

Autoridades S.A.B.I.

Presidente

Dra. Virginia L. Ballarin

Vicepresidente

Dr. Juan Pablo Graffigna Vaggione

Secretario

Mg. Diego A. Beltramone

Tesorero

Mg. Viviana I. Rotger

Vocales

Bioing. Gastón F. Jaren

Mg. Diego Sica

Vocales suplentes

Mg. Bioing Ruben C. Acevedo

Ing Oscar Lombardero

Comisión revisora de cuentas

Mg. Luis Rocha

Dr. Gustavo Meschino

Dr. Marcelo Risk (suplente)

Presidente anterior

Dr. Ariel Braidot

Revista Arg. de Bioingeniería

Editor

Ing. Ricardo A. M. Taborda

Webmaster

Ing. Alejandro Uriz

La Revista Argentina de Bioingeniería es una publicación semestral de la Sociedad Argentina de Bioingeniería (S.A.B.I.), no está disponible para su venta al público y solo puede obtenerse mediante membresía a la Sociedad. Para instrucciones de autor y/o para mayor información, rogamos dirigirse a la regional de S.A.B.I. mas cercana cuyas direcciones y demas datos están listados en la contratapa.

Los artículos firmados se publican bajo exclusiva responsabilidad de sus autores. El material publicado se puede reproducir o citar previa autorización por escrito del editor. En todos los casos se deberá indicar su procedencia, los autores, y remitir dos ejemplares de la transcripción al editor.

Revista Argentina de Bioingeniería

Noviembre 2014

Volumen 20

Número 1

Pág.

Contenido

2 **Mensaje del Presidente**

2 **Del Editor**

Trabajos originales

3 **Comparación de algoritmos para compresión de voz aplicados a dispositivos de asistencia auditiva.**

Alejandro J. Uriz, Pablo D. Agüero, Jorge Castiñeira Moreira, Juan C. Tulli, Esteban González y Roberto M. Hidalgo.

10 **Anatomía Humana Normal: pilar fundamental para el diseño protésico terapéutico.**

Vicente A. Montenegro, A.Yasmin Layus y Gustavo A. Juri.

14 **Aplicación sobre dispositivos móviles para el control de un sistema domótico.**

Federico Jimenez , Guillermo Amicolo Alvarez , Pablo D. Agüero, Alejandro J. Uriz, Juan C. Tulli y Esteban González.

Trabajos invitados de CLAIB 2014

19 **Medición de la variabilidad de la impedancia eléctrica corporal en sujetos con padecimientos renales crónicos.** A. Calle-Herranz, R. Carvajal-Alfonso, C.Busoch-Morlán y A. Regueiro-Gómez.

23 **Imágenes de tensores de difusión para caracterizar estadios tempranos de la enfermedad de Parkinson.** Karla Batista, Rafael Rodríguez, Maylén Carballo, Juan M. Morales y Yasser Iturria.

27 **Aplicación del nuevo protocolo del OIEA para control de calidad a servicios de Mamografía.**

Ana Belén-Piñero, Marlen Perez-Diaz, Roxana de la Mora-Machado.

31 **Multimedia implante coclear.**

Mario Arce Hernández, María del Carmen Tellería Prieto, William Barrios Poo, Maricel Morejón Alfonso y Dayana Arce Puentes.

35 **Electrogoniometer design with data visualization thru LabView**

Yolanda Torres-Pérez y Gerardo A. Vargas

39 **Generated graphical interface design of the normality bands of the 2D Equine Kinematics.**

Yolanda Torres-Pérez, Octavio Jiménez y Armando Ortiz²

Difusión

43 **Perspectivas de la Ingeniería Biomédica en Latinoamérica. Datos y Análisis de CLAIB 2014**

Ariel A.A. Braidot² Alejandro J. Hadad

47 **Dirección Técnica de Productos Médicos: el impacto de la Ley de Educación Superior en el ejercicio profesional.**

Gerardo G. Gentiletti, Pedro M. Tomiozzo y Leandro M. Cian

Novedades / Anuncios / Eventos

50 **SABI 2015**

51 **CIBB 2015 – 1er Congreso de Ingeniería Biomédica de Bolivia.**

52 **Regionales SABI.**

Aplicación sobre dispositivos móviles para el control de un sistema domótico

Federico Jiménez¹, Guillermo Amícolo Alvarez¹, Pablo D. Agüero¹, Alejandro J. Uriz²,
Juan C. Tulli¹ y Esteban González¹

¹ Laboratorio de Comunicaciones, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata,
Buenos Aires, Argentina

² CONICET - Laboratorio de Comunicaciones, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata,
Buenos Aires, Argentina

Resumen— Este proyecto se encuentra enmarcado dentro de una línea de investigación orientada a personas con algún tipo de discapacidad motriz. Se busca mediante una aplicación que se ejecute desde un dispositivo móvil con sistema operativo Android (celular, tableta, etc.) una forma de poder automatizar una vivienda, permitiendo al usuario realizar una gran cantidad de tareas domésticas sin la ayuda de terceros, obteniendo así mayor independencia y comodidad. En este proyecto se demostró la capacidad de algunos celulares o tableta, de funcionar como una importante alternativa en el mercado de los productos domóticos. A su vez, la automatización se llevó a cabo de una manera simple y económica. El sistema desarrollado convierte un dispositivo móvil en una unidad central, encargada de accionar los diferentes artefactos del hogar. Esto se hace en forma inalámbrica, mediante el protocolo Bluetooth, a través de una aplicación que se ejecuta desde el dispositivo móvil.

Palabras clave— Domotica, Android, Arduino, Bluetooth.

Abstract This project is framed within a line of research aimed to people with some kind of physical disability. By mean of an application running on a mobile device with Android operating system (phone, tablet, etc.) it was found a way of automating a home, allowing the dweller to perform a lot of household chores without the help of others persons, thus obtaining greater independence and comfort. In this project it was demonstrated the ability of certain mobile phones, tablets, etc. as an important alternative in the market of home automation products. In turn, this automation is carried out in a simple and economical way. The developed system transform a mobile device in a central unit, in charge of operating the different home appliances. This is done wirelessly, using Bluetooth protocol, through an application running on the mobile device.

Keywords— Domotics, Android, Arduino, Bluetooth.

I. INTRODUCCIÓN

Los sistemas domóticos [1] son aquellos que integran y controlan dispositivos o servicios hogareños, tales como comunicaciones, seguridad, iluminación, control de temperatura, etc. Estos sistemas proveen beneficios como confort, seguridad y optimización del consumo de energía. Actualmente, existen varias compañías encargadas de la implementación de sistemas domóticos, proveyendo soluciones comerciales específicas. En general, los principales componentes son controladores e interfaces (para operar el sistema), sensores (para percibir el ambiente) y actuadores (para modificar el ambiente). De acuerdo a los requerimientos particulares, un sistema domótico puede ser implementado de muchas formas. Naturalmente, su costo está determinado por las características y capacidades que provee. En este proyecto,

el énfasis está puesto en el factor económico y así el sistema implementado provee prestaciones específicas: permite un control remoto y económico de diferentes dispositivos comúnmente encontrados en un hogar familiar o comercio pequeño. Concretamente, las premisas fueron:

- El sistema debía permitir un control tanto local como remoto de los dispositivos.
- El sistema debía ser adaptable a distintos tipos de hogares y usuarios.
- El sistema debía utilizar tecnologías fáciles de emplear para el usuario y no requerir de altos costos de desarrollo o instalación.

En este artículo se presenta un sistema domótico seguro y de bajo costo, que se puede controlar mediante una aplicación Android instalada en un dispositivo móvil. Los dispositivos eléctricos se conectan a una placa Arduino que, a su vez, se comunica con el dispositivo móvil mediante un enlace inalámbrico Bluetooth.

Dirección de contacto:

Alejandro José Uriz, Juan B. Justo 4302 (CP 7600), Mar del Plata,
Argentina, +54-0223-4816600, ajuriz@fi.mdp.edu.ar.

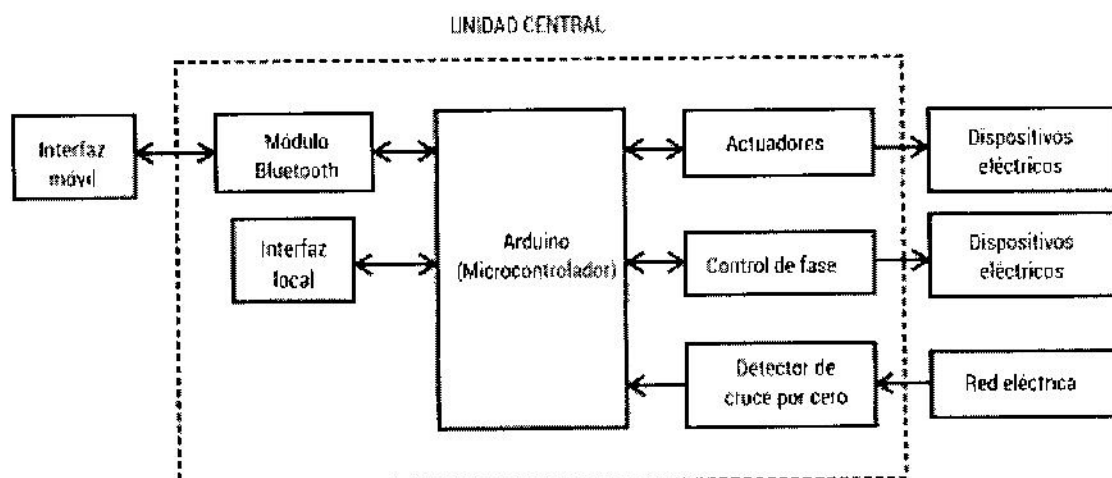


Fig. 1: Diagrama en bloques del sistema domótico.

Basado en la descripción anterior, se propuso el diagrama en bloques general, mostrado en la Figura 1. El funcionamiento de los distintos bloques que componen el sistema se describirá en las siguientes secciones.

II. UNIDAD CENTRAL

La unidad central tiene como función principal controlar los dispositivos eléctricos del ambiente, ya sea a través de la comunicación con la interfaz móvil o mediante la interfaz local ubicada en la misma. En las siguientes subsecciones se describirán los bloques principales que la componen.

A. Control de potencia

El control de potencia se compone de los bloques de control de fase y detector de cruce por cero, que en conjunto se encargan de regular la potencia que se desarrolla sobre un dispositivo eléctrico conectado a la red doméstica. El principio de funcionamiento del control de fase consiste en que un triac [2] conduzca (permita circular corriente) durante una fracción del período de la onda senoidal de la línea. Para llevar a cabo esto, el microcontrolador debe habilitar el triac solo durante un tiempo determinado. Para el correcto desempeño, es necesario un punto de referencia de la onda senoidal, el cual es provisto por un bloque detector de cruce por cero. Esta etapa lleva a cabo el sincronismo entre la unidad de control y los cruces por cero de la señal de 220V. El detector genera pulsos que coinciden con los cruces por cero y provocan una interrupción del programa principal del microcontrolador para que se atienda a una subrutina. Esta subrutina será tratada más adelante, cuando se detalle el programa implementado en el microcontrolador.

B. Módulo Bluetooth

El módulo Bluetooth es el nexo entre la interfaz móvil y el microcontrolador y además resuelve las cuestiones referentes al protocolo de comunicación inalámbrica. Es decir, es el encargado de realizar la conexión con el dispositivo Android y de la transferencia de datos a través del puerto serie del microcontrolador. Para el proyecto se

utilizó un dispositivo de la serie EGBT-046 [3] que consta de módulos genéricos certificados bajo los estándares Bluetooth, pensados como reemplazos inalámbricos de la interfaz UART (usada para realizar comunicaciones de datos en serie). En particular se eligió el módulo EGBT-046S, el cual se encuentra programado de forma permanente como un dispositivo Bluetooth esclavo (encargado de aceptar los pedidos de conexión).

C. Interfaz local y actuadores

La interfaz local permite controlar los dispositivos conectados a la unidad central, sin hacer uso de la interfaz móvil. Esta etapa es de vital importancia, ya que en caso de no poder acceder a la aplicación móvil, el usuario debe tener la posibilidad de seguir interactuando con el ambiente. Este bloque se encuentra compuesto tanto por interruptores que accionarán los actuadores de la unidad central, como por LEDs que proveerán información visual del estado en que se hallan los dispositivos (encendidos, apagados, nivel de potencia).

En cuanto al control de los dispositivos eléctricos del hogar, debido a que funcionan con tensiones mayores de las que normalmente soporta el microcontrolador, se emplearon relés como actuadores. Éstos son dispositivos que funcionan como interruptores, permitiendo la activación o desactivación de un circuito eléctrico. Poseen un reducido tamaño y son aptos para trabajar con el microcontrolador, ya que operan con una tensión de 5V sin necesidad de disponer de fuentes externas para ser activados.

D. Microcontrolador Arduino

El microcontrolador es el componente de la unidad central encargado de gestionar gran parte de las tareas que lleva a cabo la misma, entre las que se encuentran: generar y decodificar los mensajes provenientes del puerto serie; accionar sobre los diferentes dispositivos eléctricos en base a los mensajes enviados desde las interfaces; realizar el control de potencia sobre los artefactos del hogar, en conjunto con el detector de cruce por cero y el control de fase, mediante una rutina de interrupción. Dentro de la gama de placas disponibles por Arduino, tomando en cuenta parámetros como costo, tamaño y prestaciones, se decidió utilizar la Arduino Nano[4].

Dirección de contacto:

Alejandro José Uriz, Juan B. Justo 4302 (C.P. 7600), Mar del Plata, Argentina, t54-0223-4816600, ajuriz@fi.mdp.edu.ar.

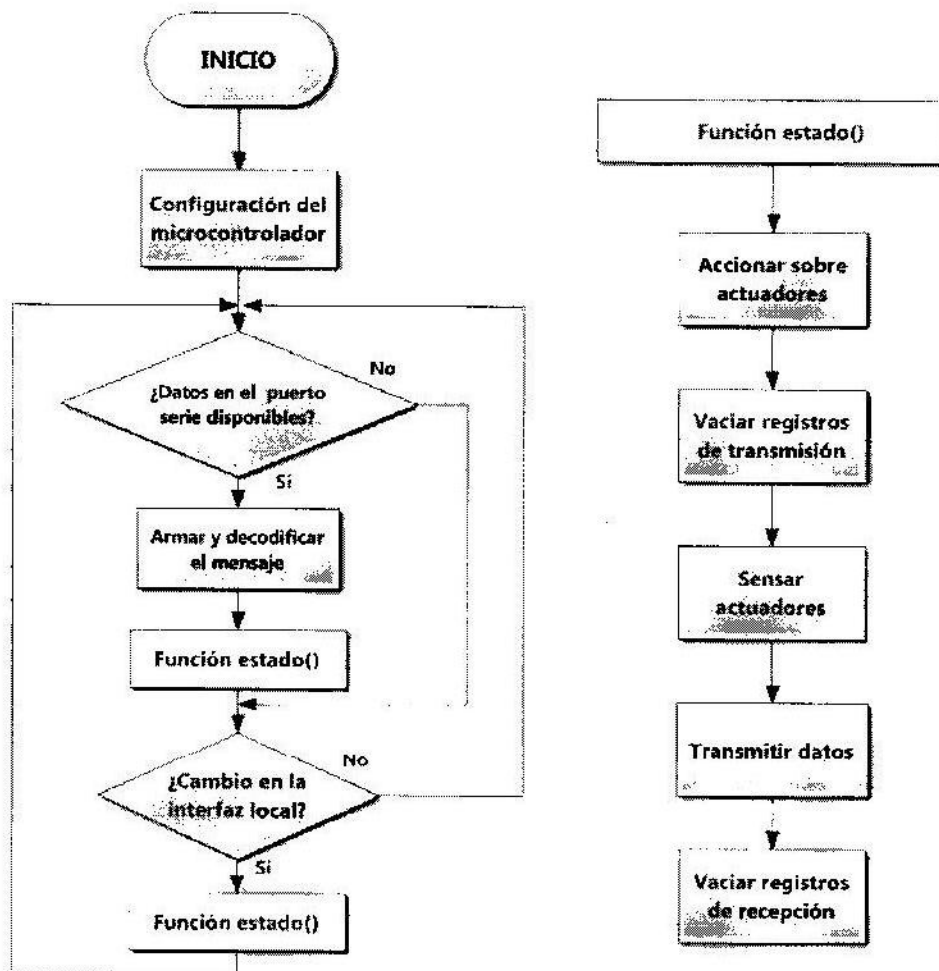


Fig. 2: Diagrama de flujo del sketch Domoid.

• Sketch (rutina) Domoid

Un sketch es un código escrito utilizando el entorno de desarrollo Arduino. En esta sección se explicarán las funcionalidades principales del sketch implementado en la placa Arduino Nano a partir del diagrama de flujo mostrado en la Figura 2. La rutina comienza con la configuración de parámetros de la placa: se definen los pines entrada/salida, se inicializa el puerto serie, se fija la velocidad de transmisión de datos, así como también se declaran las constantes y variables a utilizar. Cabe aclarar que los pines digitales de Arduino están configurados como entrada por defecto, encontrándose en un estado de alta impedancia. En cambio, los pines configurados como salidas están en un estado de baja impedancia, por lo que recomendable conectar sobre éstos resistencias externas de *pull-up*, para evitar dañar el chip ATmega [5] en caso de cortocircuito.

Una vez concluida la configuración, la rutina realiza una consulta de la disponibilidad de datos en el puerto serie; en caso afirmativo se arma el mensaje entrante para luego poder decodificarlo y así finalmente saber qué tipo de acción realizar. Las acciones posibles que debe llevar a cabo incluyen: accionar sobre los actuadores, transmitir el estado de los mismos, cambiar el ángulo de disparo del control de fase, etc.

Consultado el puerto serie y realizadas (o no) las

acciones correspondientes, el microcontrolador debe consultar si hubo cambios en la interfaz local. En caso de que los hubiera se debe encargarse de realizar las tareas pertinentes sobre los mismos. Para informar a la interfaz móvil sobre los cambios realizados en la unidad central, el microcontrolador debe llamar a la función *estado()* (que se muestra en la Figura 3).

Esta función lleva a cabo las siguientes tareas: vaciar el registro de transmisión para que no se encuentren datos inválidos en la trama de envío; sensar el estado de los actuadores (encendidos, apagados y nivel de potencia) para conformar una trama de datos y transmitirla; vaciar el registro de recepción para que el nuevo dato enviado desde la aplicación móvil no se contamine con información errónea.

E. Subrutina de interrupción

Como se mencionó previamente, para realizar el control de potencia, es necesario sincronizar la salida del detector de cruce por cero con la señal de línea. Para realizar esto, se utilizó una interrupción de forma de asegurar la atención de los pulsos enviados por el detector, evitando que el microcontrolador constantemente tenga que encuestar la línea de entrada donde ocurren los pulsos. La sincronización se implementó mediante una subrutina de

interrupción encargada de indicar a la placa Arduino el momento preciso en que la señal senoidal de la red eléctrica cruza por cero. De esta forma, se consigue retrasar el envío de la señal de disparo al triac durante el tiempo necesario, y así lograr el control de potencia deseado.

III. INTERFAZ MÓVIL

La interfaz móvil representa el nexo principal entre el usuario y la unidad central. La misma consiste en una aplicación Android para dispositivos móviles que, a través del protocolo Bluetooth, permite al usuario comandar en forma inalámbrica los distintos artefactos eléctricos del ambiente. Más específicamente se desarrolló la aplicación Domoid que permite buscar y listar dispositivos Bluetooth en un rango determinado, administrar la transmisión de datos y mantener informado al usuario sobre el estado en que se encuentran los elementos eléctricos.

A. Aplicación móvil

En esta subsección se explica el desarrollo de la aplicación Domoid, cuyo objetivo es mostrar los dispositivos de control presentes, conectarse con los mismos y comandar en forma inalámbrica los distintos terminales asociados.

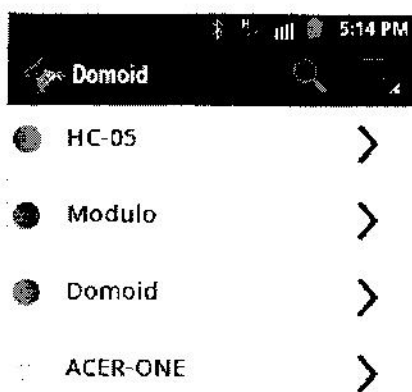


Fig. 3: Actividad de conexión de la aplicación.

La aplicación inicia con una actividad principal encargada de verificar el estado del Bluetooth, listar los dispositivos para realizar conexiones y efectuar una prueba de alcance de los mismos. Además, gestiona la interfaz gráfica con la cual el usuario puede: conectarse a una unidad de control que elija, realizar una nueva búsqueda de dispositivos o ingresar al menú de opciones. En la Figura 3 se muestran imágenes de esta actividad.

Luego de mostrar la lista de los dispositivos, la aplicación queda a la espera de cualquier interacción por parte del usuario. Una vez pulsado algún dispositivo de la lista, se toma la dirección MAC y el nombre del mismo y se accede a la actividad de conexión. Ésta última posee ciertas tareas

dentro de las cuales se encuentran: realizar una conexión Bluetooth con la unidad de control, verificar el estado de la misma y ofrecer una nueva interfaz gráfica al usuario. En la Figura 4, se muestra la interfaz que le permite al usuario realizar distintas funciones: accionar sobre los terminales hallados en el sistema, hacer uso de la API [6] del reconocimiento de voz y variar el nivel de potencia que se desarrolla sobre un Terminal.

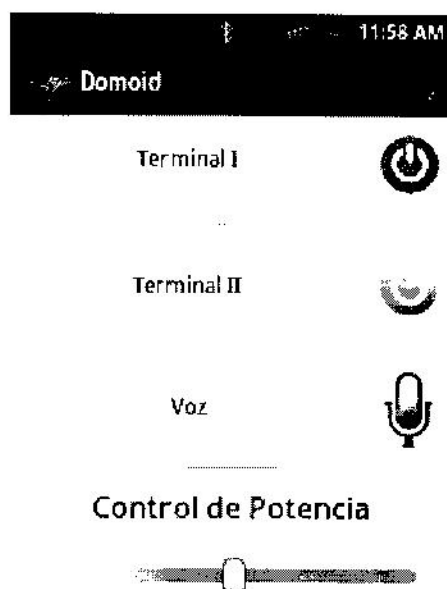


Fig. 4: Actividad principal de la aplicación.

Interfaz Bluetooth

Antes de que cualquier aplicación pueda utilizar la infraestructura Bluetooth deben realizarse dos cosas: asegurarse de que el dispositivo tiene soporte para Bluetooth y si así es, comprobar que está activado o activarlo si fuese necesario.

La plataforma Android incluye una interfaz para redes Bluetooth (API Bluetooth) [7], permitiendo conexiones inalámbricas e intercambio de información entre dispositivos Bluetooth. Usando esta interfaz, una aplicación puede realizar las siguientes operaciones:

- **Buscar y listar dispositivos Bluetooth:** se pueden buscar dispositivos Bluetooth remotos de dos formas distintas. Una de las formas es realizando un descubrimiento de los dispositivos que se encuentran en el radio de alcance, o bien obteniendo la lista de los dispositivos vinculados. Una vez identificado el dispositivo al cual se desea conectar, se puede intentar la conexión.

- **Conexión de dispositivos:** para que pueda llevarse a cabo una conexión Bluetooth es necesario disponer tanto de un cliente, encargado de iniciar la misma, como de un servidor, encargado de atenderla. En general, los dispositivos Bluetooth implementan un cliente y un servidor en un mismo nodo, de modo que se pueda recibir y/o iniciar una conexión si se lo desea. La aplicación Domoid, solo realiza acciones como cliente, ya que la unidad central es la que actúa como servidor. En el momento en que se establece la conexión entre ambos, los dispositivos pueden pedir un flujo de datos tanto de entrada como de salida, de modo que se pueda intercambiar información.

- **Administración de la conexión:** una vez que se estableció una conexión exitosa, es necesario verificar constantemente el estado de la misma, para detectar cualquier error que se pueda presentar (dispositivo fuera de rango, deshabilitación del módulo Bluetooth, etc.). Esta tarea es llevada a cabo sin interrumpir la interacción del usuario con la interfaz gráfica de la actividad. En caso de que ocurra un fallo en la conexión, se finaliza la misma y se retorna a la actividad principal. Por otra parte, para garantizar la correcta transmisión y recepción de mensajes se implementaron estrategias de delimitación de trama (bits de inicio-fin) y control de flujo (retransmisión en caso de error).

• Reconocimiento de voz

Esta acción permite, al usuario de la aplicación Domoid, comandar los distintos artefactos eléctricos del hogar mediante el uso de su voz. Luego de presionar el botón voz, se presenta un cuadro de diálogo como el mostrado en la Figura 5 que indica al usuario que se encuentra en condiciones hablar. El sistema realiza una grabación de la frase dicha, y luego la analiza usando la enorme base de datos de Google para finalmente encontrar el resultado correspondiente. En consecuencia, para hacer uso de esta API, es necesario que el dispositivo cuente con una conexión a internet, ya que el motor para el reconocimiento no se encuentra pre-instalado en el mismo.



Fig. 5: Interfaz para el reconocimiento de voz.

IV. CONCLUSIONES

En este trabajo se estudiaron las principales características de los dispositivos móviles y su aplicación en sistemas domóticos. Se compararon las distintas opciones y protocolos existentes en el mercado, y se logró diseñar un sistema capaz de automatizar un ambiente de forma simple y económica. Se diseñó un sistema compuesto por una unidad central, encargada de accionar sobre los diferentes artefactos del hogar. La misma se puede comandar de forma inalámbrica, a través de una aplicación que se

ejecuta sobre un dispositivo móvil. Este sistema puede ser utilizado en cualquier vivienda. Su instalación es muy sencilla, y puede ser realizada por personas sin conocimientos de electricidad ni de electrónica. Con este desarrollo una persona con movilidad reducida es capaz de mejorar su calidad de vida, ya que le permitirá realizar diversas tareas domésticas sin la colaboración de un tercero. A continuación se muestra una lista de posibles mejoras y ampliaciones:

- Se podría agregar un sistema de autenticación a la aplicación para que ninguna persona no autorizada pueda comandar la red domótica. Esto mejoraría considerablemente la seguridad del sistema.
 - Se podría modificar la aplicación y agregar temporizadores, para que el sistema encienda o apague los actuadores en un determinado horario, que sería programado por el usuario desde la aplicación Domoid.
 - Se pueden rediseñar el prototipo de la unidad central, utilizando circuitos impresos de doble faz, para lograr reducir su tamaño, ruido e interferencias.
 - Se pueden diseñar prototipos que funcionen como tomas de corriente inalámbricas, así se ampliaría la automatización de todo el hogar, y no solo un ambiente, sin necesidad de agregar más unidades centrales.

AGRADECIMIENTOS

Descamos agradecer a la Universidad Nacional de Mar del Plata y al Fondo Fiduciario de Promoción de la Industria del Software (FONSOFT) por el financiamiento fruto del cual se desprende este trabajo. El mismo ha sido obtenido a través de los proyectos "Análisis de señales destinados a mejorar la calidad de vida" (15G/380) y de una beca Jóvenes Profesionales del FONSOFT.

Referencias

- [1] Rubén Saavedra Silveira. Automatización de viviendas y edificios. Ediciones CEAC, 2009.
- [2] First Semiconductor. Triac bt12-600cg datasheet. <http://www.first-semi.com/DownloadFiles/20120101205530796.PDF>, 2013.
- [3] Gizmo Mechatronics Central. Bluetooth modules. Hardware & AT Commands Reference Manual Rev. 1r0, 2013.
- [4] Arduino. Sitio oficial. <https://www.arduino.cc>, Octubre 2013.
- [5] Atmel. Atmega48pa, atmega88pa, atmega168pa, atmega328p. Datasheet, 2009.
- [6] Google Inc. Voice recognition. <https://developer.android.com>, Ultimo acceso, Octubre 2013.
- [7] Google Inc. Bluetooth guide. <http://developer.android.com/guide/topics/connectivity/bluetooth.html>, Octubre 2013.

Dirección de contacto:

Alejandro José Uriz, Juan B. Justo 4302 (CP 7600), Mar del Plata, Argentina. 154-0223-4816600, ajuriz@fi.mdp.edu.ar.