



# Memoria: “Simuladores para la adquisición y entrenamiento de habilidades psicomotrices y destrezas quirúrgicas en cirugía de mínima invasión”

Presenta: Arlette Paola Olvera Fuentes

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la ciencia ha experimentado un gran desarrollo, el cual ha llevado paralelamente a un creciente avance tecnológico.

Este progreso, ha hecho posible que cada vez, se integren más áreas de conocimiento, para trabajar en forma multidisciplinaria con la finalidad de dar solución a diversas problemáticas, y necesidades que demanda la sociedad. En este trabajo conjunto, el área de las Ciencias de la Salud, requiere la creación de dispositivos médicos que permitan a la sociedad acceder a beneficios de mayor calidad para su salud y bienestar a un menor costo.

Para mí siempre ha sido de gran interés, y, en la medida de mis posibilidades el visitar hospitales, para analizar las deficiencias en cuanto a equipo médico se refiere. Esto con la finalidad de tomar conciencia de la gran importancia que tiene el que cada día me prepare para hacer frente, en una forma eficiente y eficaz a los padecimientos de la sociedad.

Los hospitales que pude visitar y a quienes les extiendo mi agradecimiento por su gran apoyo fueron:

- **NUEVO SANATORIO DURANGO**
- **HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO**

Para poder realizar los dispositivos electrónicos que más adelante describiré. Necesite de fortalecer y adquirir nuevas habilidades en el área de la Electrónica. Para cumplir con dicha finalidad, en un horario que se ajustó a no interferir con mis horas de servicio social, tomé el siguiente curso:

### **MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE CIRCUITOS ELECTRONICOS ANALOGICOS Y DIGITALES.**

Impartido por:

**EL CENTRO DE CAPACITACIÓN PARA EL TRABAJO INDUSTRIAL NÚMERO 74.**

**Nota importante:** Como comprobante de una acreditación normal de este curso, la Secretaría de Educación Pública (SEP) extiende una constancia, sin embargo, dada la

excelencia académica que demostré, recibí por parte de dicha institución, un **Diploma de Excelencia**. Anexo copia de dicho comprobante a mi expediente para el presente concurso.

Menciono lo anterior, porque esta fuente de conocimientos me llevó a poder desarrollar mi trabajo científico de una forma no solo contundente si no también fidedigna, confiable, segura y con un mayor conocimiento de causa.

A continuación, presento ante ustedes, con gran regocijo, una breve exposición de los puntos más sobresalientes que realicé durante mi Servicio Social. Estoy convencida que el proyecto que pude concluir como fruto de mi esfuerzo, dedicación, tiempo, constancia, disciplina bajo la dirección líder y apoyo del Dr. Fernando Pérez Escamiroso, sentará las bases de más trabajos, que sin duda alguna podrán revolucionar el área médica el día de mañana.

## 2. DESARROLLO

### Etapa 1

El primer paso que se llevó a cabo, fue la revisión del estado del arte en el área de las operaciones de mínima invasión. Para tal fin recopilé información, seleccionando los siguientes textos, como los más significativos para su estudio y posterior aplicación:

1. Óscar Torrente Artero. Arduino (2013). Curso práctico de formación.
2. Design of a Box Trainer for Objective Assessment of Technical Skills in Single port Surgery. Pag (1-12 de 606)
3. Force measurement platform for training and assesment of laparoscopic skills (1-7 de 3102)
4. Suturing intraabdominal organs:when do we cause tissue damage?(1 de 5 de 1005)
5. Visual Force Feedback Improves knot-Tying Security



# Memoria: “Simuladores para la adquisición y entrenamiento de habilidades psicomotrices y destrezas quirúrgicas en cirugía de mínima invasión”

Presenta: Arlette Paola Olvera Fuentes

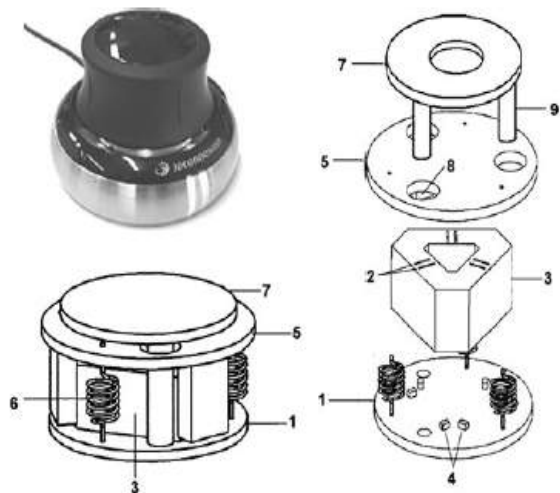


Fig.1. Imagen de un dispositivo para entrenar las habilidades de los cirujanos en las cirugías de mínima invasión.

A partir de la literatura actualizada, mi asesor y yo analizamos la problemática presente referente a brindar nuevas herramientas para que los futuros cirujanos o profesionales ya titulados, mejoren sustancialmente sus destrezas en el área quirúrgica, para lograr que puedan adquirir una destreza total que les permita operar con seguridad y esto represente beneficios directos en la salud y pronta recuperación de los pacientes.

Mi asesor me propuso el reto de elaborar un prototipo que no sólo fuera capaz de entrenar a los cirujanos, sino que además implementáramos una forma de comunicación entre el dispositivo y el cirujano para que él, de forma inmediata se diera cuenta, **si estaba operando dentro de los márgenes correctos de fuerza que se le pueden aplicar a un tejido.**

Así pues, en base a todo lo anterior, surge la idea de crear un prototipo conocido como:

## EL ENTRENADOR DE HABILIDADES Y DESTREZAS CON COMUNICACIÓN ABIERTA

### Etapa 2

Se procedió a elaborar el prototipo físico-mecánico del entrenador.

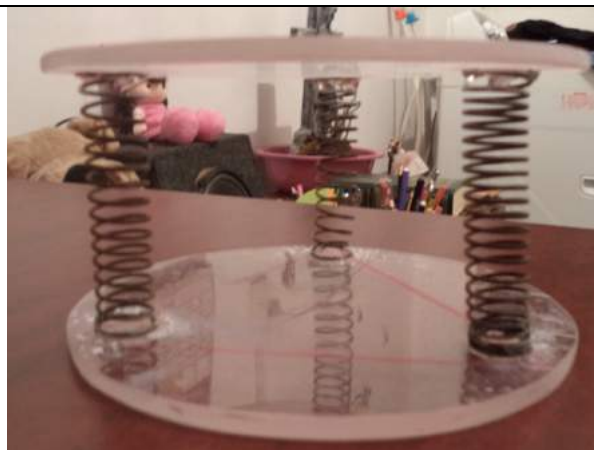


Fig.2. La presente imagen, al primer prototipo que utilice para llevar a cabo mis pruebas de laboratorio.

Estas pruebas de laboratorio fueron por ejemplo para determinar la sensibilidad de los resortes, la cantidad de fuerza que podía soportar sin deformarse, también me ayudó para determinar la distancia a la cual los sensores podían detectar el campo magnético.

Posteriormente, con un conocimiento de causa mayor y con ayuda de mi asesor el Dr. Fernando Pérez Escamiroso, logré realizar un nuevo diseño de los resortes y de las placas más óptimas.

**Para el nuevo diseño se tomó en cuenta, los desplazamientos que podría tener la placa superior, debido a los movimientos de sutura, en los ejes coordenados y en los planos cartesianos.**

Para todas las lecturas medidas se consideró su valor absoluto.



Para obtener el campo magnético utilice imanes de Neodimio.

En mis estudios descubrí una relación muy importante entre el imán y el sensor, la cual



# Memoria: “Simuladores para la adquisición y entrenamiento de habilidades psicomotrices y destrezas quirúrgicas en cirugía de mínima invasión”

Presenta: Arlette Paola Olvera Fuentes

era que con un lado del imán el voltaje aumentaba y con el otro lado era un proceso inverso.

Es decir era muy importante si trabajamos con el norte o con el sur del imán para, la descripción matemática de su comportamiento.

Otra de las variables que se trabajo fue la magnitud del campo magnético que proporcionaba imanes de distinto tamaño.



Para medir el campo magnético utilice un gaussímetro.



## Etapas 3

Posteriormente, a esta estructura física se le agregaron, unos sensores de efecto Hall, los cuales ayudaron a determinar la distancia entre las placas debido a la presencia del campo magnético.



# Memoria: “Simuladores para la adquisición y entrenamiento de habilidades psicomotrices y destrezas quirúrgicas en cirugía de mínima invasión”

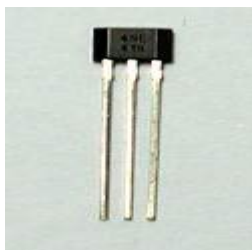
Presenta: Arlette Paola Olvera Fuentes

El campo magnético se generó por medio de unos imanes de Neodimio, que colocamos adentro de las placas.

Fue necesario trabajar con sensores de efecto Hall en forma independiente, esto con la finalidad de determinar su rango de operación. Las lecturas indicaron que sus medidas eran muy pequeñas, por tal motivo se recurrió a una etapa de amplificación.

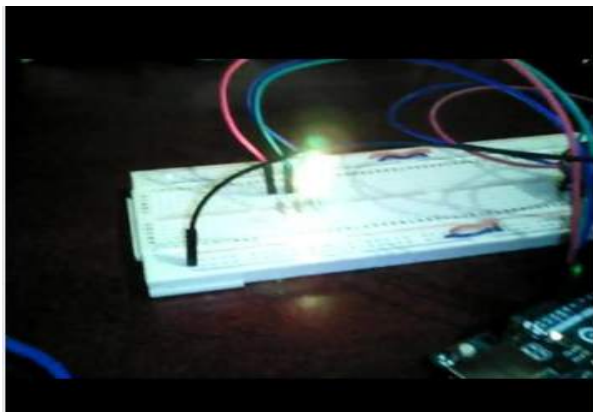
Después de la etapa de amplificación, se aplicó una etapa para la eliminación de offset, esto con el propósito de que este empezará precisamente en cero, lo cual sería el ideal, no obstante, sabemos que estos números se obtienen utilizando instrumentos de mayor precisión con un nivel de calibración mejor, la mejor aproximación que pudimos obtener a cero fue: 0.0666V

Lo cual considero fue bastante aceptable. En este caso se llevaron a cabo numerosas pruebas de laboratorio, muy intensas porque estas dos etapas fueron de gran valor dado la calidad en los resultados obtenidos.



## Etapa 4

### COMUNICACIÓN CON EL CIRUJANO



Para llevar a cabo la comunicación con los cirujanos investigue sistemas electrónicos en

el mercado para que esta fuera de fácil implementación y además amigable.

Cuya programación no fuera compleja y su precio en el mercado fuera relativamente accesible. Previamente en la Facultad ya había trabajado con el MSP430 y Arduino, compare las dos placas, su programación y costo.

En base a mis investigaciones y a una experiencia propia que tuve al participar en el evento:

### “EXPOSICIÓN DE PROYECTOS DE ELECTRÓNICA 2015-2”

El cual se llevó acabo en la Facultad de Ingeniería.

Después de un análisis extensivo, llegué a la conclusión de que el mejor dispositivo para el prototipo es Arduino. Esto debido al hecho de que al ser una placa de hardware libre, y que incorpora un microcontrolador reprogramable junto con un conjunto de pines los cuales están unidos a las patillas de las salidas hacen que las entradas sean muy sencillas para conectar sensores, leds, potenciómetros, etc.

Una vez que elegí esta opción, también adquirí la responsabilidad de saber más sobre este dispositivo, lo cual me resultó en extremo fundamental en mi preparación académica.

Para ello con toda humildad reconozco que no sabía nada sobre el tema, así que estudié todo un libro que me ayudó desde hacer una programación básica. El libro se titula:

### “ARDUINO

### CURSO PRACTICO DE FORMACION”

Para conjuntar toda la estructura de la programación que necesitaba, recurrí a mis conocimientos adquiridos de C, que tomé previamente en cursos impartidos en mi apreciada Facultad de Ingeniería, en el cual me dieron una Constancia (la cual también anexo).

Esta parte de implementación consistía en una entrada analógica en un principio la cual sería proporcionada por un potenciómetro, después la salida sería dada por un led especial de colores llamado:





# Memoria: “Simuladores para la adquisición y entrenamiento de habilidades psicomotrices y destrezas quirúrgicas en cirugía de mínima invasión”

Presenta: Arlette Paola Olvera Fuentes

## LED RGB

El cual produce toda la gama de colores

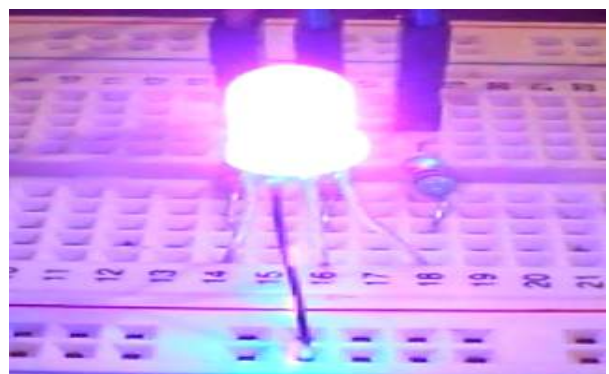


El primer programa consistió en obtener toda la gama de colores del espectro visible desde la luz blanca hasta todas las combinaciones que se pueden obtener con los tres colores primarios con los que cuenta el led como son:

**ROJO**, **VERDE** y **AZUL**

Y LA TIERRA que es la terminal necesaria para cerrar el circuito.

Muestro las imágenes:





# Memoria: “Simuladores para la adquisición y entrenamiento de habilidades psicomotrices y destrezas quirúrgicas en cirugía de mínima invasión”

Presenta: Arlette Paola Olvera Fuentes



Cuando obtuve este programa, pase a la siguiente fase, platicar con mi asesor que colores se quedaría para la comunicación con el cirujano.

Así que se determinó en dejar:

Principalmente

- El color rojo, para cuando el cirujano estuviese aplicando una fuerza excesiva que en forma segura causaría un daño irreversible en el tejido o en un órgano.
- ✓ El color verde para cuando el cirujano estuviera en el rango óptimo.

## CONCLUSIONES

Este trabajo para mí fue de gran valor, porque adquirí mayor confianza en que soy una persona que es capaz de llevar una idea en crear un dispositivo real, tangible y sobre todo funcional, para beneficio de la sociedad.

Considero que más allá de cumplir con el servicio social cumplí con un compromiso propio que me ha llevado años forjar. Que mis conocimientos siempre sean en este caso, para buscar la elaboración de dispositivos que ayuden a las personas a mejorar sus condiciones de salud. Lo cual sólo se puede lograr con cirujanos excelentemente preparados y por ende necesitamos coordinar nuestros esfuerzos para que juntos caminemos y trabajemos con proyectos como el presente.

Nuestra máxima casa de estudios, de la cual me siento profundamente honrada al ser parte

de su comunidad. Nos cobija como alumnos y sociedad por todo lo que nos brinda tanto en apoyos materiales, profesionales y sobre todo por sus valores que nos inculca. Buscando siempre que todo lo que se haga sea en beneficio de la sociedad.

## AGRADECIMIENTOS:

Agradezco sinceramente el apoyo de los profesores que están a cargo del Laboratorio Abierto de la Facultad de Ingeniería, quienes me facilitaron las instalaciones para realizar cada una de las prácticas, el equipo en préstamo brindado y sobre todo su gran apoyo para ayudarme a resolver las diversas dudas con las que me enfrenté en la realización de este proyecto.

Agradezco también a la Facultad de Ingeniería, por mantener siempre a la vanguardia sus instalaciones. Las cuáles son el pilar de apoyo para que estudiantes como yo, deseosos de conocimiento, podamos llevar acabo nuestras actividades, con total confianza y satisfacción.

Me gustaría hacer un paréntesis, para dedicar este trabajo en memoria de mis compañeros y personas que desgraciadamente perdieron la vida en el terremoto del año pasado.

Por otro lado, para todos aquellos profesores que nos brindaron su apoyo, cuidado y comprensión aquel día, que primero resguardaron nuestras vidas antes que la suya. Gracias asesor Dr. Fernando Pérez Escamiroso y Dr. Manuel Villalobos.

A la Facultad de Medicina me haya abierto las puertas para trabajar en sus instalaciones, atreves del Dr. Fernando Pérez Escamiroso quien compartió sus ideas, conocimientos y conté con su apoyo para la elaboración de este proyecto.

A todo el personal que labora en este lugar y que tuve la oportunidad de conocer.

A la Lic. Angélica Gutiérrez Vázquez por todo su apoyo, tiempo y dedicación en la revisión de mis trámites.

A todo el personal de Servicio Social, en especial a la señorita Rubí por su tiempo y apoyo para la recepción de mis papeles.



# Memoria: “Simuladores para la adquisición y entrenamiento de habilidades psicomotrices y destrezas quirúrgicas en cirugía de mínima invasión”

Presenta: Arlette Paola Olvera Fuentes

Por último, y con mucho amor para toda mi familia, que me ayuda y por la cual trabajo tan duro día a día en la escuela tratando de ser la mejor persona que puedo llegar a ser. Porque he comprendido que no podemos llegar a ser perfectos pero si perfectibles y que el maravilloso conocimiento me espera todos los días al igual que la vida para vivirla con alegría, entusiasmo y entrega por un noble ideal, hacer de este un mundo mucho mejor.



**POR MI RAZA, HABLARÁ EL ESPÍRITU**

- Sharon P. Rodriguez. Tim Horeman, Jenny Dankelman, John J, Van Den Dobbels. Suturing intraabdominal organs: when do we cause tissue damage? Año 2011, pág. (1 de 5 )
- Tim Horeman, Daisy Feng, Jenny Dankelman. Visual Force Feedback Improves knot-Tying Security. Pág(1-9)

## Referencias:

- Óscar Torrente Artero. Arduino (2013). Curso práctico de formación. Ed. Alfa omega. Primera Edición. Pag.588.
- Tim Horeman Phd, Siyu Sun, Frank William Jansen. Design of a Box Trainer for Objective Assessment of Technical Skills in Single port Surgery. Pag (1-12 )
- Tim Horeman, Sharon P. Rodriguez, Frank Willem Jansen. Force measurement platform for training and assesment of laparoscopic skills Pag (1-7 )