

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2021

INFORME DEL PROYECTO REF. SV-21-GIJON-1-01

1. Datos del proyecto

Título: Control de un hogar domotizado a través de Asterisk

Fechas inicial y final del proyecto: Del 11/01/2021 al 31/12/2021

Investigador/a Principal: Pelayo Nuño Huergo

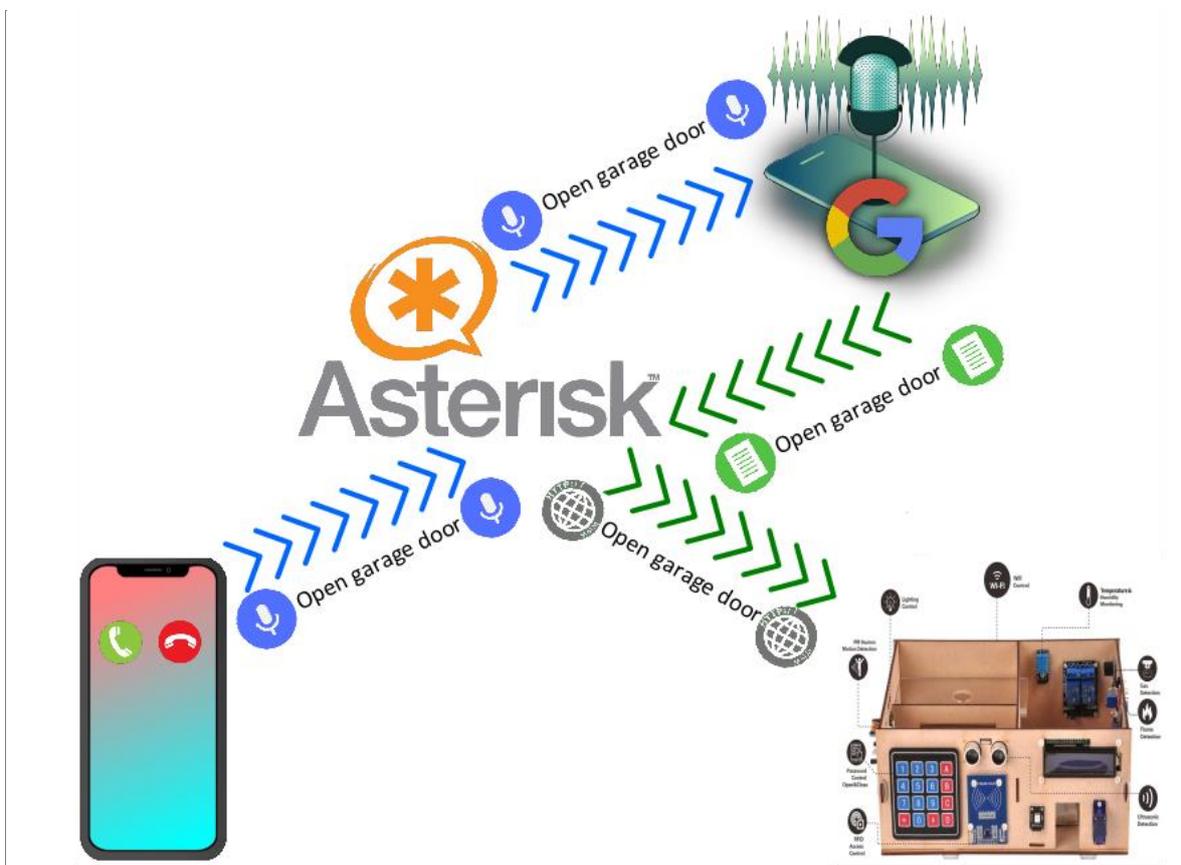
Otros investigadores: Francisco González Bulnes, Francisco Javier De La Calle Herrero, Laura Pozueco Álvarez, Javier Rodríguez Fernández y Marina Valdés García

Personal contratado: Dailenis Castro González

Fechas inicial y final de contratación: Del 11/10/2021 al 31/12/2021

Empresas o instituciones colaboradoras: ADN Mobile Solutions y AliSEC S. L.

2. Resumen Gráfico



3. Memoria descriptiva del proyecto

3.1 Resumen ejecutivo

El proyecto explota nuevas alternativas de altavoces inteligentes para controlar un hogar domotizado. En el mercado actual existen alternativas comerciales para dicha función. El objetivo principal de este proyecto era desarrollar una solución económica, sencilla de implementar y utilizar, y que estuviese basada en software libre. Para ello se ha elegido como alternativa el software de Asterisk. Asterisk es una centralita telefónica VoIP open source que puede ser utilizada para desarrollar sistemas que van más allá de lo que se esperaría de una centralita telefónica. En el ámbito de este proyecto, es el elemento que recibe las órdenes del usuario desde un teléfono móvil (software o hardware) y, posteriormente, ejecuta en base a las mismas acciones concretas sobre el hogar domotizado. De igual manera, recibe información desde varios elementos del hogar, y se la notifica al usuario para que actúe en consecuencia o con un propósito puramente informativo.

En base a lo anterior, Asterisk ejerce de pasarela entre el usuario y el hogar domotizado, recibiendo órdenes de viva voz y traduciéndolas a acciones a realizar sobre dicho hogar. Para simular el hogar domotizado, se ha usado una maqueta comercial basada en Arduino [1]. Por otro lado, para realizar la traslación entre órdenes y acciones, Asterisk se comunica con la API Speech to Text de Google [2], la cual convierte la voz a texto. Esta API no es gratuita a partir de los 60 minutos de uso mensual, tiempo que se considera suficiente para tener un entorno funcional. No obstante, su precio no es excesivo ya que a partir de esos 60 segundos se facturan 0.006 dólares americanos por cada 15 segundos de interacción.

La solución planteada está pensada para que un usuario pueda manejar el ámbito doméstico de manera sencilla. Especialmente, personas mayores o con nulos conocimientos informáticos. En ese sentido, el proceso de solicitud de acciones desde la centralita está guiado mediante un menú de respuesta interactivo que facilita el uso de la solución. Los objetivos concretos del proyecto, detallados posteriormente, se resumen en crear un sistema que ofrezca un conjunto de acciones que sea posible ejecutar sobre distintos elementos del hogar domotizado. Así mismo, dichas acciones deben poder ser realizadas inmediatamente, o bien planificarse su ejecución de manera futura. Dichos aspectos han sido cumplidos satisfactoriamente. Otro objetivo era que el usuario también pudiese recibir información desde el hogar domotizado a través de la centralita Asterisk, aspecto que se ha conseguido haciendo uso de Telegram para el envío de mensajes entre centralita y usuario como respuesta a eventos acontecidos en el hogar. Por el contrario, algunos objetivos de implantación como trasladar la solución a un entorno real no han sido alcanzados.

La metodología seguida consistió, en primer lugar, en realizar un estudio sobre la aplicación de Asterisk en casos de uso similares al propuesto en este proyecto. Se analizaron diversos trabajos de fin de grado y máster [3-6], así como artículos científicos [7-12], que tenían aspectos que se podían mejorar. Algunos planteaban problemas para traducir las órdenes captadas desde el usuario. En otros casos, era necesaria la presencia física del usuario en el propio entorno doméstico. A partir de ahí se decidió buscar una alternativa más eficiente para la traducción de órdenes, sin obstaculizar que el usuario pueda utilizar el sistema desde cualquier localización. Se decide hacer uso de la citada API de Google, y que todas las comunicaciones entre centralita y hogar domotizado se realicen mediante el protocolo HTTP. El siguiente paso fue el desarrollo, verificación y prueba del sistema. Los resultados de las experiencias de uso por parte de los usuarios que han utilizado la solución resultaron satisfactorios. No obstante, actualmente se están diseñando otro tipo de pruebas técnicas a bajo nivel como son determinar la carga computacional, tiempos de respuesta, etc.

3.2 Objetivos iniciales del proyecto y grado de consecución

• Desarrollar un sistema que permita al usuario controlar el conjunto de dispositivos IoT emulados en una maqueta de Smart Home. Dicho sistema utilizará la centralita Asterisk como pasarela, traduciendo las órdenes dictadas a viva voz por el usuario en acciones sobre los dispositivos IoT. Objetivo conseguido.

• Diseñar y programar en la centralita un catálogo de funcionalidades que mapee el conjunto de acciones que es posible ejecutar sobre cada uno de los elementos IoT disponibles en la maqueta de Smart Home. Objetivo conseguido.

• Ejecutar las acciones sobre los dispositivos IoT a través de la pasarela de comunicación. Estas acciones se podrán ejecutar de manera inmediata (por ejemplo, encender/apagar un calefactor), planificando su ejecución en un instante futuro (por ejemplo, encender/apagar un calefactor en una fecha u hora determinadas), o bien en respuesta a eventos que sucedan en el entorno domotizado (por ejemplo, encender un calefactor cuando la temperatura en el hogar baje de un cierto valor umbral). Objetivo conseguido.

• Capturar a través de la plataforma toda la información que generen los dispositivos IoT. En función de los eventos capturados, la centralita podrá reaccionar en base a los mismos ejecutando acciones de respuesta ya programadas. Objetivo conseguido parcialmente. Se ha realizado para procesar la información enviada por la alarma, y por el sensor de temperatura.

• Evaluar el comportamiento del entorno domotizado en su conjunto, valorando la efectividad y la usabilidad de Asterisk como pasarela de comunicación entre usuarios y dispositivos IoT. Objetivo conseguido parcialmente puesto que en estos momentos se están diseñando las pruebas de carga, si bien sí se ha determinado que es funcional y usable.

• Finalmente, si bien es más una línea futura que un objetivo realista a corto plazo, sería deseable experimentar y aplicar la tecnología desarrollada en un entorno doméstico real, y no sobre unas maquetas de Smart Homes. Objetivo no alcanzado.

3.3 Tareas realizadas

- Estado del arte sobre el uso de Asterisk para controlar entornos domotizados.
- Desarrollo e integración de una plataforma de comunicación entre teléfonos VoIP (hardware o software), centralita Asterisk, API Text to Speech de Google, hogar domotizado (Arduino) y los sensores y actuadores que lo componen.
- Captación, traducción y ejecución de las siguientes órdenes sobre el hogar domotizado:
 - Encender y apagar las luces de la casa.
 - Encender y apagar los adornos navideños.
 - Encender y apagar el aspersor del jardín
 - Abrir y cerrar la puerta del garaje.
 - Señales luminosas y sonoras que adviertan del proceso de apertura y clausura de la puerta del garaje.
 - Encender y apagar la calefacción, permitiendo especificar diferentes valores térmicos.
 - Encender y apagar el aire acondicionado, permitiendo especificar diferentes valores térmicos.

- Envío de mensajes de texto a la pizarra electrónica del hogar domotizado.

- Para todas las acciones anteriores también se ha implementado su planificación, de tal forma que el usuario puede especificar una fecha y hora futuras en las que desee que se ejecuten.
- Gestión de varios eventos en el hogar domotizado, y su correspondiente notificación al usuario mediante el envío de mensajes a través de Telegram. Concretamente, los eventos generados por el sensor de movimiento (alarma) y por los sensores de temperatura.
- Implementación de acciones automáticas de respuesta ante ciertos eventos. La centralita enciende la calefacción cuando detecta que la temperatura ha caído por debajo de un determinado umbral de frío. De igual forma, enciende el aire acondicionado cuando ha superado un determinado umbral de calor. Todo ello de manera transparente para el usuario.

3.4 Resultados obtenidos

1. Se ha conseguido introducir al personal contratado en la realización del estado del arte y revisión de la literatura, aspecto fundamental a la hora de iniciarse en la investigación.
2. Se ha conseguido implementar una plataforma de comunicación entre usuario y hogar domotizado basada en Asterisk, de tal manera que recibe órdenes de viva voz y la convierte en acciones sobre los actuadores del hogar domotizado. Esta plataforma usa protocolos estándar y convencionales como SIP, RTP y HTTP.
3. Se ha conseguido gestionar desde la centralita diversos eventos generados por sensores desplegados en el hogar domotizado. Ante el suceso de algunos de ellos, la respuesta es notificar dicho suceso al usuario mediante mensajería instantánea. En otros casos, la centralita envía órdenes de manera autónoma a actuadores del hogar domotizado como respuesta a dichos eventos. Esto se consigue nuevamente en base a protocolos estándar (SIP, HTTP) y la integración de aplicaciones de mensajería como Telegram.
4. Se ha desarrollado una interfaz sonora en la centralita de tal manera que todo el proceso de interacción con el sistema está guiado para que el usuario pueda utilizarlo de manera sencilla.
5. Se han realizado pruebas iniciales de verificación del sistema. Los resultados preliminares indican que el sistema desarrollado es funcional, transparente para el usuario, y sencillo de utilizar.

3.5 Trabajos o necesidades futuras

Como se ha expuesto en el resumen ejecutivo, es necesario realizar pruebas a bajo nivel del comportamiento de la plataforma para determinar su viabilidad a nivel técnico. En ese sentido, es necesario llevar a cabo una experimentación que analice la carga computacional soportada por el computador en el que corre la centralita Asterisk, analizar los tiempos de respuesta desde que el usuario indica una orden hasta que esta se realiza sobre el hogar domotizado, así como medir la latencia entre el suceso de un evento en el hogar domotizado y la pertinente notificación al usuario. De igual manera, sería interesante realizar pruebas para analizar la usabilidad del sistema.

Además, el sistema ha sido utilizado por los miembros del grupo investigador y personas allegadas. No obstante, para verificar que es una alternativa viable debería realizarse unas pruebas más intensivas que involucren a personas de diferentes edades, que hagan uso de diferentes lenguas, y con habilidades digitales diferentes. Las dos primeras permitirían determinar si la interpretación de las órdenes es correcta con independencia de ambos factores, lo que daría mucho peso a esta alternativa

para poder implantarse en ámbitos reales. La segunda permitiría verificar que es una solución efectiva para las personas sin habilidades informáticas, o bien con poca experiencia en nuevas tecnologías.

Por otra parte, la API Speech to Text de Google que ha sido utilizada en el proyecto no es gratuita a partir de los 60 minutos de diálogo en un mes. Se hace necesario buscar una alternativa libre, gratuita y fácilmente integrable en el sistema, que no penalice la capacidad de traducción de órdenes, que con la API de Google se ha constatado que es extremadamente precisa.

Finalmente, en la actualidad el sistema funciona en base a una serie de órdenes prefijadas que la centralita es capaz de comprender. Se hace necesario investigar en el uso de motores semánticos que permitan al usuario una total libertad a la hora de dialogar con la centralita durante la solicitud de órdenes. |

3.6 Divulgación de los resultados

|Aún no se ha determinado la revista objetivo a la que enviar los resultados de este proyecto. Las dos opciones barajadas en estos momentos son las revistas IEEE Latin America Transactions y Dyna, ambas indexadas en el índice JCR. |

4. Memoria económica

4.1 Gastos:

CONCEPTO	GASTOS
Personal	3.785€
Fungibles	-
Amortización	-
TOTAL GASTOS	3.785 €

4.2 Ingresos:

Entidad/Empresa financiadora Ref. Proyecto/Contrato	Personal	TOTAL INGRESOS
-	--	-
-	-	-

5. Bibliografía

1. |API Text to Speech de Google: <https://cloud.google.com/text-to-speech>. Accedido por última vez el 23 de diciembre de 2021.
2. Maqueta de hogar domotizado: <https://osoyoo.com/2019/10/18/osoyoo-smart-home-iot-learning-kit-with-mega2560-introduction>. Accedido por última vez el 23 de diciembre de 2021.
3. Rueda Mosquera, D. A., & Vargas Rueda, S. P. (2015). *Diseño e implementación de un sistema domótico para la seguridad del hogar controlado vía central Asterisk e Interfaz de Hardware Arduino*. (Bachelor's thesis, Universidad Distrital Francisco José de Caldas).

4. Barahona Padilla, E. R., & Huilcapi Ruiz, D. G. (2015). *Diseño e Implementación de un Sistema de Control Domótico Supervisado por un Teléfono Móvil Mediante la Utilización de Asterisk* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
5. Veintimilla Ocaña, Á. F., & Yunga Sánchez, C. A. (2018). *Diseño e implementación de un prototipo de control domótico de bajo costo activado por voz para personas con discapacidad motriz* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
6. Tomala Cuenca, D. G. (2018). *Sistema domótico controlado por voz para personas con discapacidad en extremidades superiores, utilizando tarjeta raspberry Pi* (Bachelor's thesis, Universidad Politécnica Salesiana (UPS)).
7. Potamitis, I., Georgila, K., Fakotakis, N., & Kokkinakis, G. *An integrated system for smart-home control of appliances based on remote speech interaction*. En *8th European Conference on Speech Communication and Technology*, 2013.
8. Deka, V., Sarma, D. S. K., Sarma, S., & Sandilya, R. *Building IVR Framework through Asterisk for Controlling Home Appliances*. *International Journal of Computer Engineering & Technology (IJCET)*, 9(1), 120-128, 2010.
9. Dias, M. C., Lucena, D. C., & Santos, E. P. *O uso do Asterisk para o controle remoto de sistemas de automação*. En *Anais do XX Congresso Brasileiro de Automática*, Septiembre, 2014.
10. Melo, D. D. F., Lage, E. D. S., Rocha, A. V., & Cardoso, B. D. J. *Improving the consumption and water heating efficiency in smart buildings*. En *13th International Conference and Expo on Emerging Technologies for a Smarter World (CEWIT)*, Noviembre, 2017.
11. Hernandez, L., & Ospina, M. *Scheme and Creation of a Prototype for the Supervision of Lights and Electronic Devices with a PBX, Using a WLAN Solution Based on IoT*. En *IEEE Colombian Conference on Communications and Computing (COLCOM)*, Junio, 2019.
12. Spahic, M., Secerbegovic, A., Mesic, V., Hadzic, H., Hasanbasic, A., & Jahic, O. *Smart home IVR-based system with south Slavic language integration*. En *43rd International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO)* (pp. 442-445), 2020.