



Escuela Técnica N°1 DE 4º Otto Krause

SISTEMA DE MANIPULACIÓN ANTROPOMÓRFICA

Nivel: Secundario

Área: Educación Tecnológica

Provincia: CABA

**Categoría: ETPB-1
Innovación en productos, bienes
o servicios**



SISTEMA DE MANIPULACIÓN

ANTROPOMÓRFICA

ESCUELA: ET N° 1 “OTTO KRAUSE”

INFORME DE TRABAJO

Alumnos titulares:

Lopez, Julián	6° ET 1°	julian_k98@hotmail.com	41.621.739
Osuna, Leandro	6° ET 1°	lean.flgt@gmail.com	41.867.211

Docente Titular:

Gramont, Rodolfo	rgramont@gmail.com	23.205.420
------------------	--	------------

Ciclo lectivo 2017



Índice

Resumen.....	4
Introducción	4
Desarrollo.....	5
• Análisis de la situación problemática	5
• Análisis del estado del arte.....	6
Elaboración de la solución propuesta.....	7
Estudio de las posibles soluciones	7
Planificación del proyecto	8
Descripción de las etapas.....	8
Objetivos del proyecto.....	9
Datos técnicos de la solución adoptada.....	10
Recursos.....	11
Descripción de las etapas.....	11
Creación de la mano robótica	11
Configuración de la mano.....	13
Realización del guante.....	13
Comunicación	14
Calibración	15
Funcionamiento de la mano.....	16
Proyección futura del trabajo.....	16
Discusión	17
Conclusiones	17
Pudimos aprender.....	18
Fotografías	18
Bibliografía	19

Resumen

El proyecto nace de la necesidad de diseñar un dispositivo manipulador capaz de trabajar en ambientes peligrosos u hostiles, que permita complementar las tareas de un operario en la industria con el fin de resguardar su integridad física

Para dar respuesta a esta problemática tomamos el modelo mecánico de un robot perteneciente al proyecto francés InMoov y construimos la mano en material termoplástico (PLA) utilizando una impresora 3D. Al mismo le agregamos servomotores (para accionamiento del movimiento de los dedos) y un control inalámbrico, por medio de un guante sensorial que se comunica por bluetooth con la mano robótica, permitiendo su manipulación a distancia.

El control de las distintas partes del sistema se realiza con dos microcontroladores Freescale, MC9S08SH8, programados en lenguaje C, siendo los mismos los cerebros del sistema.

Los servomotores son utilizados para mover a través de poleas y de forma independiente cada uno de los dedos de la mano, debido a que este motor de corriente continua se caracteriza por su capacidad para posicionarse de forma inmediata dentro de su intervalo de operación de aproximadamente 180°.

Para el control de estos motores se utilizan señales moduladas en ancho de pulso (PWM), las cuales son generadas por uno de los microcontroladores, mediante el módulo de temporizador dedicado (TPM). El ciclo útil de estas señales se puede variar entre 1 ms y 2 ms, y así controlar el movimiento de cada dedo en forma independiente.

A través de un multifilamento trenzado de alto módulo de elasticidad se transmite el movimiento de los actuadores a los dedos. El objetivo principal es controlar el movimiento de los dedos de la mano a través de la lectura de los sensores de flexión resistivos montados en un guante y utilizando el módulo de conversión analógica digital (ADC) del microcontrolador en el modo de resolución de 8 bits.

Los datos obtenidos por el guante se envían a través de una conexión serie, a la mano robótica, utilizando para éste fin módulos de Bluetooth HC-05 que se comunican con el microcontrolador.

De este modo logramos el control a distancia de la mano robótica por medio de un guante sensorial resguardando la integridad física del operario.



Introducción

Existen diversas situaciones en las cuales un operario o más específicamente sus manos se encuentran sometidas a situaciones de riesgo como ser: al trabajar con productos químicos peligrosos, en la manipulación de herramientas de corte, al trabajar con altas temperaturas o en



la manipulación de productos explosivos. Se pueden mencionar también otro tipo de situaciones, quizás no tan peligrosas, pero que vemos a diario en nuestra escuela como ser trabajar en puestos de soldadura ya sea eléctrica o autógena.

La situación problemática planteada parte de la necesidad de diseñar un dispositivo manipulador para trabajar en ambientes hostiles o peligrosos que permita complementar las tareas de un operario en la industria con el fin de resguardar su integridad física.

En nuestro caso luego de realizar un estudio del estado del arte e indagar sobre la existencia de dispositivos que puedan realizar esta función, respondiendo a esta problemática y realizando estas actividades con más seguridad, nos encontramos con la existencia de brazos robóticos, de grandes dimensiones y cuyo efecto final toma la forma de pinza o mordaza y están destinados a trabajar en líneas de montaje y realizar tareas del tipo repetitivas dada la complejidad de la programación y operación de los mismos.

Ante esta situación nos planteamos la necesidad de diseñar un dispositivo manipulador que sustituya la mano humana y que este sea controlado de forma inalámbrica, por un operario desde una zona segura, en la cual no peligre su integridad física.

Nuestro objetivo es realizar un dispositivo capaz de manipular objetos pequeños, que requieran de motricidad fina. Por eso se decidió optar por un dispositivo que sea similar a la de una mano, y no algo como puede ser, por ejemplo, un brazo robótico industrial. Para ello diseñamos una mano y antebrazo conformado en material termoplástico la cual es controlada por un guante que utilizará el operador y ambos estarán vinculados inalámbricamente.

Como parte de nuestra indagación nos encontramos con un proyecto francés llamado "InMoov", que es "un robot de código abierto" y consiste en la creación de un humanoide, hecho de un material termoplástico (PLA) mediante una impresora 3D. Partiendo de este modelo planteamos la necesidad de agregar el control necesario para obtener la funcionalidad deseada. Para lograr este objetivo trabajamos con servomotores para controlar los movimientos de los dedos que conforman la mano y microcontroladores para generar las señales que controlan los mismos.

Para la realización de este proyecto aplicamos contenidos curriculares del ciclo básico técnico y conocimientos específicos de nuestra especialidad como ser: dispositivos electrónicos programables (microcontroladores), utilización de lenguajes de programación para la resolución de la situación presentada y el desarrollo de un dispositivo electromecánico para lograr el desplazamiento de las partes móviles.

A su vez este proyecto permite ir escalando diferentes grados de complejidad a medida que se van imprimiendo las demás partes del cuerpo (por ejemplo, brazo completo, hombro, etc.).

Desarrollo

- **Análisis de la situación problemática**

Para la resolución de la situación problemática planteada se realizó un análisis de la misma buscando determinar en primera instancia, las variables intervinientes, la relación entre las mismas, el contexto de situación y los resultados esperados. Como resultado de este análisis notamos que la motricidad de la mano humana es muy compleja y por dicho motivo se requieren muchos recursos y conocimientos como para poder simular una.

En base a esto planteamos en forma preliminar una solución, que cumpla con el objetivo de manipular objetos chicos, no pesados, que posea una motricidad fina y que pueda ser controlada a distancia, que cumpla con los conceptos aprendidos en nuestro trayecto en la

escuela secundaria, y que no posea una gran dificultad en la parte mecánica así nos podemos enfocar en la electrónica.

- **Análisis del estado del arte**

Buscando información sobre otros proyectos encontramos que había muchos que llevaban años tratando de desarrollar un dispositivo muy similar a una mano humana. Entre ellos podemos mencionar la mano robótica Shadow Dextrous, NAIST, y una mano industrial KUKA.

Manos robóticas antropomórficas

Proyectos como el Shadow Dextrouse están pensados para que tenga fuerza y sensibilidad similares a la de una mano humana. La mano y el antebrazo son de dimensiones típicas a la de un ser humano. Pesa 3,8 kg. Utiliza sensores de posición y, para mover los dedos, se usan músculos neumáticos. A pesar de tener una gran precisión y que cumple con algunos de nuestros objetivos encontramos como desventajas que, para nuestro uso y presupuesto, es demasiada cara, requiere de mucha mecánica y varios conceptos de ella que no conocemos de programación y no están contemplado en nuestro plan de estudio.

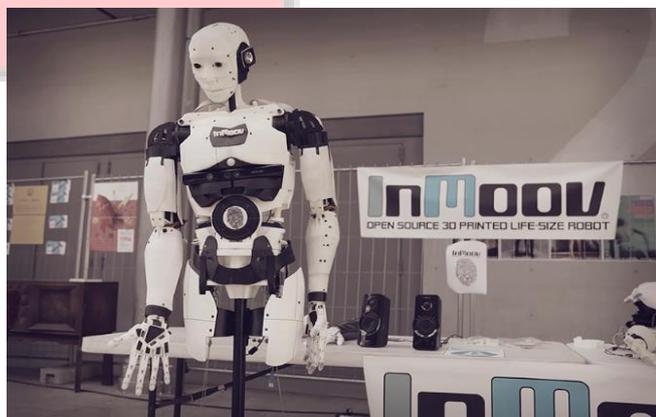


Mano robótica industrial

Son caracterizadas por poder maniobrar elementos pesados. Suelen pesar bastante, y tienen una motricidad gruesa, poseen una pinza o tenaza como extremidad de agarre, ya que no está pensado en maniobrar elementos delicados, son utilizados en líneas de ensamblaje, y requieren de una gran programación. Aunque tenga una mayor fuerza de agarre, no posee la motricidad que buscamos.

Proyecto InMoov

Es un proyecto de código abierto, el cual consiste en la creación de un humanoide, hecho de material termoplástico (PLA) mediante una impresora 3D. Las ventajas que encontramos son que el diseño motriz ya se encontraba realizado, pero el inconveniente es que la electrónica control estaba resuelta en la plataforma Arduino por lo que tuvimos que modificarlo para nuestras necesidades.



Proyecto InMoov



La conclusión que sacamos fue que nuestro dispositivo debía asemejarse a la precisión de la mano Shadow Dextrous, y tendría que tener la fuerza necesaria para poder mover los objetos que nosotros teníamos pensados. Por otro lado, el coste debía ser bajo, ya que los materiales utilizados en los proyectos mencionados son demasiados caros.

Elaboración de la solución propuesta

Nos basaremos en el proyecto InMoov el cual es el que mejor se adapta a nuestras necesidades. En lugar de utilizar músculos neumáticos se utilizan servomotores los cuales son muchos más económicos y tienen la fuerza necesaria para este proyecto. Para la construcción de la mano evitaremos los materiales metálicos ya que estos requieren de mayor elaboración para poder adaptarlo a nuestras necesidades. En lugar de ello utilizamos la impresora 3D que posee el taller y así nos evitamos los problemas mecánicos que podríamos tener. Los sensores utilizados para los movimientos de cada dedo son de flexión los cuales varían su resistencia dependiendo de cuanto se doblan.

Estudio de las posibles soluciones

- ❖ Para leer la posición de los dedos desde el guante utilizamos sensores de flexión que varían su resistencia según cuan flexionados estén. Estos entregan una señal analógica la cual pasa por el conversor analógico digital y es interpretada por el software.
- ❖ En un principio pensamos en utilizar potenciómetros para controlar los dedos, otra opción fueron los del tipo deslizable, pero nos decidimos por los sensores de flexión ya que hace más natural e intuitivo el control del prototipo.
- ❖ Para el control independiente de los servos se suele utilizar el módulo TPM (Timer Pulse-Width Modulator) del microcontrolador, pero estábamos limitados en cuanto a la cantidad de servos que podíamos controlar (4 por microcontrolador). Por ello decidimos usar el módulo Timer en conjunto con el TPM, de esta forma uno establece cuando se encienden las salidas y el otro cuando se apaga cada una.
- ❖ Para la comunicación se nos presentan 3 opciones, radiofrecuencia, Wifi y Bluetooth. La radiofrecuencia quedó descartada porque en un principio pensamos en realizar una aplicación móvil para controlar los servos. Finalmente nos decidimos por la comunicación por bluetooth.
- ❖ Para el protocolo de comunicación se utilizó el SCI, ya que el módulo Bluetooth utilizaba el mismo, y no se podía configurar con algún otro (por ejemplo: I2C, SPI).
- ❖ Para transmitir el movimiento desde los servos hasta los dedos se utilizó tanza de nylon, pero el problema fue que con el tiempo esta se estiraba, es por ello que se lo reemplazó por un multifilamento trenzado con alto módulo de elasticidad.



Planificación del proyecto

El proyecto se dividió en tres etapas:

1. Control del dispositivo.
2. Comunicación Bluetooth.
3. Armado de placa.

Nos dividimos en grupos de dos integrantes, cada uno tenía como objetivo completar una etapa del proyecto, aunque a lo largo de la realización, todos los integrantes se desarrollaron en todas las etapas, teniendo así conocimiento pleno del proyecto final.

A continuación se podrá visualizar las tareas realizadas por cada persona que formó parte del proyecto.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fecha	20/06/2016	21/06/2016	23/06/2016	24/06/2016	27/06/2016	28/06/2016	30/06/2016	01/07/2016	04/07/2016	05/07/2016
Osuna	E0c	E0c	E0a	E2a	E1b	E1b	E1c	E1d/E2c	E1d	E1d
López	E0a	E0a	E0d	E1a	E1c/E2b	E1c	E1c	E1d/E2c	E1d	E1d
Barrios	E0b	E0b	E0f	E0g	E0i	E1g	E1i	Eij	E2f	E1m
Huicho	E0b	E0b	E0f	E0g	E0i	E1h	E1i	E1k	E2f	E1n
Sanchez	E0f	E0h	E0i	E0i	E0i	E1g	E1i	E1k	E2f	E1m
Soriano	E0g	E0b	E0i	E0i	E0i	E1h	E1i	Eij	E2f	E1n
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
07/07/2016	08/07/2016	11/07/2016	12/07/2016	14/07/2016	15/07/2016	01/08/2016	02/08/2016	04/08/2016	05/08/2016	
E1e/E2d	E1f/E2e	E1f	E1f	E2i	E2i	E1p	E1p	E2k	E2k	
E1e/E2d	E1f/E2e	E1f	E1f	E1f	E1p	E1p	E1p	E2k	E2k	
E2d	E2e	E1ñ	E1o	E1j	E1p	E2j	E2j	E2k	E2k	
E2g	E2h	E1ñ	E1o	E1j	E1p	E2j	E2j	E2k	E2k	
E2g	E2h	E1ñ	E1o	E1j	E1p	E1p	E1p	E2k	E2k	
E2g	E2h	E1ñ	E1o	E1j	E1p	E1p	E1p	E2k	E2k	

Descripción de las etapas

Nº de Etapa	Descripción
ETAPA 0	Investigación
E0a	Funcionamiento y control de los motores tipo servo
E0b	Protocolos de comunicación
E0c	Modulo CAD
E0d	Modulo TPM
E0f	Protocolo de comunicación del bluetooth
E0g	Protocolos de comunicación del SCI
E0h	Modulo bluetooth HC-05(Declaración)
E0i	Modulo bluetooth SCI(Registros)



ETAPA 1	Software
E1a	Control de 1 servomotor
E1b	Control de 1 servomotor con potenciómetro
E1c	Control de 5 servomotores independientes
E1d	Control de 5 servo motores mediante 5 potenciómetros
E1e	Control de 1 servo con sensor de flexión
E1f	Control de 5 servos mediante sensores de flexión
E1g	Configuración del modulo bluetooth(Maestro)
E1h	Configuración del modulo bluetooth(Eslavo)
E1i	Declaracion de los registros del SCI
E1j	Función de Transmisión de datos
E1K	Función de Recepción de datos.
E1M	Comunicación entre ambos módulos bluetooth
E1N	Envío de un paquete de datos
E1Ñ	Comunicación entre Mcu y modulos bluetooth
E1O	Envío de cuatro paquetes de datos
E1P	Unión de módulos

ETAPA 2	Hardware
E2a	Protoboard 1 servo con microcontrolador
E2b	Protoboard 5 servos con microcontrolador
E2c	Protoboard 5 servos con potenciómetros
E2d	Protoboard 1 servo con sensor de flexión
E2e	Protoboard 5 servos con sensores de flexión
E2f	Protoboard comuninacion SCI entre MCU
E2g	Protoboard modulos bluetooth(Master-Slave)
E2h	Protoboard modulos bluetooth con Microcontrolador
E2i	Diseño de circuito en Eagle
E2j	Armado de placa
E2k	Prueba de funcionamiento integral y corrección de fallos

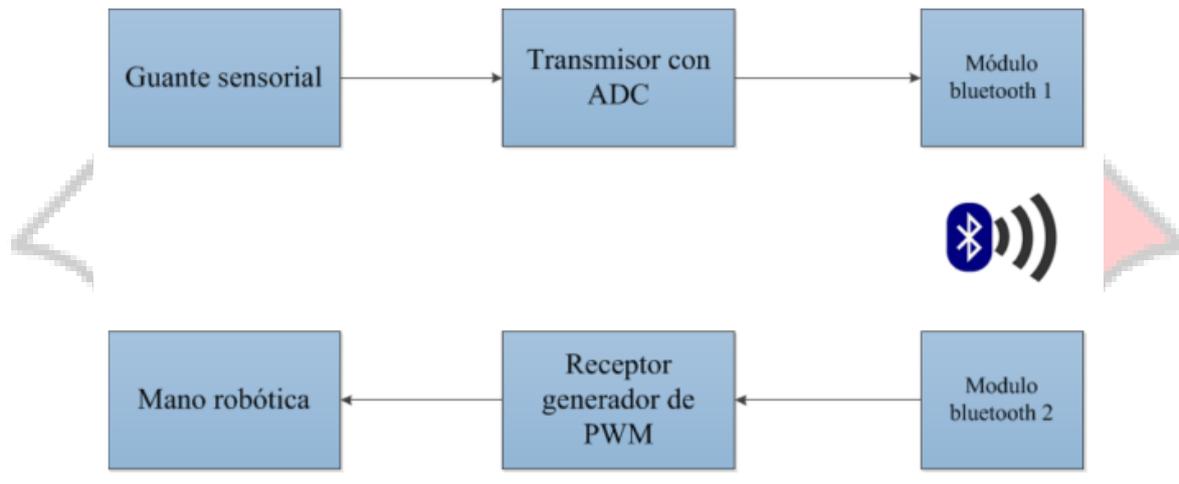
Objetivos del proyecto

Desarrollar un dispositivo electrónico que permita:

- ❖ Manipular con precisión objetos de pequeño tamaño.
- ❖ Reproducir las posiciones que realice el usuario mediante un guante sensorial en función de la flexión que se produzca en cada dedo.
- ❖ Controlar de manera inalámbrica el dispositivo mediante la comunicación Bluetooth.

Datos técnicos de la solución adoptada

Diagrama en bloques



Guante sensorial: En este se encuentran los sensores de flexión, los cuales se colocan en la parte superior de cada dedo. Al flexionarlos varían su resistencia. Cada uno se conecta a un circuito con un amplificador operacional que convierte el movimiento en valores de tensión que se envían a una entrada analógica del microcontrolador.

Transmisor con ADC (Analog to Digital Converter): Su función es convertir el valor analógico proveniente de los amplificadores operacionales en un valor digital para poder procesarlo con el microcontrolador. Si bien el microcontrolador tiene 14 entradas AD, solo tiene un conversor, por lo que se debe multiplexar la lectura de las entradas deseadas. El dato es guardado en 5 variables correspondientes a cada dedo. Luego el contenido de las mismas es enviado por comunicación serie. Se envían en paquetes de 8 bits, los cuales poseen el número de servo y además la posición del mismo.

Módulos Bluetooth: Utilizamos estos dispositivos para realizar la transmisión de datos de manera inalámbrica. El módulo maestro se utiliza para la transmisión de posiciones. El módulo esclavo se utiliza para recibir dicha información y enviársela al microcontrolador que generará las correspondientes señales de PWM.

Receptor generador de PWM: Este se encarga de recibir los datos y utilizarlos para generar las señales PWM que controlarán las posiciones de los servomotores utilizados. Estas señales pueden ser controladas con el módulo TPM, pero sólo hasta cuatro independientes. Por ello utilizamos el módulo Timer en conjunto. De esta manera configuramos el TPM en 2,5 ms. Este se encarga de encender la salida y el Timer se carga con la duración de cada pulso para luego apagarla mediante su interrupción. De esta forma podemos controlar hasta 8 señales PWM individuales.

Mano robótica: En esta se encuentran los cinco servomotores responsables del movimiento de sus dedos. Fue realizada con una impresora 3D en material termoplástico (PLA) siguiendo los diseños pertenecientes al proyecto francés InMoov.



Recursos

Luego de analizar la problemática y definir los objetivos del proyecto se realizó la siguiente lista de materiales y conocimientos previos que debíamos tener para poder desarrollarlo.

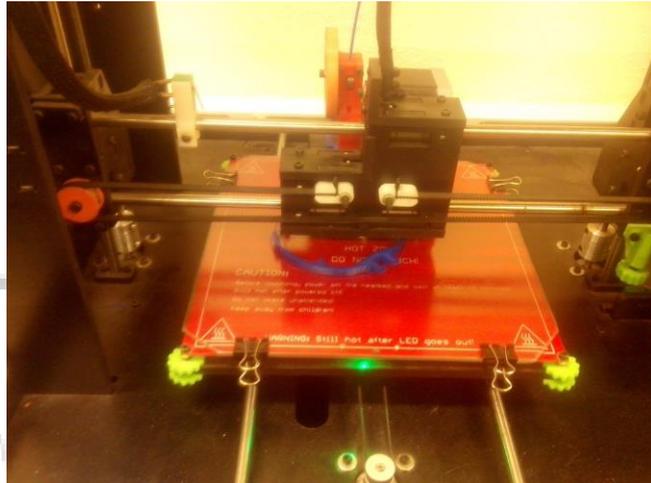
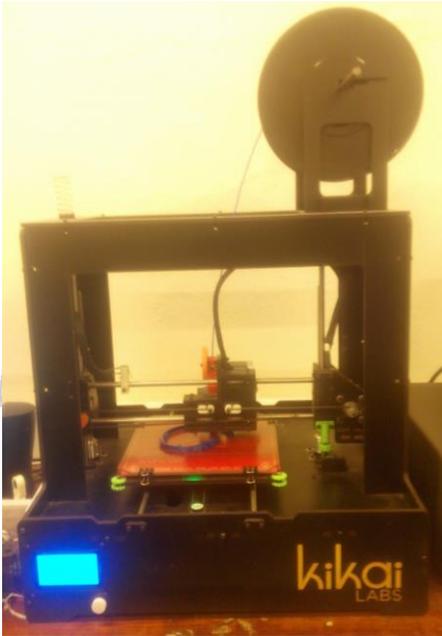
- Microcontrolador Freescale MC9S08SH8.
- Placa programadora EBDM.
- Computadora con el software CodeWarrior IDE.
- Servomotores HX12K.
- Sensores de flexión FS7548.
- Modulo Bluetooth HC-05.
- Guante.
- Modelo 3D de una mano robótica.
- Impresora 3D.
- Conocimientos de programación en lenguaje C.
- Conocimiento de los módulos ADC, TPM y Timer del microcontrolador.
- Conocimientos de protocolos de comunicación serie.
- Fuente de alimentación de salida doble.
- Osciloscopio digital.
- Multifilamento trenzado.
- Componentes electrónicos varios (placa epoxi, resistores, diodos, etc).

Descripción de las etapas

A continuación se describirán las distintas etapas que se realizaron para llegar al objetivo final. Cada una de ellas estaba distribuida en diferentes grupos.

Creación de la mano robótica

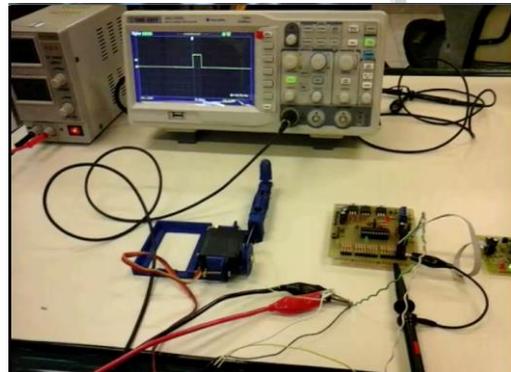
Se descargó los archivos STL del proyecto InMoov, en su página oficial, estos poseen los modelos en 3D que se quieren obtener. Los cuales mediante un programa como Cura o Repetier se configuran la temperatura del toger y de la cama caliente, y la velocidad de impresión. Una vez terminada esta etapa, se obtiene el código G el cual es enviado a la impresora 3D Kikai Labs modelo RepRap.



La impresora en funcionamiento

Configuración de la mano

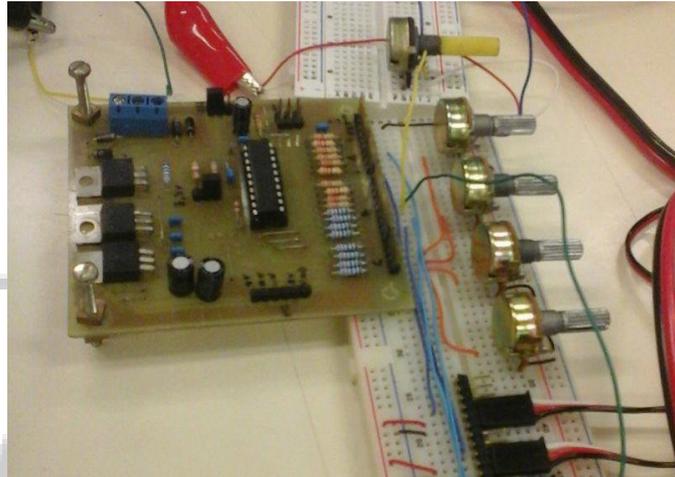
Se comenzó realizando la PWM de un solo dedo, lo cual se logró configurando el módulo TPM del microcontrolador. Una vez realizada esta primera parte, se continuó agregando más dedos, pero surgió el inconveniente que el microcontrolador mediante el Módulo TPM solo podía generar 4 PWM. Es por esto que se pensó una manera en la cual se pueda controlar más de 4 dedos, pero sin la necesidad de utilizar otro microcontrolador ya que esto significaba otro gasto. Por ello utilizamos el módulo Timer en conjunto. De esta manera configuramos el TPM en 2,5 ms. Este se encarga de encender la salida y el Timer se carga con la duración de cada pulso, para luego apagarla mediante su interrupción. De esta forma podemos controlar hasta 8 señales PWM individuales. Una vez resuelto la problemática, continuamos con la configuración del resto de los dedos.



Realización del guante

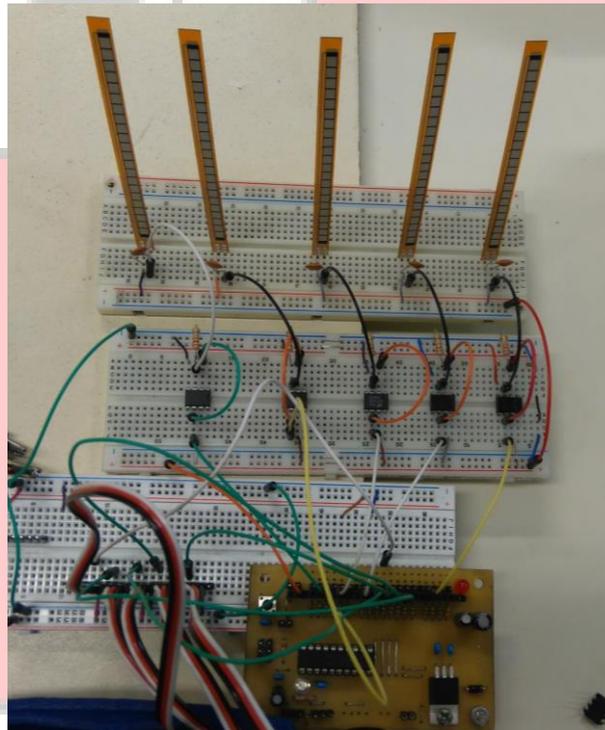
Se comenzó configurando un ADC con un potenciómetro, y el valor recibido del conversor es utilizado como dato, para la variación de PWM. Con esto se lograría variar la posición de un servomotor mediante un potenciómetro.

Pero el movimiento que hay que generar en el potenciómetro no es el que buscábamos para el guante, por ello se buscó alguna otra alternativa y se encontró un sensor de flexión, el cual lo hace más natural e intuitivo el control del prototipo.



Configuración de los conversores AD con potenciómetros

Se cambiaron los potenciómetros por los sensores flex, con esto logramos que el control de la mano sea más realista.



La configuración de los sensores flexibles previo al armado del guante

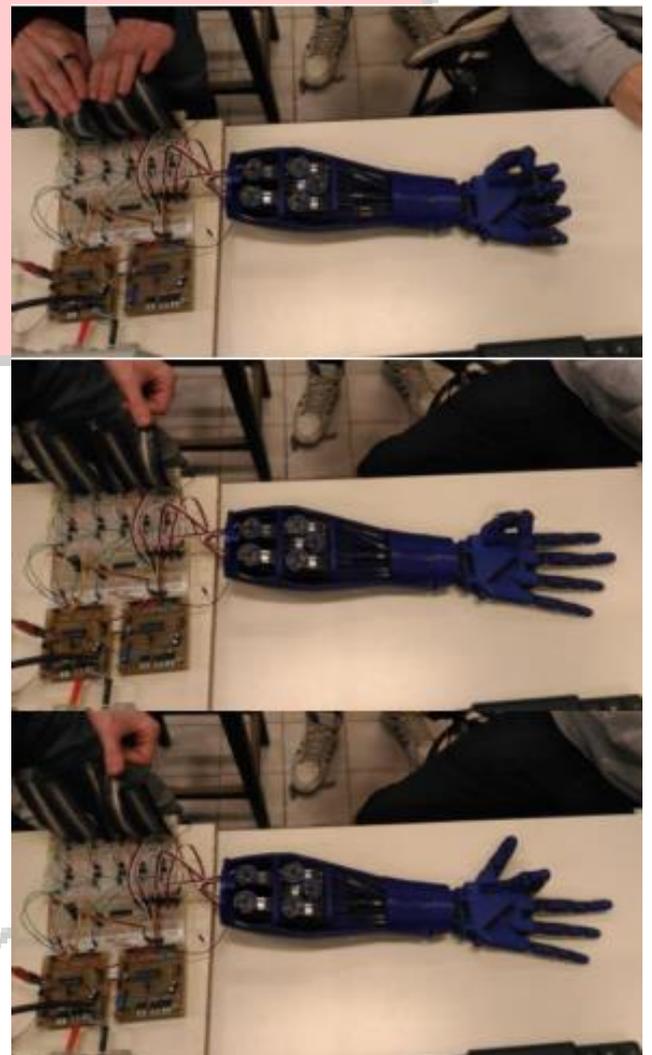
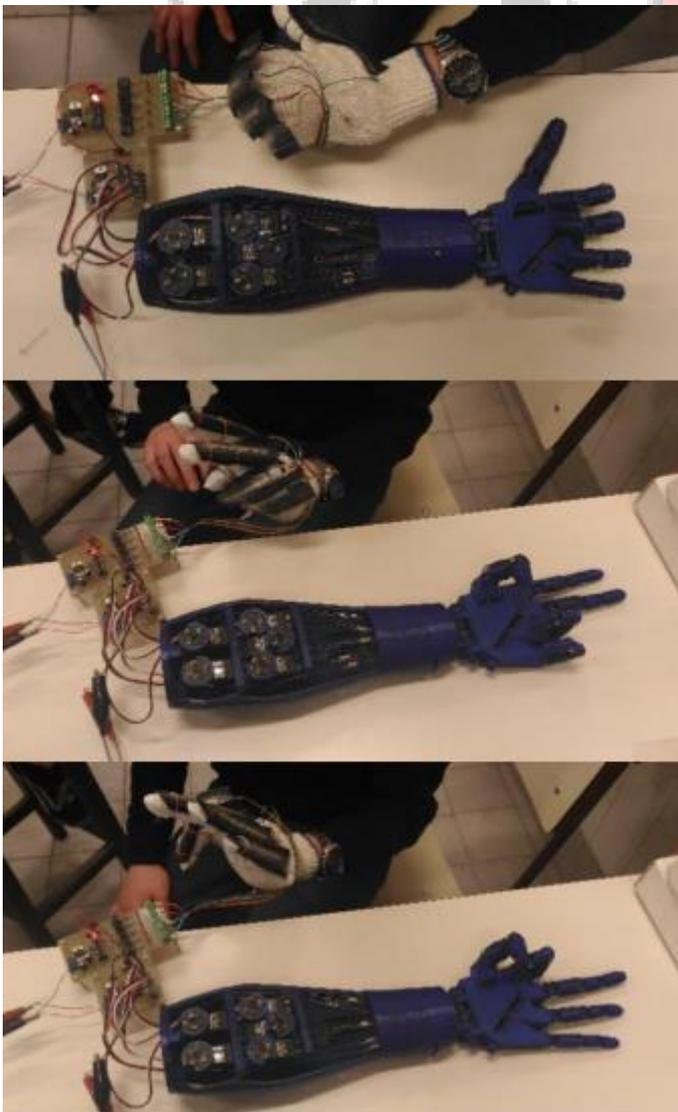
Comunicación

Se inició configurando el módulo SCI de los microcontroladores, y se comenzó a transmitir datos a modo de prueba. Cuando esto funcionó correctamente, se siguió con los módulos HC-05 los cuales se tienen que configurar mediante comandos AT para que estos estén

vinculados. Ya cumplidas todas las etapas anteriores, se programó cada microcontrolador y se comenzó la parte de calibración.

Calibración

Se realiza observando cómo se comporta la mano a medida que se efectúa en movimiento del guante. Y respecto a esto se modifica el código hasta que funcione de manera correcta.



Funcionamiento de la mano



Prueba del funcionamiento correcto de la mano junto al guante

Proyección futura del trabajo

- Continuar el ensamblado del resto de las partes para finalizar el brazo completo.
- Controlar el dispositivo a través de un dispositivo móvil programado en Android.
- Implementar el proyecto en un protocolo de comunicación TCP/IP, permitiendo ampliar la distancia entre el guante y la mano robótica.
- Especializar cada producto por separado. Se puede tomar este guante como base, para así desarrollar un traductor, el cual traduciría el lenguaje de señas a texto y lo transmitiría vía bluetooth a una aplicación de celular.
- Y siguiendo con el concepto anterior, la mano podría ser empleada para enseñar el lenguaje de señas. Mediante la comunicación SCI la mano podría estar vinculada tanto en una PC como en un celular mediante una aplicación, en la cual se colocaría el texto que se desea traducir. Y la mano realizaría los movimientos.



Discusión

Una de las mayores diferencias con otro tipo de proyectos fue que desarrollamos las partes de la mano robótica por medio de una impresora 3D lo cual permitió menor desgaste a la hora del armado de las partes mecánicas.

Con respecto al proyecto "Inmoov", a nivel de hardware, logramos motorizar y desarrollar cada uno de los movimientos de los dedos por medio de los servomotores.

También pudimos optimizar todos los recursos utilizando un microcontrolador para la transmisión y otro para la recepción de los datos. A diferencia de otros proyectos logramos el movimiento de cada uno de los dedos y pudimos programar un protocolo de comunicación bluetooth el cual nos permitió manejar la mano robótica a distancia.

Conclusiones

Al realizar este proyecto pusimos en práctica todos los conocimientos adquiridos durante los años de la especialidad logrando optimizar la utilización de los recursos.

Logramos controlar inalámbricamente una mano robótica sin la necesidad de exponer al cuerpo humano, lo cual es de suma importancia ya que puede resultar muy peligroso exponer al cuerpo humano a situaciones de riesgo.

Cumplimos con los objetivos principales planteados al comienzo del proyecto, como el movimiento de cada uno de los dedos de la mano y la comunicación inalámbrica por medio de los módulos Bluetooth.

Pudimos aprender

- ❑ Conocimientos nuevos tales como:
 - El protocolo de comunicación serie denominado SCI (Interfaz de comunicación serie) el cual lo utilizamos para realizar la comunicación entre el microcontrolador y los módulos Bluetooth.
 - Como programar y utilizar los módulos Bluetooth hc-05.

- ❑ Profundizamos conocimientos de programación tales como:
 - Interfaces de comunicación.
 - Diferentes módulos como el TPM, TIMER, y el ADC.

Fotografías



Fotografía del grupo de 5º Electrónica 1ª



Fotografía de los alumnos representantes en la instancia Nacional



Bibliografía

- Datasheet (Hoja de datos de los componentes)
- Microcontrolador:
<http://www.alldatasheet.es/datasheet-pdf/pdf/211558/FREESCALE/MC9S08SH8.html>
- Modulo Bluetooth HC-05:
https://www.rcscomponents.kiev.ua/datasheets/hc_hc-05-user-instructions-bluetooth.pdf
- Sensor Flex:
<https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Flex/flex22.pdf>
- Operacional 741:
<http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/9027/NSC/LM741.html>
- Información sobre servomotores:
<http://www.info-ab.uclm.es/labelc/solar/electronica/elementos/servomotor.htm>
- Información sobre distintos proyectos:
http://robots-argentina.com.ar/Actuadores_manos.htm



SISTEMA DE MANIPULACIÓN

ANTROPOMÓRFICA

ESCUELA: ET N° 1 “OTTO KRAUSE”

REGISTRO PEDAGÓGICO

Alumnos titulares:

Lopez, Julián	6° ET 1°	julian_k98@hotmail.com	41.621.739
Osuna, Leandro	6° ET 1°	lean.flgt@gmail.com	41.867.211

Docente Titular:

Gramont, Rodolfo	rgramont@gmail.com	23.205.420
------------------	--	------------

Ciclo lectivo 2017



REGISTRO PEDAGÓGICO:

“Sistema de Manipulación Antropomórfica ”

Sobre el marco metodológico y normativo:

El encuadre metodológico en el cual se desarrolló el sistema de manipulación antropomórfica fue el trabajo por proyectos. Este modelo pedagógico se comienza a trabajar en el primer ciclo de la formación técnica profesional según resolución N°4145 SSGECP/12. Luego se continúa aplicando esta metodología durante el segundo ciclo de formación técnica.

La intencionalidad de la propuesta curricular es que la enseñanza en la asignatura taller propicie un aprendizaje centrado en la resolución de problemas tecnológicos de complejidad variable según el momento del trayecto formativo.

Partiendo de una situación problemática dada, los alumnos realizan un trabajo de investigación del estado del arte y elaboración de una solución, planificación, desarrollo, construcción del prototipo, puesta en funcionamiento, presentación y defensa del trabajo realizado.

Según mi experiencia, el impacto de esta metodología de trabajo en los alumnos genera resultados muy positivos principalmente en términos de motivación e interés por el trabajo, aumento de participación en clase, desarrollo de criterios de planificación, optimización de recursos, trabajo en equipo, rendimiento académico, etc.

La elección de esta modalidad de trabajo busca los siguientes objetivos pedagógicos:

- Desarrollar la capacidad de resolver situaciones problemáticas sobre la vida real, potenciando los contenidos teóricos abordados.
- Aumentar la motivación al permitirles a los alumnos aplicar contenidos teóricos en contextos reales.
- Aplicar e integrar los conocimientos teórico-prácticos adquiridos durante el ciclo y ciclos anteriores.
- Generar criterios de planificación para el desarrollo de un proyecto teniendo en cuenta recursos (materiales, humanos, cognoscitivos, etc), costos, tiempo de realización, capacidades de cada integrante, etc.
- Fomentar el trabajo en equipo contemplando dinámicas internas y externas al grupo respecto a responsabilidades, compromiso, coordinación de tareas, etc.
- Desarrollar rutinas de registro de información, tareas, resultados.
- Comunicar eficazmente y perfeccionar las capacidades expositivas de los alumnos haciendo hincapié en la defensa técnica de un proyecto utilizando diversos lenguajes y tecnologías.

Desarrollo del sistema de Manipulación antropomórfica

➤ *Planteo de la situación problemática:*

Para comenzar el trabajo se planteó al curso diversas situaciones problemáticas buscando con ellas abarcar los diferentes contenidos curriculares de la asignatura. En este caso una de las situaciones problemática planteadas y en este caso elegida por los alumnos parte de la necesidad de diseñar un dispositivo manipulador para trabajar en ambientes hostiles o peligrosos. Dicho sistema de manipulación permitirá complementar las tareas de un operario en la industria con el fin de resguardar su integridad física. Así se dio origen al sistema de manipulación antropomórfico

➤ *Conformación del equipo de trabajo:*



La primera tarea que tienen los alumnos para realizar el proyecto es la conformación del grupo de trabajo y la definición de la situación problemática a trabajar. Es decir, los alumnos eligen con quienes van a trabajar y qué problemática intentarán resolver.

El sistema de manipulación antropomórfico surge de un desarrollo realizado por alumnos de 5º Electrónica 1º en la asignatura taller, estando conformado inicialmente el grupo de trabajo por los siguientes alumnos, según su propia elección: Osuna, Leandro; Lopez, Julian; Barrios, Ariel; Huicho, Daniel; Sanchez, Pablo; Soriano, Lautaro a cargo del docente de la asignatura Rodolfo Gramont. Cabe citar que el grupo completo nos representaron en la instancia jurisdiccional siendo Leandro y Julián los que presentan el trabajo en esta instancia. Los restantes compañeros del curso decidieron trabajar sobre otras consignas de similar complejidad, siendo su realización una de las condiciones para la aprobación de la asignatura taller de electrónica de 5º año.



Grupo de 5º Electrónica 1º

Esta es la primera instancia en la que evaluó el trabajo en equipo ya que aquí se observan tanto los intereses y motivaciones de cada uno frente a la especialidad como así también la actitud frente al trabajo. En el taller conformamos una lista tentativa de situaciones problemáticas teniendo en cuenta los contenidos curriculares que deseamos cubrir con la realización del trabajo y los conocimientos técnicos alcanzados hasta la fecha por el grupo de alumnos.

Los alumnos pueden optar por uno de los trabajos propuestos o elegir uno externo a las propuestas que realiza el taller. En ese caso se inicia un proceso de investigación y análisis en donde se evalúa en conjunto (docente y alumnos) la viabilidad y adecuación del mismo en términos de tiempos de realización, competencias técnicas necesarias, costos, etc.



Julián Lopez y Leandro Osuna, nuestro representantes a nivel Nacional

➤ **Recolección de información y análisis del estado del arte:**

Una vez conformados los grupos y definidas las propuestas de proyectos comienza la etapa de investigación y análisis en la que los alumnos buscan si existe algún tipo de solución al problema planteado analizando las ventajas y desventajas de las soluciones encontradas. Aquí se busca desarrollar tanto competencias en la búsqueda, selección y jerarquización de información como habilidades para detectar oportunidades de optimización de recursos. Esta etapa tiene como resultado la definición de los objetivos y alcances del proyecto respecto a cuál va a ser el nivel de desarrollo final alcanzado.

➤ **Planificación del proyecto:**

Lograda esta etapa comienza la planificación del proyecto. Aquí el grupo de alumnos debate acerca de cuál es la manera más eficiente de lograr el objetivo propuesto contemplando tiempos de realización, correlatividades, coordinación, etc. En esta instancia se ponen en relación las distintas habilidades de cada integrante del grupo para lograr una asignación de recursos lo más efectiva posible.

➤ **Desarrollo de prototipo:**

Finalizada la planificación etapa por etapa (la misma forma parte del informe técnico) comienza el desarrollo del proyecto propiamente dicho. Aquí el proceso pedagógico se reduce a asistir técnicamente a los alumnos e intervenir lo menos posible en las decisiones con el fin de evaluar cómo ellos resuelven las diferentes problemáticas que se les presentan a lo largo de todo el proceso de realización.

➤ **Presentación del proyecto realizado:**

Por último, una vez finalizada la construcción, puesta en marcha y verificación del sistema, se realiza la exposición y defensa del trabajo llevado a cabo. Para ello los alumnos preparan una presentación audiovisual en la que explican, paso a paso, como fueron avanzando en el desarrollo del proyecto haciendo uso de diferentes herramientas informáticas como PowerPoint, Prezi, vídeos, etc. Aquí se busca lograr no solo que el alumno realice una



defensa técnica sólida del proyecto sino también que explore diversas formas expositivas que complementen la escrita y oral. Además se hace hincapié en la construcción del discurso explicativo teniendo en cuenta los diversos niveles de competencia técnica de la audiencia.

Contenidos curriculares alcanzados:

En nuestro caso, la propuesta curricular selecciona y recorta un conjunto de saberes, conocimientos y habilidades que conjugan y asocian la identificación de necesidades a resolver y la metodología de resolución de problemas tecnológicos con el desarrollo y construcción de objetos técnicos integrando los siguientes contenidos de la asignatura taller de 5° año.

- Diseño de circuitos impresos.
- Construcción de dispositivos por proyecto.
- Tecnologías y arquitecturas de microcontroladores.
- Desarrollo de hardware para sistemas electrónicos.
- Programación de Microcontroladores.
- Construcción y conexión de dispositivos electrónicos
- Ensamble, mecanizado, manejo de maquinaria.
- Utilización de instrumental adecuado para la verificación del funcionamiento de dispositivos electrónicos.
- Elaboración de la documentación técnica.

A su vez en la realización del proyecto también se trabajaron contenidos transversales de las siguientes asignaturas:

- Talleres del ciclo básico técnico.
- Electrónica general I y II.
- Teoría de los circuitos.
- Laboratorio de Mediciones Electrónicas
- Sistemas de Control.
- Computadoras Electrónicas.

Instancias de evaluación:

La evaluación de la realización del trabajo abarca diferentes instancias formales, siendo la primera de ellas la que comprende los siguientes procesos:

- Conformación del grupo de trabajo.
- Elección de la situación problemática sobre la cual desean trabajar.
- Investigación del estado del arte y posibles soluciones.
- Análisis comparativo de cada una de ellas.
- Definición de objetivos.
- Análisis de dispositivo (croquis, diagrama en bloques, asignación de recursos).
- Planificación del trabajo a desarrollar.

La primera de las instancias formales de evaluación finaliza con la presentación por parte del equipo de trabajo y la aprobación por parte del docente del proyecto a realizar, en base a la problemática planteada, incluyendo los alcances del mismo, planificación del trabajo a realizar y la defensa de la viabilidad de la propuesta presentada.

La segunda instancia de evaluación abarca el desarrollo del proyecto, en el caso del sistema de manipulación antropomórfico es esta etapa se tuvieron en cuenta los siguientes ítems, acordes a la planificación realizada por el grupo de trabajo.



- Desarrollo de programa controlar el movimiento de uno de los dedos de la mano mediante la generación de una señal PWM (medición en Osciloscopio y calibración de la frecuencia de clock del microcontrolador).
- Desarrollo de programa de prueba para servomotor (adaptación de señal PWM y generación de barrido de posiciones).
- Realización de la unidad mínima de funcionamiento: desarrollo de programa para modificar la señal PWM en función de una resistencia variable (armado en protoboard).
- Análisis de comunicación serie y desarrollo de programa de prueba entre dos microcontroladores.
- Aplicación de comunicación serie a la unidad mínima de funcionamiento (desarrollo de programa para cada microcontrolador -transmisor con resistencia variable y receptor con servomotor-).
- Análisis de módulo Bluetooth y desarrollo de programa de prueba entre dos microcontroladores.
- Aplicación de comunicación serie por Bluetooth a la unidad mínima de funcionamiento.
- Análisis de adaptador de señal para resistencia de flexión y desarrollo de programa para su aplicación a la unidad mínima de funcionamiento.
- Diseño de circuito para placas transmisora y receptoras.
- Construcción y verificación de funcionamiento de las mismas.
- Ensayo en dispositivo de unidad mínima de funcionamiento.
- Análisis y desarrollo de programas de prueba para la generación de cinco señales PWM independientes con un solo microcontrolador.
- Desarrollo de protocolo de comunicación entre transmisor y receptor.
- Construcción de guante con las resistencias de flexión.
- Puesta en marcha del sistema completo (conexión de las resistencias de flexión y calibración de posiciones de cada servomotor).

La tercer y última etapa del proceso de evaluación comprende la presentación del prototipo realizado, el informe técnico y la defensa del trabajo abarcando los siguientes ítems:

- Evaluación del prototipo desarrollado en función de la problemática planteado y los objetivos del proyecto.
- Desarrollo y confección del informe técnico
- Análisis de la carpeta de campo.
- Desarrollo de la presentación audiovisual para respaldar el trabajo.
- Desarrollo de un vídeos explicativo y descriptivo del trabajo para presentarlo en redes sociales.
- Exposición y defensa frente a docentes y compañeros.

Conclusiones:

Sin duda la implementación de la metodología de trabajo por proyecto en forma transversal en la currícula implica: un alto grado de compromiso docente, la realización de un trabajo en equipo entre docentes, directivos y alumnos y la capacidad de gestionar recursos para garantizar la conclusión y continuidad de estas prácticas.

También implica el abandono de los esquemas tradicionales de clases preponderantemente expositivas, los cuales actualmente promueven escasa motivación en los alumnos. La realización de este tipo de prácticas implica una nueva planificación y diseño de nuevas estrategias didácticas para lograr los objetivos propuestos.

Proponiéndoles trabajos por proyecto a partir de la resolución de problemas tecnológicos no sólo les damos nuevos sentidos a los sus aprendizajes de los estudiantes, también los estamos ayudando a prepararse para su inserción en el mundo del trabajo, permitiéndoles a los alumnos fortalecer su capacidad para trabajar en equipo, desarrollar la iniciativa personal, la capacidad de resolución de problemas, y otras competencias fundamentales para la inserción laboral.



En el caso del grupo de alumnos que realizó el sistema de manipulación antropomórfico se ha evidenciado un crecimiento sostenido, en aspectos técnicos específicos que conciernen a su formación, en la organización del trabajo en equipo y en la forma de comunicarse y defender su trabajo, cabe citar al respecto que la primera defensa que hicieron los alumnos de este trabajo fue allá a finales del 2016 ante sus compañeros y docentes del curso lo cual les valió la aprobación de la asignatura. Luego han participado con el proyecto de los concursos estudiantiles SASE 2016, ADECCA 2016, INNOVAR 2017 y TECNICAMENTE 2017 mostrando una solidez técnica y expositiva dignas de admiración. Como docente puedo decir "Misión cumplida".





Feria Jurisdiccional de Educación, Arte, Ciencias y Tecnología 2017 FICHA DE DEVOLUCIÓN DE TRABAJOS

TÍTULO	"SISTEMA DE MANIPULACIÓN ANTROPOMÓRFICA "MANO ROBÓTICA"		Código	
			Localidad	CABA
INSTITUCIÓN	ET N°1 OTTO KRAUSE		Jurisdicción	
EXPOSITOR	Apellido, Nombres	OZUNA, LEANDRO		
	Apellido, Nombres	LOPEZ, JULIAN		
DOCENTE	Apellido, Nombres	GRAMONT, RODOLFO		
FECHA	17 DE AGOSTO DE 2017			

Fortalezas del trabajo presentado (Consenso del equipo evaluador)

- DESTACAMOS LA PRESENTACIÓN Y ENTUSIASMO DE LOS ALUMNOS EN LA EXPOSICIÓN ORAL.
- INTENTA RESOLVER POTENCIALES ACCIDENTES EN EL MUNDO LABORAL.
- INTEGRA CONTENIDOS ÁULICOS DE LA ESPECIALIDAD.
- LA PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO ES ADECUADA (RECOMENDAMOS MEJORAR EL SOPORTE).
- EL STAND BRINDA INFORMACIÓN.
- DESTACAMOS LA ESTRATEGIA UTILIZADA POR EL DOCENTE EN LA ENSEÑANZA DE TRABAJO POR PROYECTO.



Feria Jurisdiccional de Educación, Arte, Ciencias y Tecnología 2017

FICHA DE DEVOLUCIÓN DE TRABAJOS

Comentarios y Recomendaciones

- SUGERIMOS QUE LA CARPETA DE CAMPO REFLEJE EL TRAYECTO DE TRABAJO REALIZADO (BORRADORES, CALCULOS, IMAGENES, GRAFICOS, ETC).
- RECOMENDAMOS HACER UNA DEMOSTRACION DEL ALCANCE DEL PRODUCTO. RECOMENDAMOS CON LAS MEJORAS Y AMPLIACIONES.
- REDUCIR O SIMPLIFICAR LA CARGA TECNICA EN LA PRESENTACION, TENIENDO EN CUENTA QUE EL RECEPTOR PUEDE DESCONOCER ESPECIFICIDADES.
- EXPLICITAR EN FORMA ORAL Y ESCRITA INNOVACIONES QUE PRESENTA EL PROYECTO
- ES NECESARIO HACER HINCALIE EN LAS MULTIPLES APLICACIONES ACTUALES Y A FUTURO.

Evaluadores:

Apellido y Nombre: MALTESE, PABLO

Firma

Apellido y Nombre: FREILIJ, TOMÁS

Firma