry Pi los datos necesarios para la ejecución de la tarea.

Para el desarrollo de aplicación Android se tuvieron que realizar varias actividades. Se construyó un nuevo proyecto utilizando el IDE Eclipse Juno en conjunto con el Android SDK en el que se fueron añadiendo todo los componentes necesarios, así como las Clases y las configuraciones. Se utilizaron archivos XML para el desarrollo de las ventanas, este es un lenguaje de marcas desarrollado por el World Wide Web Consortium (W3C). Estos archivos se definieron con un formato común, esto implica que cada uno de ellos define la interfaz gráfica de usuario de la misma manera y con el mismo estilo.

La aplicación Android tuvo cambios y por lo tanto diferentes versiones. Para abarcar el mayor número de compatibilidad de dispositivos se decidió desarrollar la aplicación Android en la versión 2.3.3. La figura 7 muestra el esquema de navegación de la aplicación móvil utilizada para el prototipo.



Figura 7 Esquema de navegación de la aplicación

Resultados

Se obtuvo un prototipo funcional que cumplió con los requerimientos propuestos para el proyecto Acceso Automático a Laboratorios en donde el profesor se registra automáticamente para acceder al laboratorio a través de una aplicación móvil en su teléfono celular a través de la aplicación móvil que se muestra en la figura 8.



Figura 8 Unidad de Control de Acceso Automático

Agradecimiento

El proyecto “Unidad de Control Automatizado y Conectividad Móvil” se desarrolló gracias al apoyo recibido por la convocatoria 2013 de Fortalecimiento de Cuerpos Académicos por parte del Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP) y que actualmente es conocido como PRODEP (Programa para el Desarrollo Profesional Docente). Asimismo se contó con el apoyo de profesores y alumnos de la Universidad Tecnológica Metropolitana de la división de Tecnologías de la Información y la Comunicación.

Conclusiones

La diferencia obtenida entre los tiempos que se utilizan para solicitar y registrar el acceso a un laboratorio de manera manual y el acceso a través de una aplicación móvil es amplia ya que en promedio un profesor utiliza un tiempo de quince minutos para solicitar la llave de un laboratorio y registrar manualmente en una bitácora, comparado con el tiempo que utiliza para acceder a la aplicación desde su móvil, que en promedio es de dos minutos.

El proyecto basado en la implementación de la domótica como herramienta para la administración de un edificio, tuvo como resultado un prototipo satisfactorio del que se derivan varios resultados favorables. El prototipo de unidad de control desarrollado en este proyecto logró cumplir con las expectativas que se tenía en cuanto a la integración de componentes de hardware de bajo costo y software de código abierto.

La aplicación móvil tiene oportunidad de mejoras con respecto a incluir más opciones, un mejor modo de visualización de listas y preferencias de configuración.

Este proyecto refleja que los cuerpos Académicos pueden utilizar las tecnologías de la Información y Comunicación para resolver problemáticas de operación, control y registro de los usuarios que acceden a los laboratorios de cómputo de una manera eficiente y segura.

Actualmente el prototipo ha incorporado un plan de pruebas de aceptación y verificación para asegurar su funcionamiento y con ello aplicar la solución de la Unidad de Control Automatizada como un mecanismo de mejora para la seguridad y control de acceso en cinco laboratorios de la Universidad Tecnológica Metropolitana.

Referencias

Raspberry pi educational manual (2012), consultado el 14 de diciembre de 2014 en http://212.187.212.73/bt/69fc7f0b8f84a26f289564e56f6c82d9a0d1a5db/data/Raspberry_Pi_Education_Manual.pdf

Mcmanus, Sean. Cook Mike. (2013) Raspberry Pi for Dummies (1a ed.). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Allen, Downey; Jeffrey, Elkner; Chris, Meyers. (2002) Aprenda a pensar como un programador con Python (1ª ed.). Massachusetts: Green Tea Press

Bahit, Eugenia Curso: Python para principiantes, consultado el 15 de enero de 2015 en <http://cursosdeprogramacionadistancia.com/static/pdf/material-sin-personalizar-python.pdf>

González, Raúl. Python para todos, consultado el 20 de enero de 2015 en <https://launchpadlibrarian.net/18980633/Python%20para%20todos.pdf>

Miguel M. V. (2011). Instalaciones Domóticas.