Lat. Am. J. Sci. Educ. 4, 22015 (2017)

Latin American Journal of Science Education

www.lajse.org

Aplicación de nuevas tecnologias en el desarrollo de proyectos especiales para alumnos de nivel medio superior

Noemi Hernández Oliva[a], Gerardo Villegas Medina[b], Rocío García Cortes[c], Marisol Alejandre Flores[a], Noé Ramiro Hernández Cerón[a]

[a]Instituto Politécnico Nacional CECyT Miguel Bernard, Av. Nueva Casa de la Moneda 133, Col. Lomas de Sotelo, Delegación Miguel Hidalgo, CP 11200, Ciudad de México

[b]Instituto Politécnico Nacional SEPI ESIME UA, Av. De las Granjas 686, Col. Santa Catarina, Delegación Azcapotzalco, CP 02250, Ciudad de México.

[c] Instituto Politécnico Nacional Secretaria de Investigación y Posgrado, Edificio de la Secretaría Académica, 2do. Piso, Av. Luis Enrique Erro s/n, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Col. Zacatenco, Delegación Gustavo A. Madero, CP 07738, Ciudad de México.

ARTICLE INFO

Received: August 3, 2017
Accepted: August 10,2017
Available on-line: October 23, 2017

Keywords: robótica, sistemas embebidos, controlador

E-mail addresses:
nhernanezo@ipn.mx
gvm.ipn@gmail.com
garocio15@gmail.com
marisolalejandre_flores@hotmail.com
noehernandezceron@yahoo.com.mx

ISSN 2007-9842

© 2017 Institute of Science Education.
All rights reserved

ABSTRACT

This paper is focusing in a practical case of study: the development of a 3 DoF robotic arm prototype for medical assistance by high school students. The purpose is to show how a good interaction between students, teachers and researchers can lead to improve hard and soft skills in their education process.

Este artículo se centra en un caso práctico; el desarrollo de un prototipo de robot de 3 GDL para asistencia médica por parte de alumnos de nivel media superior. El propósito es mostrar como una adecuada interacción entre los alumnos, profesores e investigadores puede conducir a mejorar sus competencias sociales y disciplnares en su proceso de formación.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la aplicación de nuevas tecnologías empleadas en la formación de recursos humanos especializados ha impactado en la forma en que se realizan proyectos de investigación tecnológica debido a la importancia de incorporar a los alumnos como parte del trabajo; el Instituto Politécnico Nacional (IPN) no ha sido la excepción, puesto que a través de la aprobación y apoyo en la realización de proyectos especiales, se ha logrado la integración de docentes investigadores y alumnos de los diferentes niveles educativos con que cuenta, en el desarrollo de propuestas tangibles que resuelvan problemáticas nacionales con el fin de servir como una respuesta a las necesidades que hoy en día demanda la sociedad en ámbitos relacionados con el desarrollo de ciencia y tecnología; en este sentido en México se tienen propuestos indicadores que sirven como parámetros de medición para este tipo de rubros, los cuales están disponibles a través del Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica y Tecnológica (Siicyt) del

CONACYT (Flores, 2017), en estos se busca incrementar y fortalecer la participación en estos campos a nivel nacional.

El presente proyecto se centra en el desarrollo cognitivo de competencias y habilidades de alumnos de nivel medio superior del IPN en su Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos Miguel Bernard (CECyT MB) de la especialidad de Técnico en Máquinas con Sistemas Automatizados (MSA), en puesta en marcha, programación e implementación de un sistema embebido como controlador para un robot diseñado por ellos mismos. En años recientes diversas investigaciones aplicadas a robótica han optado por el uso de estos sistemas debido a sus características en software como hardware, algunos casos de estudio interesantes que sirvieron de apoyo y referencia se describen a continuación.

Un sistema robótico de asistencia médica empleado para el diagnostico en la toma de ultrasonidos mediante la reconstrucción de imágenes 3D es probado en (Abolmaesumi et al., 2002) mediante el empleo de un servo controlador, el sistema esta diseñado como apoyo en este tipo de estudios.

Por otra parte, en (Feil-Seifer and Mataric, 2011) en el cual se presenta un análisis detallado desde el punto de vista usuario, cuidador y compañero utilizando los principios básicos de la ética médica, con respecto a la autonomía y beneficio que pueden impactar al emplear sistemas de asistencia robótica desde una perspectiva humana.

Sin embargo fue necesario entender las diferentes aplicaciones que se tienen en el campo de la robótica de sistemas creados para la solución de diversos problemas como lo es búsqueda y rescate, se reviso el trabajo de (Mohamed, Al-Jaroodi and Jawhar, 2008).

En (Gupta et al., 2006), se muestra igualmente aplicaciones de control de robots a bajo costo utilizando diferentes metodologías para alcanzar el objetivo.

Finalmente en (Wang et al., 2005) se presenta la patente US6925357 del 2 de Agosto de 2015 en la cual se obtuvo el registro de un sistema tele-robótico médico, el cual esta enfocado en servir de apoyo y monitoreo de pacientes que no se encuentran físicamente presentes, este sistema esta compuesto por un robot que incluye un cámara y un monitor instalados en la casa y acoplados a un controlador por medio de una interface.

Es importante destacar que existe una gran cantidad de artículos, capítulos de libros, entre otros recursos al respecto, sin embargo estos fueron seleccionados como los más atractivos para iniciar la discusión y antecedentes para el desarrollo del proyecto.

El presente artículo está organizado de la siguiente forma en la sección II se describe la metodología de trabajo que se desarrollo durante el proyecto, la cual comprende la integración de los docentes participantes y las diferentes unidades académicas, así como la integración de los alumnos participantes; en la sección III se presenta de forma general el diseño de un robot de 3 grados de libertad (GDL) que se utilizara para la validación del controlador. En la sección IV, se presenta la integración del sistema embebido con el que se cuenta como controlador con los motores del robot de 3 GDL propuesto. Las pruebas realizadas para validar el funcionamiento del prototipo se presentan en la sección V. Finalmente en la sección VI se presentan las conclusiones del artículo y posibles opciones de mejora en el diseño del control del prototipo.

II. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Una vez aprobado el proyecto SIP-20171772 “Control de un brazo robótico de 3GDL por medio de una placa de desarrollo Intel Galilei I”, se procedió con la integración de los alumnos que participarían en el mismo. Es importante resaltar que este proyecto es derivado del 5to Encuentro Anual de la Red de Expertos en Robótica y Mecatrónica (RERYM) del IPN, por lo cual se tiene la participación de docentes de los Nodos CECyT MB y ESIME UA, además de contar con la integración de otros docentes no pertenecientes a la red.

Como parte de las metas que se esperan alcanzar se encuentra la formación de recursos humanos, en este caso de la integración de alumnos de nivel medio superior de la especialidad de MSA, esto con el fin de que desarrollasen e

incrementaran sus conocimientos en áreas como la automatización, manejo de software Solid Works®, control eléctrico/electrónico y programación, por mencionar algunas.

De esta forma la selección de los alumnos se realizó en base a las competencias adquiridas en semestres previos y al desempeño mostrado en las mismas. Durante este proceso también acreditaron el requisito de titulación de Técnicos que marca la normatividad correspondiente. Los alumnos participantes son: Álvaro Flores Severiano, Jonathan Gayosso Galindo, Marcos Guerrero Morales y Daniel Tafoya Sánchez.

En general la Tabla I muestra las actividades, responsable e integrantes encargados de la realización de las metas correspondientes con la propuesta de diseño y pruebas de validación, como se muestra a continuación:

TABLA I. Actividades desarrolladas durante la realización del proyecto Etapa I.

Actividad	***Responsable***	***Participantes***
1. Investigación documental y antecedentes	Marisol Alejandre Flores	Alumnos: Álvaro Flores Severiano Jonathan Gayosso Galindo Marcos Guerrero Morales Daniel Tafoya Sánchez
2. Propuesta de diseño del robot de 3GDL	Noé Ramiro Hernández Cerón	Alumnos: Álvaro Flores Severiano Jonathan Gayosso Galindo
3. Propuesta de control por medio de la placa Intel Galileo I	Rocío García Cortes	Alumnos: Marcos Guerrero Morales Daniel Tafoya Sánchez
4. Manufactura de las piezas diseñadas	Noemi Hernández Oliva	Alumnos: Álvaro Flores Severiano Jonathan Gayosso Galindo Marcos Guerrero Morales Daniel Tafoya Sánchez
5. Implementación de la placa con los motores	Noemi Hernández Oliva	Alumnos: Álvaro Flores Severiano Jonathan Gayosso Galindo Marcos Guerrero Morales Daniel Tafoya Sánchez
6. Pruebas al sistema electrónico y mecánico	Rocío García Cortes	Alumnos: Álvaro Flores Severiano Jonathan Gayosso Galindo Marcos Guerrero Morales Daniel Tafoya Sánchez
7. Pruebas de validación finales	Gerardo Villegas Medina	Alumnos: Álvaro Flores Severiano Jonathan Gayosso Galindo Marcos Guerrero Morales Daniel Tafoya Sánchez
8. Presentación y defensa del trabajo de titulación.	Jurado designado	Alumnos: Álvaro Flores Severiano Jonathan Gayosso Galindo Marcos Guerrero Morales Daniel Tafoya Sánchez

III. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL BRAZO ROBÓTICO DE 3GDL

Como ya se mencionó, los alumnos participantes pertenecen al nivel medio superior por lo cual las competencias adquiridas son de índole práctico ya que su formación es de técnico. Por esta razón, es que el diseño de la estructura

mecánica y su análisis propuesto está centrado en la funcionalidad en el corto plazo con lo cual es posible que no sea lo suficientemente robusta o la más adecuada. Hay que recordar que parte de la formación de recursos humanos a nivel técnico radica en el alcance de las competencias correspondientes con el perfil de egreso.

Sin embargo y en base a las actividades presentadas en la Tabla I, los encargados de la realización de estas tareas sustantivas, requirieron de asesorias extra para la revisión y diseño de las mismas. En la FIGURA 1 se muestran los planos obtenidos en el software Solid Works®.

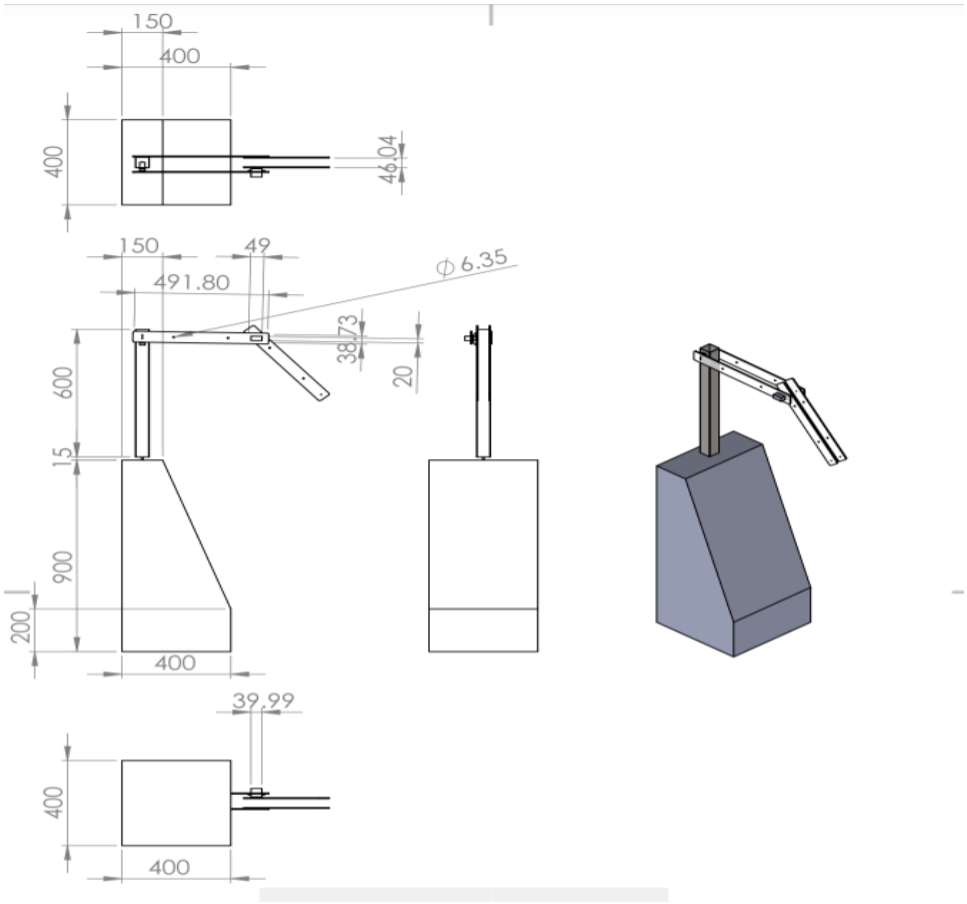

FIGURA 1. Plano diseñado de la estructura del robot 3GDL con acotaciones en cm.

IV. INTEGRACIÓN DEL SISTEMA EMBEBIDO: INTEL GALILEO GENERACIÓN I

Otro aspecto de vital importancia es la integración del controlador del robot. En este caso se cuenta con un sistema embebido Intel Galileo Generación I, el cual opera con el IDE de Arduino en cuanto a software; el hardware por otro lado requiere de una tarjeta micro SD externa.

Esta etapa es la que tomó mucho más tiempo y dedicación de parte de los alumnos puesto que las competencias adquiridas en programación no eran las suficientes para alcanzarlo, lo que derivó en trabajo extra puesto que tampoco tenían conocimiento del sistema operativo de Linux y fue necesario entender su funcionamiento. Con respecto a la tarjeta micro SD en (Intel, 2017) se especifican los pasos a seguir para lograr su configuración y posterior booteo o inicialización, para lo cual se recomienda revisar (engage.intel.com, 2017) para sistemas operativos con Windows. En la FIGURA 2 se muestra el resultado de este proceso.

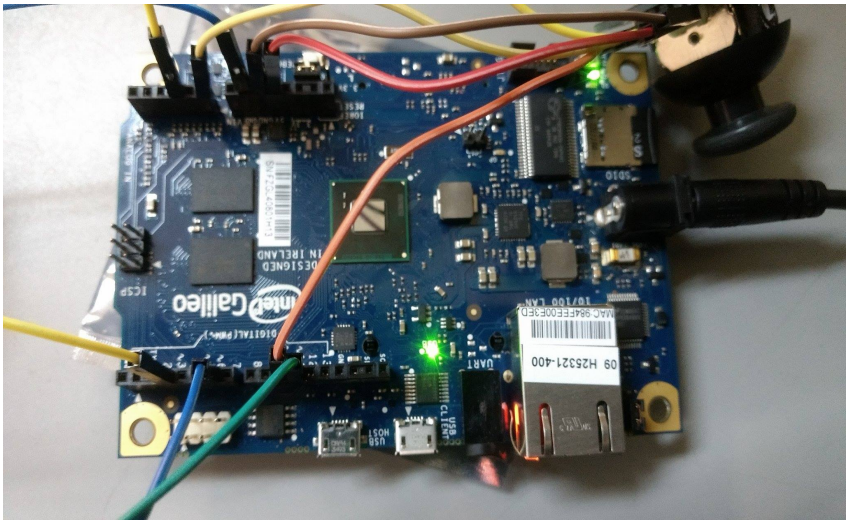

FIGURA 2. Placa Intel Galileo I con tarjeta micro SD configurada.

Una vez concluido este proceso, lo siguiente es realizar los programas correspondientes para la comunicación de los datos leídos con un joystick y que serán enviados como órdenes a los diferentes motores que tiene el robot, un motor a pasos para la base, dos servomotores para el brazo y el antebrazo; empleando la IDE de Arduino. Otro aspecto importante a considerar es que en ocasiones también es necesario instalar los drivers o controladores correspondientes para que se pueda comunicar la placa con el sistema operativo Windows, pero eso depende del equipo de cómputo que se tenga.

La etapa de diseño de los programas implicó varias pruebas parciales, ya que una vez compilados son descargados a la micro SD para después verificar el funcionamiento de cada etapa, el circuito electrónico que se tuvo es el que se observa en la FIGURA 3.

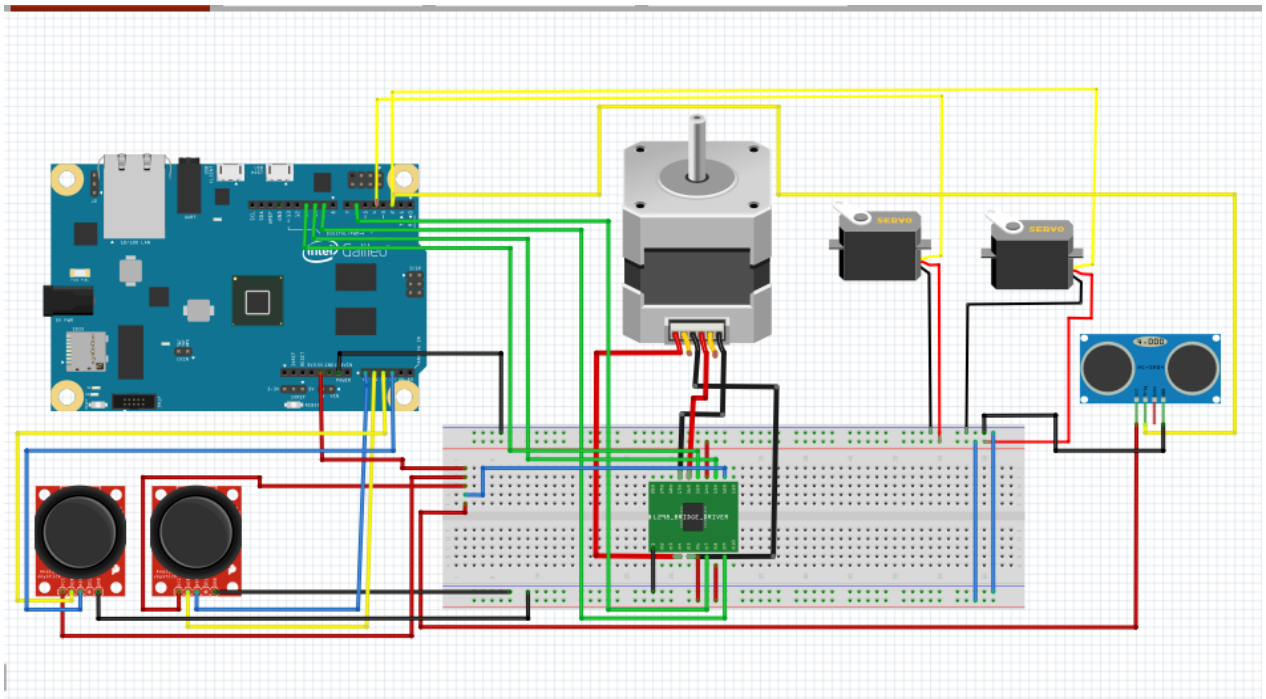

FIGURA 3. Circuito electrónico del robot diseñado.

V. PRUEBAS DE VALIDACIÓN DEL ROBOT

A la par y empleando una metodología de diseño concurrente (Riba Romeva, 2017), las pruebas iniciales estaban enfocadas en ir comprobando que todos los elementos del sistema interactuaran adecuadamente. Las pruebas en general aplicadas son enumeradas como sigue:

1. Prueba de movimiento controlador con motores. En esta prueba la primer tarjeta micro SD booteable tenia el inconveniente de ser de una capacidad muy limitada puesto que la cantidad de datos necesitaba cambiarla de 8GB por otra de mayor capacidad, para ello se cambio por una de 16GB y otra prueba más con una de 32GB, siendo esta última la de mayor capacidad que acepta la placa.
2. Prueba sensor ultrasónico con la placa Intel Galileo. Este sensor es necesario para garantizar que el brazo robótico no impactará directamente con alguna superficie y que al detectar un objeto este bloqueará el control del joystick por seguridad.
3. Prueba con carga de los motores con la placa Intel Galileo. En esta etapa y debido al poco tiempo para el desarrollo de la etapa uno del proyecto, fue necesario cambiar la estructura original de aluminio por una estructura en acrílico de 3mm que es más ligera, ya que en el momento de realizar las pruebas de carga, los motores no tenían el torque necesario para mover las articulaciones del brazo robótico.
4. Pruebas de la fuente de alimentación con los diferentes componentes. En esta se comprobó que se necesitaban alimentaciones independientes para la placa Intel Galileo y los servomotores, además de que estos últimos necesitan de la integración de un banco de capacitores que permitan mantener el nivel de corriente y voltaje proporcionado de la fuente de alimentación de forma continua.
5. Prueba final de validación. Esta se diseño con el fin de que se integraran todos los sistemas una vez que estaban trabajando adecuadamente, para su realización se siguieron los pasos mostrados en el diagrama de flujo de la FIGURA 4.

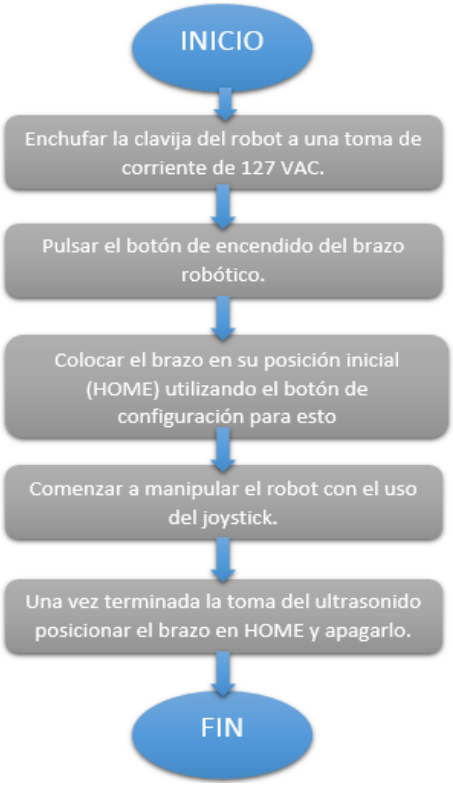

FIGURA 4. Diagrama de flujo del funciomamiento del robot de 3GDL.

La aplicación que se planteó es la de un robot de asistencia médica que sirva de apoyo al personal designado para realizar un ultrasonido de vesícula biliar dándole mayor precisión al técnico radiólogo encargado de realizarlo. Con lo cual se cumple el objetivo de ser una aportación que soluciones un problema actual.

VI. CONCLUSIONES

Durante la realización de este proyecto se presentaron algunas dificultades con el tipo de material a emplear y con el torque de los servomotores con los que se contaba, sin embargo, dichos problemas fueron solucionados satisfactoriamente y sin la necesidad de realizar cambios muy significativos en lo que se tenia planteado desde el inicio. Es importante destacar que los alumnos participantes también cumplieron en tiempo y forma con su opción de titulación y con la meta propuesta de formación de técnicos en MSA, motivo por el cual estos cambios han quedado justificados para una primera etapa puesto que el proyecto es de un año.

Otro punto de gran interés fue la inclusión de los alumnos en proyectos derivados de la RERYM IPN, puesto que esto les permitió adquirir competencias en investigación y desarrollar competencias específicas como coordinación, liderazgo, comunicación, manejo de metodologías de diseño para plantear soluciones tangibles a un problema propuesto; es importante recalcar que su participación sirvió de motivación para la generación de estrategias que incluyan al nivel medio superior en campos como el desarrollo de proyectos tecnológicos, difusión del trabajo obtenido en eventos afines o en revistas, congresos, entre otros; en los cuales la participación es muy poca o es limitada.

Como trabajos a futuro se pretende que el robot sea capaz de realizar ultrasonidos en distintas zonas del cuerpo humano y no solamente en la zona de la vesícula biliar, además de darle mayor robustez al mecanismo como tal.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Instituto Poltécnico Nacional a traves de la Secretaria de Investigación y Posgrado por el apoyo otorgado para la realización de este trabajo mediante la aprobación del proyecto de investigación SIP-20171772.

REFERENCIAS

Flores, J. (2017). Sobre el Siicyt. [online] Siicyt.gob.mx. Recuperado de: http://www.siicyt.gob.mx/index.php/el-siicyt/sobre-el-siicyt [Consultado 6 Julio 2017].

Abolmaesumi, P., Salcudean, S., Wen-Hong Zhu, Sirouspour, M. and DiMaio, S. (2002). Image-guided control of a robot for medical ultrasound. IEEE Transactions on Robotics and Automation, 18(1), pp.11-23.

Feil-Seifer, D. and Mataric, M. (2011). Socially Assistive Robotics. IEEE Robotics & Automation Magazine, 18(1), pp.24-31.

Mohamed, N., Al-Jaroodi, J. and Jawhar, I. (2008). Middleware for Robotics: A Survey. 2008 IEEE Conference on Robotics, Automation and Mechatronics.

Gupta, G., Mukhopadhyay, S., Messom, C. and Demidenko, S. (2006). Slave Control of a Teleoperated Anthropomorphic Robotic Arm With Gripping Force Sensing. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 55(6), pp. 2136-2145.

Wang, Y., Laby, P., Jordan, C., Butner, S. and Southard, J. (2005). Medical Tele-robotic system. US006925357B2.

Intel. (2017). Cómo configurar una tarjeta inalámbrica para Placas Intel® Galileo. [online] Recuperado de: https://www.intel.la/content/www/xl/es/support/boards-and-kits/intel-galileo-boards/000006108.html [Consultado 13 Marzo 2017].

engage.intel.com. (2017). Tutorial: Preparar una memoria SD con la versión de Linux IoT Devkit en Windows. [online] Recuperado de: https://engage.intel.com/community/es/galileo/centro-de-aprendizaje/video-tutoriales/blog/2015/04/24/tutorial-grabar-una-memoria-sd-con-la-imagen-iot-devkit-en-windows [Consultado 18 Marzo 2017].

Riba Romeva, C. (2017). 1st ed. Barcelona, España: Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya, pp.14-17.