



Fecha de presentación: marzo, 2020 Fecha de aceptación: mayo, 2020 Fecha de publicación: julio, 2020

2

## Cama automática manipulada con un sistema de voz y Arduino para personas con impedimento físico

Automatic bed manipulated with a voice system and Arduino for people with physical impairment

Ing. Eleanor Varela-Tapia <sup>1</sup>

[eleanor.varelat@ug.edu.ec](mailto:eleanor.varelat@ug.edu.ec)

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5357-4046>

Mag. Ingrid García-Torres <sup>2</sup>

[ingrid.garcia@ug.edu.ec](mailto:ingrid.garcia@ug.edu.ec)

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0796-8527>

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Varela-Tapia, E. & García-Torres, I. (2020). Cama automática manipulada con un sistema de voz y Arduino para personas con impedimento físico. Revista Mapa, 2(20), 31- 45. Recuperado de <http://revistamapa.org/index.php/es>

---

<sup>1</sup>Ingeniera en Computación, Magister en Sistemas de Información Gerencial, docente titular, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas - Universidad de Guayaquil.

<sup>2</sup>Ingeniera en Sistemas Informáticos, Magister en Educación Informática, docente, Facultad de Ingeniería Industrial.



## RESUMEN

El proyecto consiste en el estudio de una cama con un sistema electrónico. Este diseño no requiere ningún interfaz físico como teclado o controles para el ingreso de órdenes, estos pueden ser emitidos por comandos de voz. El objetivo es automatizar mediante la tecnología Arduino y comandos de voz, las diferentes posiciones de la cama para comodidad del usuario o paciente con problemas de movilidad. Con los materiales y métodos se definen los componentes que sirven para las actividades de la tecnología de reconocimiento de voz a través del módulo EasyVR y el módulo Arduino que permite controlar los motores que dan el movimiento de la cama, para facilitar a las personas con problemas de movimiento de sus extremidades o paralización extrema. Como culminación del proyecto se obtiene un prototipo con el sistema dirigido por comando de voz para una cama automática alimentada con un sistema de paneles solares para su funcionamiento, en esta parte se subdivide en 4 etapas que es el diseño electrónico, diseño de software, el diseño mecánico y en la última parte se detallan las pruebas de funcionalidad. Con esta tecnología podrá ser utilizada en cualquier institución de salud como hospitales, clínicas, centros de salud; para que se puedan atender a pacientes con mejor eficiencia cuando se tiene poco personal en el área de la salud.

**Palabras clave:** arduino, cama automatizada, easyVR, sistema de reconocimiento de voz

## ABSTRACT

The project involves the study of a bed with an electronic system. This design does not require any physical interface such as keyboard or controls for entering orders, these can be issued by voice commands. Objective. Automate using Arduino technology and voice commands, different bed positions for user or patient comfort with mobility issues. Materials and methods. The components that serve the activities of speech recognition technology are defined through the EasyVR module and the Arduino module that allows to control the motors that give the movement of the bed, to facilitate people with problems of movement of their limbs or extreme paralysis. Results. As a culmination of the project a prototype is obtained with the voice command-led system for an automatic bed powered by a solar panel system for its operation, in this part it is subdivided into 4 stages which is electronic design, software design, mechanical design and in the last part the functionality tests are detailed. Conclusion. With this technology it can be used in any health institution such as hospitals, clinics, health centers; so that patients can be treated more efficiently when you have little staff in the area of health.

**Keywords:** arduino, automated Bed, easyVR, voice recognition system



## INTRODUCCIÓN

En el Ecuador existe 443.002 personas registradas con discapacidades lo cual está entre los porcentajes más altos de América, en el Guayas se registran 108.153 personas con discapacidades. Las personas que sufren discapacidades físicas en el país son de 46.63% dentro de esta discapacidad están las personas con problemas de lesiones medulares que conllevan a la discapacidad hemipléjicas, parapléjicas, tetrapléjicas (“Estadísticas | CONADIS,” 2018).

También existen otras discapacidades que se generan por accidentes, y pierden algunas extremidades del cuerpo como son los brazos o piernas, todas estas enfermedades llevan a ser una discapacidad que limita el movimiento de las personas.

En el Ecuador, actualmente en las clínicas, hospitales y centros de salud, brindan un servicio no apropiado a los pacientes con movilidad reducida, estos llegan a las instituciones de salud para ser atendidos, debido a la falta de dispositivos, insumos médicos o por falta de personal.

Para este tipo de enfermedades especiales o discapacidades físicas se requiere de una buena atención y dedicación, ya que son pacientes que no pueden moverse por sus propios medios y necesitan ayuda de otras personas.

Debido a ello, se requiere implementar un sistema electrónico automatizado dirigido por comando de voz para la movilización de una cama para estos tipos de discapacidades, la idea surge porque en Guayaquil-Ecuador la salud comienza a manejarse a través de una buena tecnología de punta, para que todo sea automatizado para la comodidad del paciente.

Además, de la misma manera gestionar la idea para los hospitales y centros de salud de todo el país o cualquier establecimiento que requiera, y poder aportar ante la sociedad un sistema automatizado que cambiará de manera absoluta la

estadía hospitalaria en el país, para el mejoramiento de atención hacia los pacientes con esas características.

Se considera a las personas con movilidad reducida, aquellas que poseen de forma permanente o temporal una limitación en la capacidad de moverse sin ayuda de otros (Hurtado Floyd, M., Aguilar Zambrano, J., Mora Antón, A., Sandoval Jiménez, C., Peña Solórzano, C., & León Díaz, 2012).

Con ello se genera un interés social que se crea a partir de este grupo de personas, promoviéndose el concepto de accesibilidad, en relación con las necesidades que mayormente requieren las personas en áreas urbanas, transporte público, estacionamiento, servicio al cliente, entre otros. Por lo que, es necesario utilizar las tecnologías de información y comunicación para generar nuevos productos que ayuden a mejorar la atención y confort de este grupo de personas (Hurtado Floyd, M., Aguilar Zambrano, J., Mora Antó, A., Sandoval Jiménez, C., Peña Solórzano, C., & León Díaz, 2012).

Se han realizado diferentes investigaciones que promueven el uso de tecnología informática, las mismas que se presentan en proyectos científicos aplicados en la robótica de servicios, que tienen como objetivo brindar asistencia a personas con movilidad reducida.

Ciertos estudios realizados, que se pueden mencionar se han desarrollado en diversos proyectos como la silla robótica SENA presentado por la Universidad de Málaga en España (Martínez, Blasco, Herrero, Ramos, & Sanchis, 2010). Otro proyecto es la silla inteligente RobChair de la Universidad de Galati en Rumania (Nunes, Solea, Filipescu, & Cernega, 2009), al igual que una silla inteligente para personas con compromiso cognitivo (Montesano, Díaz, Bhaskar, & Minguez, 2010), sillas robotizadas dotadas de un sistema de navegación (Auat Cheein, De la Cruz, Carelli, & Bastos Filho, 2011) y el desarrollo de Babri (Ahmed, Babri, &

Malik, 2012).

Existe un proyecto denominado NAZOMI: prótesis electromecánica de mano controlada por voz, presentando por Vilchis, que tiene como objetivo el desarrollo y fabricante de prótesis en 3D (Peláez, Vilchis, & Ríos, 2017).

Otra propuesta que implementa el uso de dispositivos para camas de hospitales es el denominado sistema IonPad propuesto por la Universidad Carlos III de Madrid en colaboración con la empresa IonIDE; este proyecto permite que los pacientes con algún tipo de discapacidad accedan a servicios acoplados a las camas como: acceso a un navegador web, acceso a video llamada tanto para los pacientes y para los médicos (Espinosa Jesús, 2012).

Los estudios referenciados permiten demostrar que el sistema de comandos de voz es una tecnología factible para controlar dispositivos que pueden ser controlados mediante una instrucción vocal por parte del usuario con movilidad reducida o usuario en general.

El reconocimiento de voz es la capacidad que tiene un ordenador de convertir las palabras de la voz humana a un código binario. Es una de las nuevas tecnologías que nos permiten la entrada de comandos y datos a la computadora, al igual que otras interfaces de entrada como el teclado, el ratón o la pantalla táctil, entre otros.

A las computadoras se les hace difícil procesar múltiples frases y reconocer los comandos fácilmente. La mayoría de software de reconocimiento de voz tiene que ser configurado para funcionar correctamente, este debe adecuarse a su tono de voz, para que pueda reconocer las órdenes y comandos que se le dicta. Un sistema de reconocimiento de voz se puede implementar mediante: módulo EasyVR, sistema Androide y un computador. Un módulo EasyVR: El módulo EasyVR es un potente sistema de reconocimiento de voz, el mismo que se



comunica vía serie, su costo en el mercado es relativamente accesible, una desventaja es que tiene una capacidad de memoria limitada a 32 comandos programables (Rodríguez Atiencia, 2014) .

En un Sistema Androide, para este método se necesita de una programación para ejecutar el reconocimiento de voz, y es necesario una conexión a internet, además que adicional al costo del equipo Android se agrega un costo adicional al sistema, otra desventaja es que la persona cada vez que quiera utilizar el sistema de reconocimiento de voz tendría que iniciar el sistema Androide, además de presionar un botón lo cual si es una persona con discapacidad de movimientos no podrá hacerlo (Rodríguez Atiencia, 2014).

En el caso del computador sea de escritorio o laptop, el costo del proyecto se elevaría, el consumo de energía eléctrica aumentaría y sobre todo el software para el diseño de este tipo de programas es más costoso (Rodríguez Atiencia, 2014).

Existe dos tipos de reconocimiento del habla: 1) Reconocimiento dependiente, sistema que reconoce el habla de una sola persona y 2) Reconocimiento independiente: Es un sistema que reconoce el habla de diferentes personas.

El tipo de reconocimiento independiente es el idóneo para que actúe en el sistema de reconocimiento de voz en el principal sistema automatizado por el Arduino EasyVR y pueda generar la traducción con normalidad.

El propósito de este proyecto es de incentivar y promocionar el diseño de la cama articulada para la comodidad de las personas con imposibilidad de movimiento.

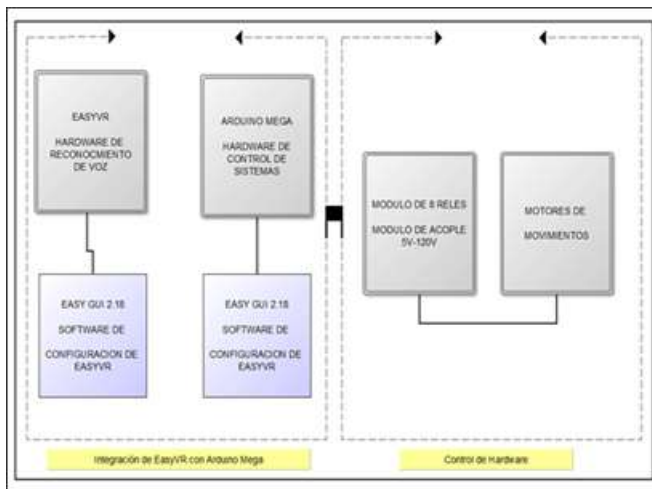
En la propuesta de este proyecto se utiliza como tecnología principal un Sistema de Reconocimiento por comandos de voz con la tecnología Arduino. Por lo tanto, es necesario realizar pruebas de reconocimiento debido a que el timbre de voz del hombre posee una frecuencia grave diferente con el timbre de voz de la mujer

que es aguda.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el diseño de la cama articulada por reconocimiento de voz, después del estudio realizado previo a las diferentes maneras en las que se puede realizar el reconocimiento de voz, se opta por el módulo EasyVR que viene montado a un Shield que se conecta directo al módulo Arduino Mega. El diseño propuesto se describe mediante un diagrama de conexiones como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Control dividido en 4 fases. Información tomada de la investigación.



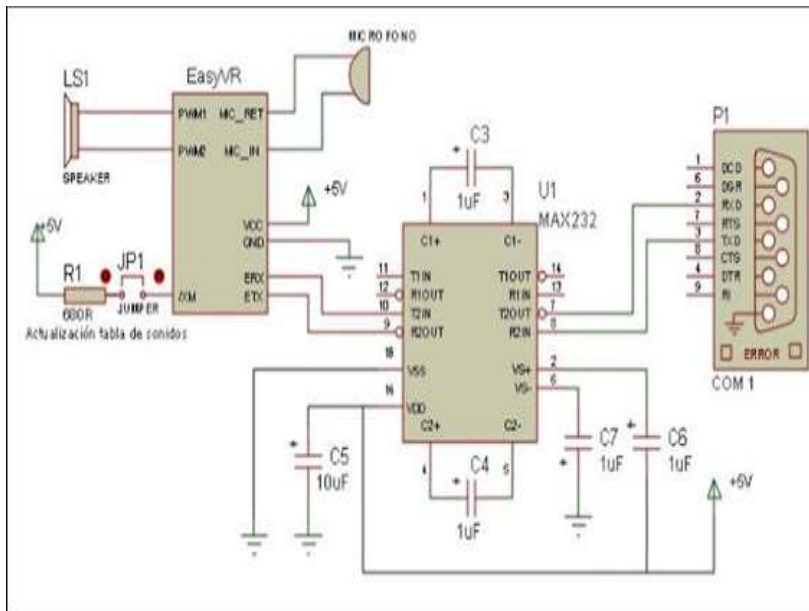
**Fuente:** datos de la investigación

**Elaborado por:** autoría propia

Este sistema se lo representa con un diagrama de bloque, donde el sistema incorpora un interfaz de control utilizando el reconocimiento de voz que se divide en cuatro fases; la primera fase corresponde a la utilización del micrófono, la segunda fase se divide en dos partes: la primera parte usa un vocabulario pequeño que constituye un modelo; la segunda parte corresponde a una sección que es el reconocimiento de voz que así lo requiere este tipo de modelo.

En cuanto al diseño del circuito de las conexiones entre el módulo EasyVR y el Arduino, se utiliza el descrito de la Figura 2.

Figura 2. Circuito de las conexiones entre el módulo EasyVR y el Arduino



Fuente: "RobotyPic: Configuración del EasyVR.," n.d.  
Elaborado por: el autor.

La fuente de alimentación de voltaje que alimenta a todo el sistema sobre todo al microcontrolador para que procese todas las señales se lo hará por medio de paneles solares. Fase tres y cuatro están los relés que están destinados a procesar las señales del microcontrolador del Arduino para que active los relés,

el mismo que activaran los 3 motores de la cama. Este proceso se aplicará mediante comandos de voz y se diseñará para beneficiar a personas que tengan inconvenientes para realizar algún tipo de movimiento en sus extremidades y que también sirva para terapia de movimiento usando la cama sin la necesidad de ayuda.

El micrófono incorporado con el módulo EasyVR es un micrófono de condensador electret omnidireccional que tiene las siguientes características:

- Sensibilidad -38 db (0 db= 1 [v] / Pa @ 1 kHz)
- Impedancia de carga 2.2 k
- Tensión de funcionamiento 3 [v]
- Respuesta de frecuencia rango de 100Hz – 20 kHz

Para la salida de audio, el módulo EasyVR es capaz de activar directamente un altavoz de 8 ohmios. Esta interfaz también tiene la posibilidad de conectar a un amplificador de audio externo para conducir altavoces de menor impedancia.

Los módulos de 8 relés serán usados para conmutación de cargas de potencia. Los contactos de los relevadores están diseñados para conmutar cargas de hasta 10A y 250VAC (30VDC), aunque se recomienda dejar un margen hacia debajo de estos límites.

El software corresponde al desarrollo de:

Programación en placas Arduino para la implementación del prototipo de la cama.

- Programación del reconocimiento de voz para las órdenes de movimiento de la cama.

En la programación del comando de voz se usa voces predefinidas que vienen grabadas en el firmware y no se puede modificar, estos son los diferentes idiomas que vienen integrados: italiano, inglés, japonés, alemán, francés y

español, estas se encuentran almacenada en los grupos denominados Word set 1, Word set 2, Word set 3 con Trigger, como se muestra en figura 3.

El software utilizado

- Easy Comander
- Librerías Arduino
- EasyVR\_DevKit\_Setup.exe
- Easy VR Access Control Demo

Figura 3. Comandos predefinidos en diferentes idiomas.

Trigger Word set	Command Index	Language						
		0 English (US)	1 Italian	2 Japanese (Rōmaji)	3 German	4 Spanish	5 French	
0	0	robot	robot	ロボット	robotto	roboter	robot	robot
	1	action	azione	アクション	action	aktion	acción	action
	2	move	va	進め	tsuu-me	gibte	muévete	bouge
	3	turn	gira	曲がれ	magare	wende	gira	tourne
	4	run	corri	走れ	hashire	lauf	corre	coure
	5	look	guarda	見ろ	miro	schau	mira	regarde
	6	attack	atacca	攻撃	koopaw	attacke	ataca	attaque
	7	stop	paro	止まれ	tomare	halt	para	arrête
1	0	hello	oio	こんにちは	Konnichiwa	hallo	hola	salut
	1	left	a sinistra	左	hidari	nach links	a la izquierda	à gauche
	2	right	a destra	右	misu	nach rechts	a la derecha	à droite
	3	up	in alto	上	ue	hinanf	arriba	vers le haut
	4	down	in basso	下	shita	hinunter	abajo	vers le bas
2	4	forward	avanti	前	mae	vorwärts	adelante	en avant
	5	backward	indietro	後ろ	ushiro	rückwärts	atrás	en arrière
	0	zero	zero	ゼロ	zero	null	ceiro	zéro
3	1	one	uno	一	ichi	eins	uno	un
	2	two	due	二	ni	zwei	dos	deux
	3	three	tre	三	sam	drei	tres	trois
	4	four	quattro	四	yon	vier	cuatro	quatre
	5	five	cinque	五	go	fünf	cinco	cinq
	6	six	sei	六	roku	sechs	seis	six
	7	seven	sette	七	nana	sieben	siete	sept
	8	eight	otto	八	hachi	acht	ocho	huit
	9	nine	nove	九	kyū	neun	nueve	neuf
	10	ten	dieci	十	jūu	zehn	diez	die

Fuente: tdrobótica.co, n.d

Elaborado por: el autor.



- UP- Se usa cuando se necesite cargar tablas de sonido, se desconecta la tarjeta se cambia el jumper a UP y cuando se encienda queda el led en rojo, esto indica que ya está conectado. Esto es solo para cargar tablas de sonido.
- PC- Se usa para conectar la tarjeta al Easy Comander y al Arduino IDE, Esto es para cargar el programa a la placa Arduino, también para establecer los comandos de voz, sin que esté conectada a la tarjeta.
- SW y HW- Este sirve para dejar funcionando la tarjeta, se carga el programa y las tablas de sonido y cuando se quiere ver resultados se usa esta modalidad en el que se emplea es SW para todos, el HW se lo abandona.
- Cargando la tabla de sonidos
- Antes que todo hay que tomar en cuenta que los sonidos que la tarjeta debe de soportar son de formato .WAV 16 BIT A 22050HZ en Mono. Se descarga el software Easy VR Access Control Demo, de éste se puede sacar los formatos que son aceptables por la placa Easy VR, hay otro programa como Audacity que es un editor de sonido que permite crear sonido en el formato que se desee.
- Pruebas de funcionamiento EasyVR
- Para analizar el funcionamiento del EasyVR se realizan pruebas, mediante dos aspectos el primero es la detección, donde se prueba para ver si los comandos son correctos, si en caso de alguna falla se tiene como opción repetir el comando de voz.
- El segundo aspecto se analiza la transmisión de un comando, indicando con la elaboración de un sonido que el comando fue enviado correctamente, en caso de que esta tuviera una falla el sonido se pasaría a revisar nuevamente los códigos.
- Se prueba el asertividad del sistema del reconocimiento de voz para comprobar en qué tiempo se tarda en reconocer cada comando con la ayuda de la comunicación serial.

- La integración con Arduino, para verificar si la integración es correcta se dirige directamente al código Arduino en el modo normal, las respuestas se muestran en el Arduino monitor serial, donde indicará la perfecta conexión del módulo.
- Se realiza algunas validaciones como se muestra en la tabla 1, para comprobar los comandos enviados por EasyVR hacia el Arduino, esto sirve para ver si están siendo tratados correctamente y realizar la acción previamente estipulada.

Tabla 1. Indicadores de los casos de pruebas.

Indicadores	Estado
Funcionamiento del EasyVR	Ok
Transmisión de los comandos	Ok
Recepción de los comandos	Ok
Funcionamiento del sistema de reconocimiento de voz	Ok
Conexión y envío de señal del Arduino con la cama	Ok

**Fuente:** datos de la investigación

**Elaborado por:** autoría propia

## CONCLUSIONES

La información referente al artículo “Los diseñadores de proyectos basados en módulo Easy VR” tienen a su disposición un módulo de reconocimiento de voz fácil de manejar, con una guía de instrucciones de manera clara y completa, con la que pueden incorporar la tecnología de reconocimiento de voz de forma segura y económica a todos sus proyectos y aplicaciones.



La tecnología de incorporar reconocimiento de voz a algún proyecto trae como conclusión el uso fácil, para que el usuario lo programe y use de manera adecuada este módulo en realidad no se lo ha implementado de manera inalámbrica.

Los métodos de reconocimiento de voz mediante el computador, el Android y modulo electrónico EasyVR dará como solución utilizar el módulo EasyVR porque es más factible en su costo.

Esta investigación, se centra para todas esas personas que tienen algún tipo de discapacidad física que le impida realizar movimientos, por lo que se les ayudaría gracias al desarrollo de la electrónica y la tecnología para mejorar cualquier actividad automática simplemente realizando acciones de comando de voz directamente desde el usuario.

Permitirá que sea una tecnología utilizada en cualquier institución de salud como hospitales, clínicas, centros de salud; para que se puedan atender a pacientes con mejor eficiencia cuando se tiene poco personal en el área de la salud.

Con esto se logrará también que en el Ecuador en el área de la salud se tenga un mayor crecimiento en el desarrollo tecnológico en la integración de la informática con la medicina.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahmed, Z., Babri, O., & Malik, S. (2012). Voice controlled motorized wheelchair with real time obstacle avoidance Condition monitoring of Electrical Equipment View project High Voltage Testing View project VOICE CONTROLLED MOTORIZED WHEELCHAIR WITH REAL TIME OBSTACLE AVOIDANCE. *ICCIT*, 724–728. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/325022813>

Auat Cheein, F. A., De la Cruz, C., Carelli, R., & Bastos Filho, T. F. (2011). Navegación Autónoma Asistida Basada en SLAM para una Silla de Ruedas Robotizada en Entornos Restringidos. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI*, 8(2), 81–92. [https://doi.org/10.1016/S1697-7912\(11\)70029-2](https://doi.org/10.1016/S1697-7912(11)70029-2)

Espinosa Jesús. (2012). Una innovación de la UC3M para llevar la historia clínica



electrónica a pie de cama del hospital | Tecnología. Retrieved August 12, 2018, from Convertronic.net website: <http://www.convertronic.net/Tecnologia/una-innovacion-de-la-uc3m-para-llevar-la-historia-clinica-electronica-a-pie-de-cama-del-hospital.html>

Estadísticas | CONADIS. (2018). Retrieved August 12, 2018, from <https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/03/index.html>

Hurtado Floyd, M., Aguilar Zambrano, J., Mora Antó, A., Sandoval Jiménez, C., Peña Solórzano, C., & León Díaz, A. (2012). Identificación de las barreras del entorno que afectan la inclusión social de las personas con discapacidad motriz de miembros inferiores. *Salud Uninorte*, 28(2), 227–237. Retrieved from <http://www.redalyc.org/html/817/81724957006/>

Martínez, M., Blasco, X., Herrero, J. M., Ramos, C., & Sanchis, J. (2010). La Silla RobÓtica SENA. Un Enfoque Basado en la Interacción Hombre-Máquina. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 2(4), 5–24. Retrieved from <https://polipapers.upv.es/index.php/RIAI/article/view/8085>

Nunes, U., Solea, R., Filipescu, A., & Cernega, D. (2009). Sliding Mode Control for Trajectory Tracking of an Intelligent Wheelchair. *University of Galati*, 32(2), 42–50. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/44797101>

Pelaez, R. M., Vilchis, L. G., & Rios, F. A. (2017). NOZOMI: Prótesis Electromecánica de Mano Controlada por Voz. *Memorias Del Concurso Lasallista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 3(2), 1–6. <https://doi.org/10.26457/MCLIDI.V3I2.961>

RobotyPic: Configuración del EasyVR. (n.d.). Retrieved August 18, 2019, from <http://robotypic.blogspot.com/2013/03/configuracion-del-easyvr.html>

Rodríguez Atencia, C. A. (2014). *Estudio, diseño y construcción de un sistema electrónico para automatización de una cama de hospital controlada por voz para movilización de personas con capacidades especiales* (Quito: Universidad Israel). Retrieved from <http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/883>

tdrobotica.co. (n.d.). Shield - EasyVR, reconocimiento de voz. Retrieved August 12, 2018, from <http://tdrobotica.co/shield-easyvr-reconocimiento-de-voz/38.html>