



ESTERILIZADOR PARA INSTRUMENTAL ODONTOLÓGICO AUTOMATIZADO

**DANIEL PUYO ARRIETA
6827
KAREN LORENA LOPEZ LOPEZ
9645**

**UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD DE INGENIERÍAS
COORDINACIÓN DE INGENIERIA BIOMÉDICA
BOGOTÁ, D.C.
2016**



ESTERILIZADOR PARA INSTRUMENTAL ODONTOLÓGICO AUTOMATIZADO

**DANIEL PURO ARRIETA
KAREN LORENA LOPEZ LOPEZ**

**Informe de proyecto del trabajo de grado para optar al título de Ingeniero (a)
Biomédico (a)**

**GUILLERMO ANDRES CANO
INGENIERO ELECTRONICO**

**UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD DE INGENIERÍAS
COORDINACIÓN DE INGENIERIA BIOMÉDICA
BOGOTÁ, D.C.
2016**



ACTA DE JURADO

NOTA DE ACEPTACION

FIRMA PRESIDENTE DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO



DEDICATORIA

A Dios por permitirnos cumplir el sueño de podernos convertir en profesionales y a nuestros padres por ayudarnos a lograrlo.



AGRADECIMIENTOS

A nuestra familia por el gran apoyo que nos ofrecieron durante todo el transcurso de nuestras vidas garantizándonos una buena carrera y con ello un bueno futuro. A nuestros profesores por orientarnos y forjarnos hacia el camino del éxito.

¡A todos Gracias!

CONTENIDO

ACTA DE JURADO	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTOS	5
CONTENIDO.....	6
LISTA DE ILUSTRACIONES	8
LISTA DE CUADROS	9
LISTA DE TABLAS	10
ANEXO.....	11
RESUMEN	12
INTRODUCCION	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.1. CRITERIOS	15
1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA.....	16
2. JUSTIFICACION.....	17
3. HIPOTESIS.....	18
4. OBJETIVOS.....	19
4.1. OBEJTIVO GENERAL	19
4.2. OBJETIVOS ESTRATEGICOS.....	19
5. MARCO DE REFERENCIA.....	22
5.1. MARCO TEORICO	22
5.1.1. ARDUINO	22
5.1.2. SERVOMOTORES	22
5.1.3. CODIGO ASCII.....	23
5.1.4. SISTEMA PIEZO ELECTRICO.....	24
5.2. MARCO CONCEPTUAL	24
5.2.1. ESTADO DEL ARTE	25
5.3. MARCO LEGAL.....	28
6. METODOLOGIA	29
6.1. DESARROLLO DE LA IDEA DE PROYECTO.....	31
6.1.2. DESARROLLO DE LAS ENCUESTAS.....	32
6.1.3. MUESTRA DE ALGUNAS ENCUESTAS	33

6.1.4.	RESULTADOS OBTENIDOS DE TODOS LOS ENCUESTADOS	34
6.1.5.	ESTUDIO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	35
6.1.6.	MEDIA ARITMETICA DE CADA UNA DE LAS PREGUNTAS	35
6.1.7.	VARIANZA Y DESVIACIÓN ESTANDAR DE LAS MEDIAS ARITMÉTICAS DE CADA PREGUNTA	38
6.1.8.	ESTUDIO DE MERCADEO DE LA IDEA DE PROYECTO	39
6.1.9.	ASPECTOS QUE SE TIENEN EN CUENTA PARA QUE EL ESTUDIO ME MERCADEO	41
6.2.	PRIMER AVANCE DEL PROYECTO	42
6.2.1.	ELEMENTOS ELECTRÓNICOS E INFORMATICOS NECESARIOS DEL PROYECTO	42
6.2.2.	EXPLICACIÓN DETALLADA DE LA CREACION DEL ESTE PRIMER AVANCE	43
6.4.	TERCER AVANCE DEL PROYECTO	52
6.4.1.	PASO DEL CÓDIGO ASCCI A UNA SECUENCIA SISTEMÁTICA...	53
6.4.2.	INTRODUCCIÓN DE UN SISTEMA BLUETOOTH EN EL BRAZO...	53
6.5.	CUARTO Y ULTIMO AVANCE DEL PROYECTO	54
6.5.1.	CAMBIO DEL ARDUINO UNO, AL ARDUINO MEGA.....	55
6.5.2.	ADAPTACIÓN DE LOS DRIVER L298N	56
6.6.	PRESUPUESTO Y GASTOS DEL PROYECTO.....	58
6.7.	CRONOGRAMA	59
7.	MODELO FINAL DEL PROYECTO	62
8.	DISCUSIÓN	65
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	66
	ANEXOS	67
	GLOSARIO	73

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Interfaz de arduino	22
Ilustración 2. Servos interiormente	23
Ilustración 3. Pinzas "Mathieus" de ortodoncia.....	25
Ilustración 4. Modelo de Equipo Piezo Eléctrico.....	25
Ilustración 5. Modelo de equipo piezo- eléctrico.....	26
Ilustración 6. Farmacia Robotizada	27
Ilustración 7. Dispensador de medicamentos.....	27
Ilustración 8. Diagrama de flujo del proyecto.....	30
Ilustración 9. Modelo del prototipo del proyecto	32
Ilustración 10. Código ASCII	43
Ilustración 11. Mapa conceptual del código.....	45
Ilustración 12. LCD 16X2.....	46
Ilustración 13. Proceso de la creación del brazo en acrílico.....	47
Ilustración 14. Elaboración en Autocad 1	48
Ilustración 15. Prototipo Final segundo avance.....	49
Ilustración 16. Partes del Brazo.....	50
Ilustración 17. Dimensiones Servo	51
Ilustración 18. Dimensiones Pinza	51
Ilustración 19. Posición Servos en el Brazo	52
Ilustración 20. Conexión de Bluetooth a Arduino [8].....	54
Ilustración 21. Diseño de los recipientes del brazo	55
Ilustración 22. Arduino MEGA	56
Ilustración 23. Conexión de DRIVER L298N a arduino	57
Ilustración 24. Prototipo final del brazo con algunos detalles faltantes	62
Ilustración 25. Prototipo final del dispositivo.....	63
Ilustración 26. Recipientes del prototipo.....	63
Ilustración 27. Dobles del brazo	64



LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis estadístico	37
--------------------------------------	----

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Objetivos estratégicos	21
Tabla 2. Esterilización de elementos según el protocolo.....	28
Tabla 3. Tabulación encuestas.....	34
Tabla 4. Tabulación pregunta abierta.....	35
Tabla 5. Media aritmética	36
Tabla 6. Varianza y desviación estándar.....	38
Tabla 7. Gastos del proyecto.....	58
Tabla 8. Gastos de repuestos del proyecto.....	59
Tabla 9. Cronograma de actividades del proyecto	61

ANEXO

ANEXO 1. Encuesta doctor John Cárdenas.....	67
ANEXO 2. Encuesta doctor John Cárdenas.....	68
ANEXO 3. Encuesta Doctor Rene Barragán.....	69
ANEXO 4. Encuesta doctor Rene Barragán.....	70
ANEXO 5. Encuesta Dra. Gilma Pérez.....	71
ANEXO 6. Encuesta Dra. Gilma Pérez.....	72

RESUMEN

La idea de este proyecto inicia por medio de un estudio que se realiza a base de encuestas a un grupo de 20 odontólogos de distintas especialidades. Se observa en las encuestas que hay una gran inconformidad de parte de los odontólogos en la parte de esterilización, particularmente para aquellos que tienen que viajar a distintas partes de la ciudad o el país a realizar procedimientos dentales en establecimientos o lugares donde no se cuenta con los debidos equipos de esterilización o limpieza para su herramienta de trabajo.

Normalmente, al realizar tratamientos o procedimientos en lugares distintos a sus clínicas, deben llevar una unidad portátil, y tienen un volumen de pacientes que fluctúa de los 10 a 30 pacientes en promedio; todos estos pacientes están citados a lo largo del día de una forma consecutiva en un promedio de 15 minutos cada uno si es para tratamiento de ortodoncia, y de 30 minutos si es para otro caso distinto.

La problemática consiste en que de paciente en paciente, se debe usar un instrumental previamente esterilizado según el protocolo dado por la secretaría de salud, sin embargo, esto muchas veces no es posible. Normalmente cada odontólogo contiene de 3 a 5 juegos de instrumental que lleva para usar en la clínica o sitio donde va y presta su labor. Cuando el doctor termina de usar los cinco juegos de instrumental que tiene, queda teniendo un déficit de 5 a 25 pacientes, y literalmente en las encuestas se lee la inconformidad de algunos odontólogos al decir que les parece algo antihigiénico y antiséptico el tener que rociar o limpiar el instrumental con desinfectantes de superficie, como altheol o benzaldina, sin garantizar una limpieza profunda para reducir el peligro de infección entre instrumental.

Con base en la plataforma arduino, se ha diseñado un equipo de limpieza profunda o esterilización manual. Este sistema utiliza los líquidos desinfectantes que son aprobados por la secretaría de salud para la esterilización manual (glutaraldeido y jabón enzimático). Un brazo robótico traslada el instrumental de un recipiente a otro, y un sistema de ultrasonido, parecido al usado en la limpieza de tarjetas de computación, se activa al sumergir el instrumental en los líquidos desinfectantes.

Todo el sistema está controlado desde arduino, y por medio de un componente bluetooth permite que sea controlado desde el celular del doctor que desea realizar la esterilización manual. El doctor solamente debe poner el instrumental en un recipiente, y con el presionar un botón en su celular, el brazo robótico, sistematizado con todos los componentes del prototipo, permite que el instrumental llegue a otro recipiente limpio, después de haber pasado previamente por el procedimiento de esterilización manual.



Palabras claves: Esterilización, odontología, brazo robótico, Arduino, ultrasonido.

INTRODUCCION

Este proyecto consta de mostrar el procedimiento paso a paso en la elaboración de un equipo el cual cumplirá con la función de esterilización manual en instrumental odontológico. Esto es importante, ya que la esterilización es una de las técnicas de saneamiento sanitario que persigue la destrucción completa de toda forma microbiana.

El instrumental quirúrgico reutilizable es considerado como material crítico por el elevado riesgo de infección inherente a su utilización. Si se utiliza un instrumental quirúrgico que no ha sido esterilizado correctamente se estaría facilitando la transmisión de microorganismo patógenos que pueden fomentar la aparición de infecciones nosocomiales.

Existe dos formas por las cuales se puede realizar el proceso de esterilización: mecánica y manual. Este proyecto se enfocará en el proceso manual ya que podrá ser útil y disponible en cualquier área o momento buscando la practicidad del médico tanto a la hora de usarlo como de transportarlo.

Pensando en sus necesidades se ha creado este equipo que más que un servicio suple todas las necesidades rigiéndose en las normatividades de sanidad frente a la esterilización. Optimizando funciones que manualmente toman más trabajo y dedicación de lo disponible, será un auxiliar más en el área de desempeño. Principalmente se pensó en el área de ortodoncia dado que es más concurrente la necesidad de la esterilización continua del instrumental por el alto nivel de pacientes que se maneja en un día y dado que se realizó el estudio frente a esta área.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La problemática surge a raíz de la inconformidad en la parte de esterilización y limpieza del instrumental odontológico, para aquellos odontólogos que por su labor necesitan viajar y prestar sus servicios en distintas zonas del país. Esta problemática se evidencia en un grupo de encuestas que se trabajan estadísticamente en el transcurso de este proyecto.

Diariamente a la hora de atender a sus pacientes, un especialista en ortodoncia o un odontólogo que realiza brigadas, tiene 4 juegos de instrumental en promedio para rotar de paciente en paciente. Es obligación del odontólogo utilizar con cada paciente un instrumental libre de impurezas o residuos procedentes de su paciente anterior, por lo tanto debe cumplir con un debido proceso de esterilización y de seguimiento. La realidad muestra que lo anteriormente dicho no se cumple, sino que hay una ligera desinfección con desinfectantes de superficie.

Al realizar este proceso el doctor o su auxiliar deben manejar un protocolo el cual por ser un requisito deben cumplir al pie de la letra. Este protocolo toma tiempo y en ocasiones entorpece la labor del odontólogo, pues le hace perder tiempo y en el caso de no tener auxiliar, hace que su trabajo no sea completamente efectivo.

Este proyecto surge por tanto, a petición de algunos odontólogos que mostraban su inconformidad en el proceso de esterilización de su trabajo. Se identifica la problemática y de ella surge la idea de crear un equipo capaz de automatizar uno de los procesos más esenciales y requeridos en el área odontológica que es la esterilización, particularmente para aquellos odontólogos que viajan y prestan sus servicios en distintas partes de la ciudad o del país.

1.1. CRITERIOS

Primero que todo hay que saber que el producto que se desarrolla está dirigido al sector salud, particularmente al odontológico. De las ramas de la odontología, el producto sería utilizado en la especialidad de ortodoncia, y para aquellos odontólogos generales o especialistas que deben realizar brigadas en distintas zonas de Bogotá o del país. Esto nos muestra por tanto que el producto estaría dirigido a un sector de la población de odontólogos de Colombia que correspondería al 40%, dado que según un estudio realizado por el colegio odontológico colombiano, tres de cada diez odontólogos se especializan en una rama de la odontología, 0.3 de cada 10 se especializa en ortodoncia, y 3.8 de cada 10 hacen brigadas, dando 4.1 y siendo este valor aproximado al 40% de la población que se estudia.

Por tanto en cuanto a la delimitación de la población a la que se dirige el producto, se puede observar que habría una limitación, y es que el producto no iría dirigido a todo el sector salud de odontólogos, sin embargo según un estudio realizado por la universidad de Antioquia, en Colombia hay 46000 odontólogos, lo cual muestra que nuestro producto estaría dirigido aproximadamente a una población de 18400 odontólogos aproximadamente.

En cuanto a la delimitación espacial del producto, es importante primero considerar que es necesario comenzar en Bogotá, y posteriormente dirigirse a la restante población de Colombia.

Se puede decir que una de las limitaciones que presenta este proyecto es que por ser nuevo tiende a presentar dudas de utilidad y funcionalidad por miedo a la inversión de algo no tan conocido.

1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

¿CÓMO PODRÍA MEJORARSE EL PROCESO DE ESTERILIZACIÓN EN LA ODONTOLOGÍA, PARA GARANTIZAR UNA MEJOR ASEPSIA DEL INSTRUMENTAL DE TRABAJO EN AQUELLOS ODONTÓLOGOS QUE REQUIEREN VIAJAR A DISTINTAS ZONAS DEL PAÍS, Y DONDE NO SE CUENTA CON LOS RECURSOS TECNOLÓGICOS DE LIMPIEZA ADECUADOS?

2. JUSTIFICACION

Según un estudio realizado por medio de encuestas, en busca de una mejora en el sector-salud, en el área de odontología el problema más frecuente se encontraba a la hora de esterilizar su instrumental. Su alto volumen de pacientes no les permite tener el suficiente tiempo en la atención, y por los cuales se daba a entender que todos sus implementos deben estar a su disposición en perfectas y óptimas condiciones asépticas a tiempo.

Al tratarse de contaminantes directos de cada paciente, debe eliminarse cualquier residuo que este haya dejado en el instrumental, por lo cual debe cumplir con el proceso de lavado y esterilización. Este proceso según el protocolo tiende a durar mucho tiempo, por lo tanto ellos no pueden cumplir puntualmente con su agenda y es necesario para esto comprar varios juegos de instrumental para evitar estos inconvenientes. Ahora, cuando el odontólogo tiene que trasladarse de un lado a otro, es demasiado complicado por la cantidad de material y herramientas que deben llevar en cada momento para su labor.

La idea del equipo se presentó inicialmente a odontólogos, particularmente a ortodoncistas y brigadistas. Normalmente los doctores que manejan instrumental y que necesitan esterilizar cuentan con autoclaves, sin embargo, en el momento de tener que trasladarse a distintas partes de la ciudad, es muy complicado tener que viajar con una autoclave por el peso y cuidado. Obviamente la esterilización por autoclave es mucho más efectiva que la manual, sin embargo, a la hora de trasladarse de un sitio a otro es mucho más practica la esterilización manual, puesto que se pueden cumplir con todas las condiciones necesarias para realizar este proceso en cualquier sitio sin importar las condiciones: no implica mucho peso, no implica demasiado cuidado como un autoclave, y principalmente se puede disminuir el tiempo de esterilización al ser mejorado el método manual de esterilización, por medio de la idea de equipo que damos.

3. HIPOTESIS

- La esterilización en la odontología debe ser mejorada

Una de las mejores opciones que hay en el mercado son las autoclaves, sin embargo en la odontología tiene una gran falencia cuando se trata del trabajo de los especialistas que deben trabajar en distintas partes de la ciudad o el país. Es muy complicado para un especialista que desea hacer brigadas o prestar algún servicio en pueblos o ermitas llevar un autoclave, y esto se debe a que muchas veces el lugar donde va a trabajar no cuenta con las condiciones eléctricas, neumáticas, mecánicas para realizar su trabajo. Por esta razón es necesario crear un dispositivo de esterilización manual, que sea completamente automático, y que no tenga tantas condiciones de preinstalación como las de una autoclave, para que de esta forma el odontólogo pueda prestar sus servicios en distintas partes del país sin importar las condiciones donde tenga que trabajar.

- La esterilización en la especialidad de ortodoncia debe ser replanteada y mejorada

Un ortodoncista, normalmente tiene que estar viajando a distintas partes de la ciudad para prestar su servicio en distintas clínicas. Normalmente lo que hace el odontólogo dueño de la clínica es citar a todos los pacientes de ortodoncia un día al mes, y el ortodoncista va ese día atendiendo un volumen de 15 a 30 pacientes, uno por cada 15 minutos. El ortodoncista lleva a su disposición 5 juegos de instrumental previamente esterilizado para utilizarlo en sus pacientes. La problemática surge en lo antiséptico que suele ser esto, dado que el ortodoncista al atender cada 15 minutos un paciente, no tiene tiempo de esterilizar el instrumental que lleva, y por esta razón lo que hace es una limpieza con desinfectante para superficies como altheolo o benzaldina, y de esta forma rotar los cinco juegos de instrumental que tiene con sus 15 o 30 pacientes.

Es necesario por tanto crear un dispositivo de esterilización manual que permita hacer una limpieza profunda del instrumental del odontólogo que ya ha utilizado, en el momento en que él está atendiendo algún paciente con otro de sus juegos de instrumental, para que en el momento de terminar con este paciente, también este juego que ha utilizado sea introducido en este dispositivo para que pueda ser esterilizado manualmente.

4. OBJETIVOS

4.1. OBEJTIVO GENERAL

Diseñar un equipo de esterilización del instrumental de ortodoncia y para brigadas, que permita suplir la necesidad de muchos odontólogos en este campo que buscan ahorrar tiempo, y garantizar que el instrumental que usan con cada paciente en sus procedimientos esté libre de patógenos, microorganismos que puedan transmitirse por medio de este.

4.2. OBJETIVOS ESTRATEGICOS

Objetivos estratégicos	Ámbitos	Planes de acción	Bases recalificación
Oe1 Conocimiento adecuado de todo el proceso de esterilización manual	Ley 1441 del 2013 sobre esterilización	Leer la ley y sacar conclusiones de todo el proceso necesario para esterilizar	Agrupación estratégica
		Mirar detenidamente cuales son los elementos adicionales que son necesarios para la esterilización manual (indicadores, bolsas, etc.)	
	Funcionamiento básico de los equipos de esterilización	Aprender la estructura básica del autoclave de vapor	
		Aprender la estructura y funcionamiento básico del esterilizador por calor seco	
Oe2 Conocimiento de todo lo relacionado con la plataforma arduino , y toda la parte	Programación con arduino	Aprender y saber claramente los comandos y bucles de arduino , así también carpetas y librerías, para poder tener una idea clara de cómo actuaran las partes electrónicas en la interfaz	

electrónica a base de este lenguaje		Aprender cómo debe ir la programación según los pines de la interfaz en relación con el programa arduino	Agrupación de conocimientos y paso de lo teórico a lo práctico
	Compilación y montaje de distintas partes electrónicas en la interfaz	Entender la programación y compilación de los servomotores en la tarjeta arduino	
		Entender el montaje de los drivers para motores y a su vez poderlo compilar con todo el sistema de servomotores	
Oe3 Hacer montaje de un primer prototipo del equipo por el cual se pueda controlar desde un ordenador los movimientos del brazo robótico	Código ASCII (American standard Code for Information Interchange)	Conocer y entender la relación código ASCII con el teclado del ordenador, para que de esta forma se pueda compilar con la parte electrónica y controlarlo desde el computador	
	Servomotores	Saber cuántos motores vamos a utilizar, para que de esta forma podamos entender cuántos grados de libertad necesitamos en el brazo y de esta forma compilarlo con la programación	
	Soportes de los motores	Calcular distancias de cada grado de libertad de los motores para que de esta forma podamos diseñar toda la parte de la carcasa del brazo	
Oe3 Buscar posible errores y mejoras para que de esta forma podamos	Tiempo de prueba y cambios necesarios	Hacer pruebas del peso el cual es capaz de cargar y llevar la mano del brazo, para que de esta forma podamos saber si es necesario cambiar los motores por	

<p>hacer un segundo prototipo más eficiente y mejorado</p>		unos más resistentes	<p>Retroalimentación y mejora de todo el prototipo</p>
	<p>Cambios y partes necesarias añadidas</p>	<p>Cambiar si es necesario la parte plástica de la carcasa por partes metálica, para que de esta forma se pueda garantizar la durabilidad del brazo</p>	
		<p>Añadir sistema bluetooth, para que de esta forma el dispositivo se pueda controlar desde un celular y podamos tener un dispositivo más portátil</p>	
<p>Oe4 Hacer pruebas del prototipo, para ver que durabilidad y desempeño tendría en un tiempo determinado, y para probar el desempeño de los componentes</p>	<p>Tiempo de prueba y cambios si son necesarios</p>	<p>Hacer pruebas y cambios si es necesario en el prototipo buscando dos objetivos principales: la ergonomía del equipo, y la eficiencia</p>	
	<p>Análisis y retroalimentación</p>	<p>Tomar todos los conocimientos del proyecto desde el principio, tanto teóricos y prácticos, para poder buscar posibles fallas o errores y mejorarlas</p>	

Tabla 1. Objetivos estratégicos

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1. MARCO TEORICO

5.1.1. ARDUINO

Arduino es una plataforma electrónica programable para la creación de proyectos basados en software y hardware de manera flexible y rápida.

Arduino puede tomar información del exterior a través de sus pines de entrada de toda una gran variedad de sensores, procesar la información y actuar controlando luces, motores y otros actuadores tecnológicos.

La placa Arduino se muestra en la siguiente imagen marcando los elementos más usados. [1]



Ilustración 1. Interfaz de arduino

Arduino se puede utilizar para desarrollar objetos interactivos autónomos o puede ser conectado a software tal como Adobe Flash, Processing, Max/MSP, Pure Data. Las placas se pueden montar a mano o adquirirse. El entorno de desarrollo integrado libre se puede descargar gratuitamente.

5.1.2. SERVOMOTORES

Un servomotor (también llamado servo) es un dispositivo similar a un motor de corriente continua que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación, y mantenerse estable en dicha posición.

Un servomotor es un motor eléctrico que puede ser controlado tanto en velocidad como en posición.

Es posible modificar un servomotor para obtener un motor de corriente continua que, si bien ya no tiene la capacidad de control del servo, conserva la fuerza, velocidad y baja inercia que caracteriza a estos dispositivos. [2]



Ilustración 2. Servos interiormente [10]

5.1.3. CODIGO ASCII

El código ASCII (siglas en inglés para American Standard Code for Information Interchange), es decir Código Americano Estándar para el intercambio de Información), y se pronuncia Aski.

Fue creado en 1963 por el Comité Estadounidense de Estándares o "ASA", este organismo cambio su nombre en 1969 por "Instituto Estadounidense de Estándares Nacionales" o "ANSI" como se lo conoce desde entonces.

Este código nació a partir de reordenar y expandir el conjunto de símbolos y caracteres ya utilizados en aquel momento en telegrafía por la compañía Bell. En un primer momento solo incluía letras mayúsculas y números, pero en 1967 se agregaron las letras minúsculas y algunos caracteres de control, formando así lo que se conoce como US-ASCII, es decir los caracteres del 0 al 127.

Así con este conjunto de solo 128 caracteres fue publicado en 1967 como estándar, conteniendo todos lo necesario para escribir en idioma inglés.

En 1981, la empresa IBM desarrolló una extensión de 8 bits del código ASCII, llamada "página de código 437", en esta versión se reemplazaron algunos caracteres de control obsoletos, por caracteres gráficos. Además se incorporaron 128 caracteres nuevos, con símbolos, signos, gráficos adicionales y letras latinas, necesarias para la escrituras de textos en otros idiomas, como por ejemplo el español. Así fue como se sumaron los caracteres que van del ASCII 128 al 255.

IBM incluyó soporte a esta página de código en el hardware de su modelo 5150, conocido como "IBM-PC", considerada la primera computadora personal. El

sistema operativo de este modelo, el "MS-DOS" también utilizaba el código ASCII extendido.

Casi todos los sistemas informáticos de la actualidad utilizan el código ASCII para representar caracteres, símbolos, signos y textos. [9]

Es importante recalcar que este código fue utilizado en el primer avance, luego ya en todo el proceso de realización del proyecto se sustituyó por una sistematización y secuencia del código.

5.1.4. SISTEMA PIEZO ELECTRICO

La piezoelectricidad (del griego piezein, "estrujar o apretar") es un fenómeno que ocurre en determinados cristales que, al ser sometidos a tensiones mecánicas, en su masa adquiere una polarización eléctrica y aparece un diferencial de potencial y cargas eléctricas en su superficie.

Este fenómeno también ocurre a la inversa: se deforman bajo la acción de fuerzas internas al ser sometidos a un campo eléctrico. El efecto piezoeléctrico es normalmente reversible: al dejar de someter los cristales a un voltaje exterior o campo eléctrico, recuperan su forma.

Los materiales piezoeléctricos son cristales naturales o sintéticos que carecen de centro de simetría. Una compresión o un cizallamiento provocan disociación de los centros de gravedad de las cargas eléctricas, tanto positivas como negativas. Como consecuencia, en la masa aparecen dipolos elementales y, por influencia, en las superficies enfrentadas surgen cargas de signo opuesto.[11]

5.2. MARCO CONCEPTUAL

Lo Primero que hace un odontólogo después de sacar el instrumental de la boca del paciente, es introducirlo en un recipiente que contenga un componente que se llama jabón enzimático, el cual remueve sangre, azúcares, almidones, etc., esto se deja durante 10 minutos. Luego tomar el instrumental y lavarlo con agua y remover todo el componente, luego se sumerge de nuevo el instrumental en glutaraldeído al 5%, esto debe tardar unos 10 minutos también, luego se saca de nuevo y se lava para ser puesto previamente en una autoclave donde termina el proceso de esterilización. Pero el auto clave no es necesario si se extiende el tiempo del instrumental en estos componentes, pero tendría que ser por mínimo media hora.

Los ortodoncistas utilizan la pinza Mathieu por cada paciente que tienen que revisar, y cada odontólogo por mínimo revisa 5 pacientes uno tras de otro. En una de las encuestas un ortodoncista comentaba que es muchas veces hasta

antihigiénico tratar con los pacientes y usar las pinzas de nuevo sin una debida esterilización.

Normalmente un ortodoncistas tiene mínimo dos pinzar Mathieus, las cuales va intercalando con cada paciente.



Ilustración 3. Pinzas "Mathieus" de ortodoncia

5.2.1. ESTADO DEL ARTE

El equipo de esterilización portátil para odontología como tal no existe, sin embargo, existen algunos equipos de ultrasonido o vibración que se utilizan en la odontología para poder limpiar el instrumental antes de ser utilizado:

- Este equipo es desarrollado en la china, y consta de un recipiente donde se introducen pequeñas piezas de odontología, como son fresas, discos de carburo, piedras de pulimiento, etc. No es muy conocido, y son pocos los odontólogos que lo tienen.



Ilustración 4. Modelo de Equipo Piezo Eléctrico

- Estos son los equipos más comunes en cuanto a limpieza de vibración y ultrasonido. Son utilizados en distintos campos: Limpieza de tarjetas electrónicas, instrumental, herramientas mecánicas, etc.



Ilustración 5. Modelo de equipo piezo- eléctrico

Como se ha dicho anteriormente, no existe un equipo en odontología creado para este fin, pero en la medicina, existen equipos para la dispensación de medicamentos que se basan en brazos robóticos, o sistemas electrónicos, que están debidamente programados y reconocen patrones.

- Este sistema cada vez va tomando más fuerza en los países desarrollados del mundo, en Argentina, Chile, México ya se implementa, y cada vez toma más fuerza para expandirse en Latinoamérica. Son llamadas farmacias robotizadas, y constan de un sistema electrónico que por medio de un comando reconoce medicamentos y son llevados al personal médico que ha pedido la orden del previamente.



Ilustración 6. Farmacia Robotizada

- Este sistema por último, es un dispensador de medicamento desarrollado igualmente en países desarrollados, y en este momento en Latinoamérica por México, el cual exporta el sistema en distintos países contando con Colombia. En cuanto a la relación de nuestro proyecto es que dispensa por medio de un sistema medicamentos, y a principio del proyecto nos planteamos la idea de realizar un prototipo de esta forma.



Ilustración 7. Dispensador de medicamentos

5.3. MARCO LEGAL

La esterilización odontológica está basada básicamente en la siguiente resolución:

Resolución 1441 de 2013

La resolución 1441 de 2013 especifica los procesos de esterilización en diferentes entidades y los lineamientos necesarios para tratar el instrumental utilizado en los procedimientos de prestación de los servicios de salud que sean reutilizables e invasivos.

El instrumental odontológico cuenta con diferentes elementos que apoyan cada uno de los procesos del servicio, así mismo sus formas y texturas implican que la contaminación de los mismos sea diferente según su aplicación; para identificar esto se realiza la siguiente tabla de clasificación. [3]

Artículos Críticos	Artículos Semi-Críticos	Artículos No Críticos
Son instrumentos que entran en contacto directo con mucosas (sangre) o con la piel	Son instrumentos que entran en contacto con la piel y no penetran superficies corporales	Son aquellos que no entran en contacto con la mucosa oral de los pacientes
<ul style="list-style-type: none"> -Instrumental quirúrgico -Instrumental de endodoncia (Ej: Lentulo, fresa, batt espaciador, etc.) -Instrumental de periodoncia (Ej: sondas, exploradores, etc.) -Fresas -Pieza de Mano 	<ul style="list-style-type: none"> -Porta amalgamas -Cubetas de impresiones -Lámpara de fotocurado -Cámara Intraoral 	<ul style="list-style-type: none"> -Bandeja de instrumental -Vaso Dappen -Cabezote de rayos x -Unidad Odontológica -Lámpara -Sillones

Tabla 2. Esterilización de elementos según el protocolo

6. METODOLOGIA

A continuación se muestra el proceso de todo el proyecto paulatinamente, desde el momento en que se comenzó a darse la idea, hasta el día de hoy que se está culminando el prototipo.

Este proyecto comenzó a principios del año pasado, más exactamente, a mediados de enero del 2015. En el primer semestre se desarrolló un primer avance, el cual consistía en un brazo robótico de acrílico que estaba controlado desde un computador.

Por medio de comandos se controlaban los grados de libertad del brazo, es decir, el eje x, y e z. Los servomotores eran las articulaciones del brazo, puesto que por medio de ellos se daba la movilidad del dispositivo, ya que por medio de un código desde el ordenador, la información llegara a la interfaz de arduino, y a la vez esta, daba la orden del número de grados que deseaba que se moviera cada parte del brazo.

Todo este proceso de creación del primer modelo, fue asesorado en la clase dictada por el Ing. Guillermo Cano de aplicaciones electrónicas biomédicas.

El segundo avance comprendió el periodo de agosto a noviembre, el cual consistía en cambiar completamente el prototipo del brazo de acrílico en aluminio. La base de este prototipo es una caja de acrílico, que guarda todos los componentes electrónicos, para que de esta forma pudiera verse más presentable y ergonómico.

El tercer avance consistió en automatizar el brazo por medio de un código que hiciese todo el proceso sin necesidad de que cada movimiento fuese controlado por el teclado del computador. Se añadió un sistema Bluetooth permitiendo que el brazo se pudiera controlar desde cualquier sistema móvil Android. Este periodo correspondió a un mes, es decir, de Noviembre a Diciembre.

El cuarto y último avance, correspondió desde el mes de diciembre hasta finalizar el mes de febrero. Consistió en añadirle el sistema de vibración a todo el equipo, unir los recipientes de la base del brazo donde sería introducido el instrumental a limpiar, y compilar todo el código de arduino para que el sistema funcionara correctamente.

A continuación se muestra más detalladamente cada una de estas etapas, y según a el enfoque mixto, puesto que nuestro proyecto ha tenido tanto un enfoque cualitativo como cuantitativo.

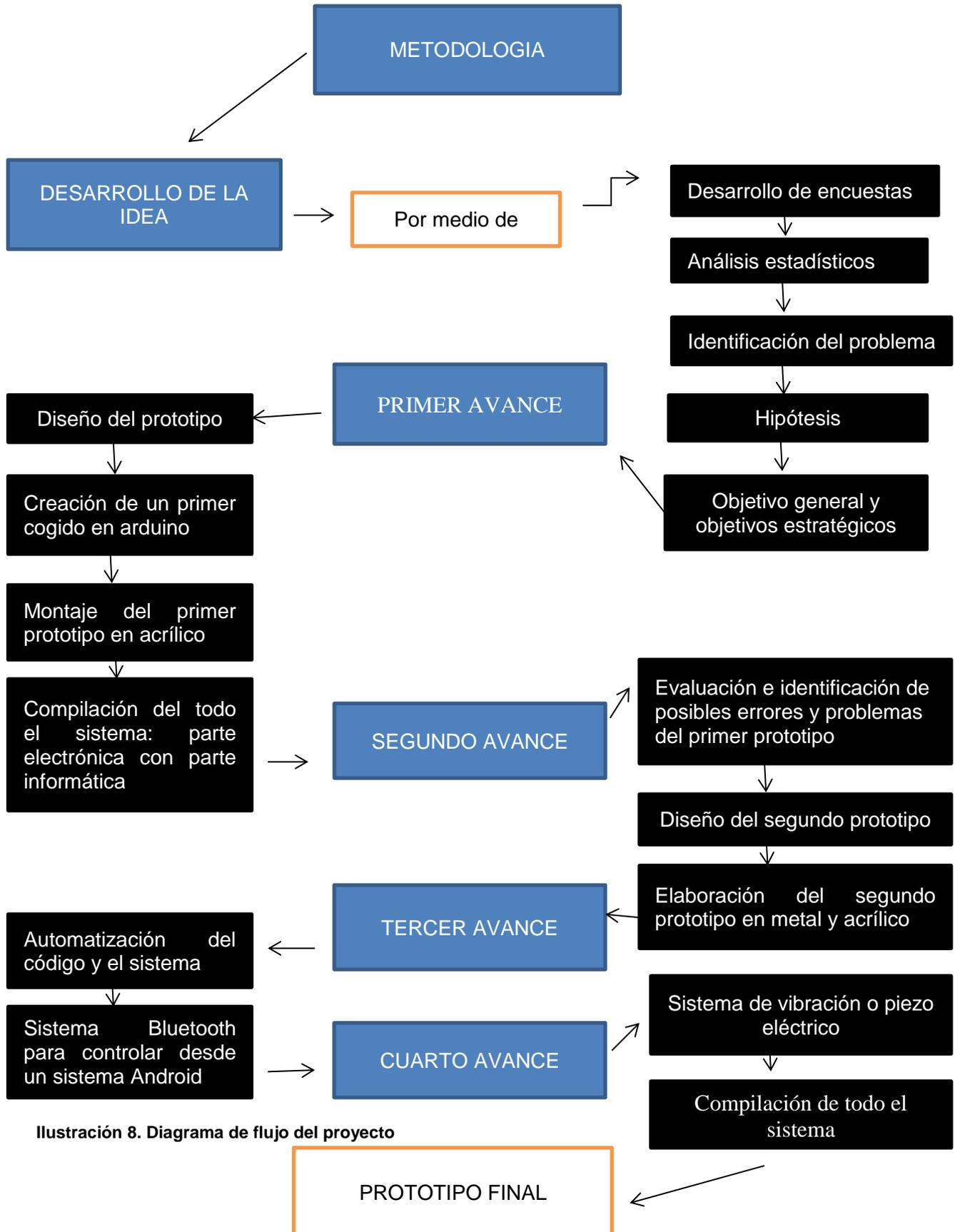


Ilustración 8. Diagrama de flujo del proyecto

6.1. DESARROLLO DE LA IDEA DE PROYECTO

Para la realización de este proyecto nos hemos basado en varios estudios que se han hecho paulatinamente, teniendo como principio y base la realización de un conjunto de 20 encuestas a un grupo de odontólogos de distintas especialidades.

También es importante recalcar que aparte de estas encuestas, se consultó con la opinión de aproximadamente 30 odontólogos más, para que dieran su opinión si era pertinente la creación de este equipo. Sin embargo el siguiente estudio esta soportado con las 20 encuestas realizadas a los distintos odontólogos que nos brindaron un poco de su tiempo, dado que por la ocupación y el poco tiempo que disponían los otros 30, se negaron a realizarla pero si dieron un punto de vista breve con sus palabras de lo que opinaban, mostrando que podría ser una buena idea de innovación.

El prototipo de la idea es el que se muestra a continuación, el cual se fue mejorando según lo fuimos haciendo. Consta de un brazo robótico que introduce instrumental odontológico en cuatro recipientes: jabón Enzimático, agua, glutaraldeido y nuevamente agua.

A medida que el brazo va poniendo el instrumental en cada recipiente, se activa un sistema de vibración que en la gráfica está representado con el color gris. Luego de un tiempo determinado, el brazo recoge el instrumental de un recipiente y lo introduce en otro, hasta completar el pazo por los cuatro lugares como se indica en la gráfica.

El recorrido termina en el recipiente con agua, como se puede indicar en la gráfica con el color verde. De ahí es recogido por el personal odontológico y llevado al dentista.

El brazo tendría mínimo tres movimientos de libertad: uno vertical, otro horizontal y uno rotacional de la base del brazo. Tendría que moverse en un rango de 180 grados para poder llegar a todos los extremos de los recipientes.

El sistema de vibración no permanece todo el tiempo activado, sino que a medida que el instrumental es añadido en cada recipiente, recibe la orden para activarse, y en el momento en que es retirado se apaga, esperando la orden para volver a funcionar cuando es añadido el instrumental en el siguiente recipiente

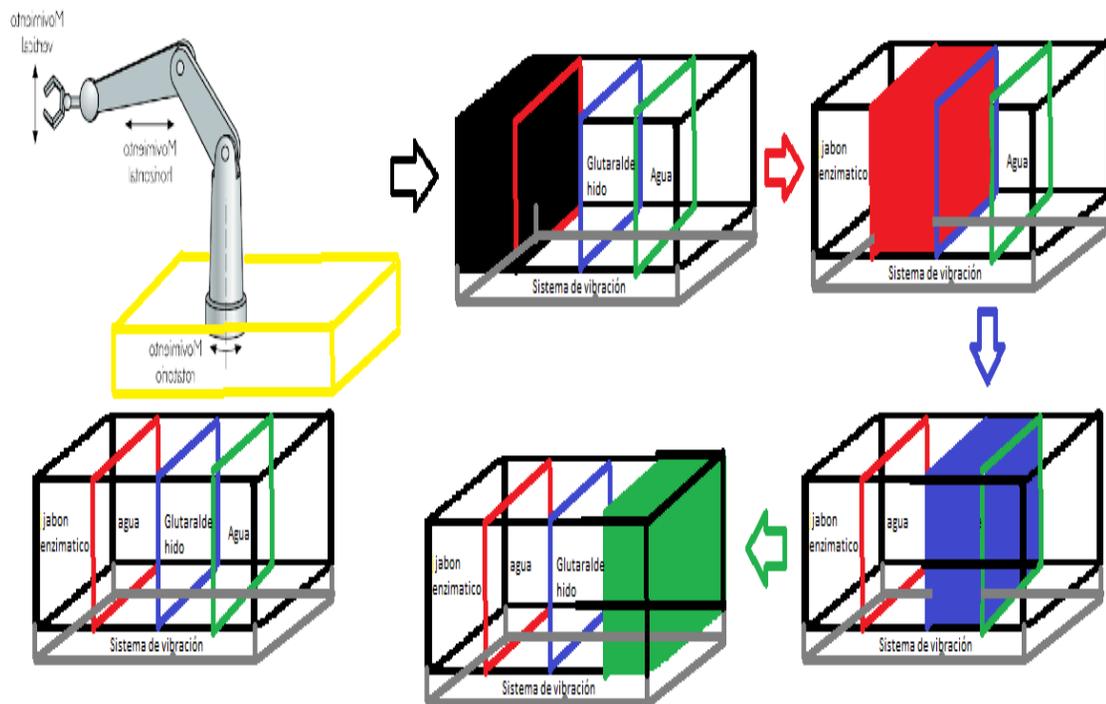


Ilustración 9. Modelo del prototipo del proyecto

6.1.2. DESARROLLO DE LAS ENCUESTAS

Se desarrolló un tipo de encuesta y se aplicó a 20 odontólogos, los cuales siendo profesionales en el campo de esta área, nos brindaron una adecuada interpretación y viabilidad del proyecto.

La encuesta comienza con una explicación de cómo es la idea de proyecto y un diagrama de cómo sería el equipo que se pretende desarrollar. A partir de esta información se comienzan a realizar distintas preguntas de calificación de 1 a 5 al odontólogo, y por último una pregunta abierta para que den una opinión sobre recomendaciones de mejora de proyecto.

Las encuestas se realizaron con ayuda de ejemplos del método Delphi encontrados en internet [4]. Se miraron básicamente tres puntos fundamentales

en el proyecto para elaborar las preguntas: Pertinencia, factibilidad y recomendaciones del proyecto con una mirada de aquí al 2020.

Se escogió la pertinencia del proyecto, porque esto es, la medida en que se considera que la temática en cuestión será o no será relevante en el futuro, es decir de hoy a cinco años.

En la factibilidad se pretendió ver que visión o perspectiva tienen los odontólogos de este proyecto de hoy a cinco años. Esto nos permite saber de una forma más amplia si nuestro proyecto de trabajo es viable en un sector de mercado y económico.

Las recomendaciones nos permiten ver posibles pasos de innovación que se pueden realizar sobre el proyecto de aquí a futuro, y por medio de la visión del mismo consumidor poder tener una perspectiva más clara y segura.

El desarrollo de las encuestas ha durado un tiempo aproximado al mes, y se ha realizado en el primer periodo del 2015.

Los odontólogos encuestados han sido de tipo general, y de especialidades como cirugía maxilofacial, endodoncia, ortodoncia, periodoncia etc.

6.1.3. MUESTRA DE ALGUNAS ENCUESTAS

A continuación se muestra algunos odontólogos encuestados. Las encuestas de ellos se pueden encontrar en los anexos de la tesis.

- Encuesta realizada al doctor John Cárdenas, especialista en ortodoncia con lugar de ubicación barrio Galerías.
- Encuesta realizada al doctor Rene Barragán, especialista en cirugía maxilofacial, el cual tiene su consultorio ubicado en el barrio siete de agosto.
- Encuesta realizada a la doctora Gilma Pérez, odontóloga general, ubicada en el barrio primavera.

6.1.4. RESULTADOS OBTENIDOS DE TODOS LOS ENCUESTADOS

Doctor	Especialidad	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
John Cárdenas	Ortodoncia	3	4	3	3	5	4	4	5	4	3
Rene Barragán	Cirujano	2	4	3	3	5	5	5	5	4	3
Gilma Pérez	General	3	4	3	3	5	4	4	5	3	3
Luzelzi Tibabisco	General	3	3	4	4	5	3	4	3	4	3
Cesar Lara	Implantologo	2	3	4	5	4	5	3	4	4	5
Yilbert Bejarano	Cirujano	2	3	2	4	3	2	3	4	3	5
Johan Ovallos	General	3	2	1	2	3	4	3	4	3	4
Joe Lara	General	3	4	5	4	3	3	4	3	4	3
Claudia Contreras	General	3	4	5	4	3	3	3	4	3	4
Jeannette Pérez	Ortodoncia	2	3	4	4	4	5	4	3	3	3
Oscar Contreras	General	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4
Aura Rincón	Endodoncia	3	4	4	4	2	2	3	3	3	4
Nancy Guzmán	Periodoncia	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3
Oliver Perdomo	Ortodoncia	4	4	5	5	4	3	4	5	3	4
Agustín Ángel	Ortodoncia	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4
Blanca Pabón	General	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4
Lilia Tapia	Endodoncia	3	4	3	3	5	4	4	5	4	3
Miguel Pañuelo	Ortodoncia	2	4	3	3	5	5	5	5	4	2
Claudia Olarte	Ortodoncia	3	4	3	3	5	4	5	5	4	3
Jorge Quintero	Cirujano	3	4	3	3	4	5	4	4	3	3

Tabla 3. Tabulación encuestas

En cuanto a la pregunta abierta:

Odontólogos que desean que hubiera un sistema que redujera el tiempo de esterilización	8
Odontólogos que son indiferentes a la pregunta o dicen que no es necesario porque lo hacen ellos manualmente	2
Odontólogos que desean que este sistema de limpieza se implementara no solo al instrumental sino a distintas partes de la unidad odontológica	6
Odontólogos que están de acuerdo con el equipo pero que desean que el precio de este sea más bajo	1
odontólogos que desean que este módulo de esterilización se añadiera a la unidad odontológica como algo	3

fijo a ella	
-------------	--

Tabla 4. Tabulación pregunta abierta

6.1.5. ESTUDIO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Sabiendo que cada pregunta tiene una calificación de 1 a 5, y donde el uno corresponde a lo menos pertinente, factible y recomendable, y el cinco lo más pertinente, factible y recomendable, podemos obtener los siguientes datos estadísticos y dar una posible predicción de los resultados.

6.1.6. MEDIA ARITMETICA DE CADA UNA DE LAS PREGUNTAS

- Media de la primera pregunta:

$$3 + 2 + 3 + 3 + 2 + 2 + 3 + 3 + 3 + 2 + 3 + 3 + 4 + 4 + 3 + 3 + 3 + 2 + 3 + 3 = 57$$

$$57/20 = \mathbf{2.85}$$

- Media de la segunda pregunta:

$$4 + 4 + 4 + 3 + 3 + 3 + 2 + 4 + 4 + 3 + 3 + 4 + 4 + 4 + 3 + 3 + 4 + 4 + 4 + 4 = 71$$

$$71/20 = \mathbf{3.55}$$

- Media de la tercera pregunta:

$$3 + 3 + 3 + 4 + 4 + 2 + 1 + 5 + 5 + 4 + 3 + 4 + 3 + 5 + 3 + 4 + 3 + 3 + 3 + 3 = 68$$

$$68/20 = \mathbf{3.4}$$

- Media de la cuarta pregunta:

$$3 + 3 + 3 + 4 + 5 + 4 + 2 + 4 + 4 + 4 + 3 + 4 + 4 + 5 + 4 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3 = 71$$

$$71/20 = \mathbf{3.55}$$

- Media de la quinta pregunta:

$$5 + 5 + 5 + 5 + 4 + 3 + 3 + 3 + 3 + 4 + 3 + 2 + 3 + 4 + 3 + 3 + 5 + 5 + 5 + 4 = 77$$

$$77/20 = 3.85$$

- Media de la sexta pregunta:

$$4+5+4+3+5+2+4+3+3+5+4+2+4+3+3+4+4+5+4+5 = 76$$

$$76/20 = 3.8$$

- Media de la séptima pregunta:

$$4+5+4+4+3+3+3+4+3+4+3+3+3+4+3+3+4+5+5+4 = 74$$

$$74/20 = 3.7$$

- Media de la octava pregunta:

$$5+5+5+3+4+4+4+3+4+3+4+3+4+5+4+3+5+5+5+4 = 82$$

$$82/20 = 4.1$$

- Media de la novena pregunta:

$$4+4+3+4+4+3+3+4+3+3+3+3+4+3+3+3+4+4+4+3 = 69$$

$$69/20 = 3.45$$

- Media de la décima pregunta:

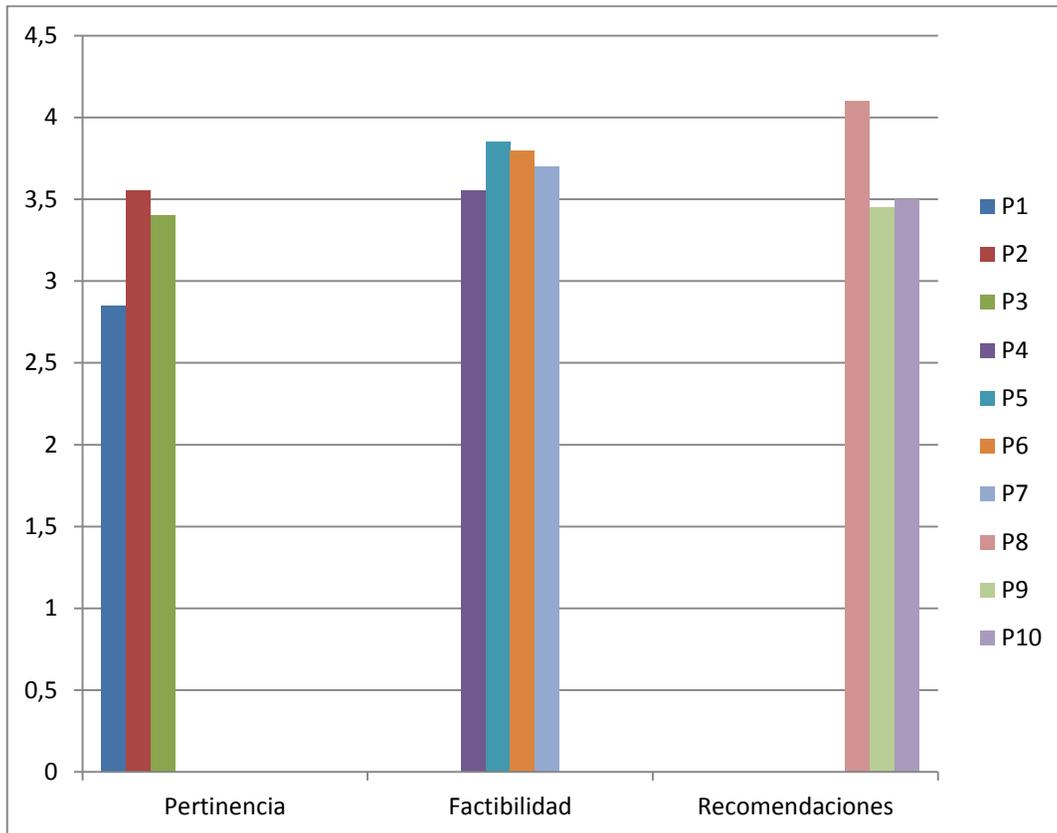
$$3+3+3+3+5+5+4+3+4+3+4+4+3+4+4+4+3+2+3+3 = 70$$

$$70/20 = 3.5$$

Agrupación de todas las medias:

PREGUNTA	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
MEDIA ARITMETICA	2.85	3.55	3.4	3.55	3.85	3.8	3.7	4.1	3.45	3.5

Tabla 5. Media aritmética



Cuadro 1. Análisis estadístico

Se puede observar que en los resultados obtenidos, la primera pregunta es la que no tiene un enfoque pertinente, puesto que la media está por debajo de 3, que es el punto medio de favorabilidad. Probablemente este resultado indica que no les es favorable en cuanto a competitividad y mejoramiento de los ingresos, puesto que independientemente que tengan o no tengan el equipo, para algunos odontólogos, la esterilización del instrumental que utilizan no implica que por ello deben subir los precios de sus consultas dado que no podrían competir con otros especialistas que mantienen un precio anterior o que siempre se ha mantenido. La factibilidad se encuentra por encima de los 3.5, lo cual indica que los encuestados ven el proyecto y en estas preguntas una posibilidad de proyecto viable para su desarrollo.

Ninguna pregunta tiene una pertinencia, factibilidad o recomendaciones por encima de 4.5, lo cual indica que no es del todo viable la idea, sin embargo al tener un promedio por encima de los 3.5, indica que a pesar de no ser del todo viable no es tampoco una mala idea de negocio

6.1.7. VARIANZA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LAS MEDIAS ARITMÉTICAS DE CADA PREGUNTA

La varianza es la medida de dispersión definida como la esperanza del cuadrado de la desviación de dicha variable respecto a su media, y de esta se puede hallar la desviación estándar, que consiste en sacar la raíz cuadrada a la varianza.

Varianza

$$S^2 = \frac{\Sigma(X_i - \bar{X})^2}{n-1}$$

Desviación Estándar

$$S = \sqrt{S^2}$$

PREGUNTAS	MEDIA ARITMÉTICA DE CADA PREGUNTA	VARIANZA	MEDIA DE TODO EL CONJUNTO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
1	2,85	0,11069444	3,575	0,332707746294619
2	3,55			
3	3,4			
4	3,55			
5	3,85			
6	3,8			
7	3,7			
8	4,1			
9	3,45			
10	3,5			

Sumamos todos los valores

$$35.75$$

Ahora lo dividimos en 10

$$3.575$$

Así obtenemos la media de todo el conjunto

Varianza

$$s^2 = \frac{\Sigma(X_i - \bar{X})^2}{n-1}$$

al hallar $\Sigma(X_i - \bar{X})^2$ nos da:

$$0.996249996$$

Ahora lo dividimos en $n - 1$ que en este caso sería $10 - 1$, dandonos como resultado la varianza

$$0.11069444$$

Desviación Estándar

$$s = \sqrt{S^2}$$

La desviación estandar la hayamos sacando raíz cuadrada a la varianza:

$$S = \sqrt{0.11069444}$$

$$0.332707746294619$$

Tabla 6. Varianza y desviación estándar

Se puede concluir que esta tabla nos muestra que la media de todo el conjunto de medias aritméticas de las preguntas es 3.575, lo cual nos indica que tiene una perspectiva positiva el proyecto, puesto que está por encima del valor mínimo de satisfacción que es 3.

En cuanto a la desviación estándar podemos ver que de la media de 3.575 que es la media de todo el conjunto, puede haber una desviación de cada pregunta con respecto a la media total de 0.332. Sin embargo sigue siendo un proyecto viable, puesto que al restar 3.575 con 0.332 da un resultado de 3.243, estando este todavía por encima del nivel mínimo de satisfacción de la encuesta que es 3

Por tanto se puede expresar el nivel de incertidumbre del proyecto de la siguiente forma:

$$3.575 \pm 0.332$$

Siendo el valor mínimo de la incertidumbre **3.243** y el valor máximo **3.907**, nos indica que el proyecto no es del todo factible puesto que no supera el cuarto nivel de satisfacción del encuestado según una prospectiva de 5 años, sin embargo no es tampoco un proyecto con un mal enfoque o no factible, puesto que el nivel de incertidumbre mínimo nos muestra que está por encima del tercer nivel de satisfacción del encuestado, lo cual es necesario para poder corroborar que la idea de negocio es factible.

Según las encuestas y lo expresado por los odontólogos, el nivel de incertidumbre se podría mejorar dando un plus más alto en la competitividad laboral de aquel personal de la salud que adquiriera este equipo, puesto que en la pregunta número uno se ha mostrado el mayor porcentaje de des favorabilidad. Esto se puede hacer por medio de agilizar los procesos de tiempo de limpieza del equipo. Otro punto que habría que mejorar es el 8, y esto lo podemos lograr buscando repuestos y partes equipo más barato, o rediseñar el sistema de tal forma que consuma menos materia prima. Estos puntos los tendremos en cuenta en este periodo de prueba del prototipo que tenemos ahora.

6.1.8. ESTUDIO DE MERCADEO DE LA IDEA DE PROYECTO

Este estudio fue asesorado por la Ingeniera Ingrid Cruz en la asignatura de análisis y desarrollo de proyecto. Esto nos permitió tener una idea más clara del proyecto y si realmente tenía una viabilidad.

A continuación se muestran las cuestiones que se debe preguntar al consumidor, y de esta forma identificar el lugar idóneo de ubicación del producto, la promoción y el precio que debe darse:

- **¿Quién compra?:** Este producto está dirigido particularmente al sector médico odontológico: en principio a los odontólogos ortodoncistas que necesitan viajar a prestar su servicio a distintas zonas de Bogotá y del país, y posteriormente también está dirigido a los odontólogos especializados en distintos campos que trabajan en distintos lugares y zonas del país donde no tienen acceso completo a los equipos de esterilización y que utilizan unidad odontológica portátil
- **¿Qué compra?:** Básicamente lo que se compra es un equipo de esterilización manual portátil el cual tiene una dimensión aproximada de 35cm x 35cm x 20cm, lo cual garantiza que el especialista en salud lo pueda transportar.
- **¿Dónde lo compra o consume?:** Es un equipo que se compra en Bogotá, porque la sede quedaría en esta ciudad en principio. Se despacha a domicilio a cualquier sitio de Bogotá. Es un equipo que se utiliza en cualquier lugar de Colombia, puesto que los odontólogos viajan y ejercen su profesión en distintas zonas del país.
- **¿Cuándo se compra?:** La temporada de compra no importa, puesto que el producto es una necesidad que requiere todo odontólogo especialista en cualquier época del año, pues los problemas y necesidades dentales se dan en cualquier época del año y en cualquier sitio.
- **¿Por qué comprarlo?:** Porque les permite a los odontólogos garantizar una adecuada asepsia y limpieza de su herramienta y de esta forma se mejora la prestación de un servicio de salud en una determinada zona, y como segundo pro para comprarlo, es que les permite ahorrar tiempo en la limpieza del instrumental que realizan.
- **¿Cuánto compra?:** Según el colegio odontológico colombiano cada año en el país son graduados en especialidad aproximadamente 400 odontólogos, cada odontólogo en su profesión lo necesita, pero básicamente solo necesitan uno para poder complementarlo con su trabajo.
- **¿Cómo compra y consume?:** Este equipo es necesario utilizarlo cada vez que un odontólogo tenga que prestar su servicio lejos de su establecimiento o donde no hallan las herramientas de esterilización adecuadas, por esta razón es necesario realizar un mantenimiento preventivo cada 3 o 4 meses, pues con el tiempo puede presentar fallas.

6.1.9. ASPECTOS QUE SE TIENEN EN CUENTA PARA QUE EL ESTUDIO ME MERCADEO

- **Tipos de mercado:** Nuestro producto no sería competitivo porque no tiene gran número de participantes en él, en cuanto al monopolístico tendríamos una parte que si porque nuestro producto vende una parte innovadora que es la esterilización portátil, sin embargo hay un gran número de empresas especializadas en la esterilización y podrían desarrollar un equipo en poco tiempo parecido pero al mismo distinto que no los afecta a ellos con respecto a nuestra patente. Nuestro mercado sería el monopsonio, porque hay un único consumidor que es la parte odontológica.
- **Plazas de distribución:** La plaza de distribución a principio es corta, es decir nos referimos directamente al consumidor, a los odontólogos, pero a largo plazo pensamos venderlo a los depósitos dentales, para que ellos los distribuyan y de esta forma aumentar nuestras ventas y nuestra producción, y por tanto sería una plaza media.
- **Segmentos de mercado:** Básicamente se miran tres aspectos:

Geográficamente está dirigido a todo el sector de Bogotá y esta distribución se realizara dependiendo si es a domicilio o si el odontólogo desea pasar directamente a nuestro establecimiento para comprarlo.

Demográficamente está dirigido al sector salud a los odontólogos especializados en el sector salud y que tengan que prestar su servicio en distintas zonas del país.

Sociológicamente no hay un aspecto que afecte, puesto que está dirigido indirectamente a una población donde se busca mejorar la prestación de un servicio en el sector salud, particularmente en la odontológica, que por una parte busca mejorar su estilo de vida, donde no afecta su personalidad, costumbres, actividades y motivaciones

6.2. PRIMER AVANCE DEL PROYECTO

Este primer avance fue desarrollado en el primer semestre del 2015, y fue asesorado en la asignatura dada por el ingeniero Guillermo Andrés Cano de aplicaciones electrónicas biomédicas.

A continuación mostramos todo el proceso y desarrollo en este primer avance.

6.2.1. ELEMENTOS ELECTRÓNICOS E INFORMATICOS NECESARIOS DEL PROYECTO

Se nos dio varias opciones para poder escoger un lenguaje de programación, sin embargo la mejor opción que vimos fue trabajar con la plataforma Arduino. Esta nos permitía hacer una conexión de la parte electrónica y digital de una forma mucho más fácil que lenguajes como de programación como C++, o MATLAB.

Arduino nos pareció la mejor opción, dado que por medio de él, podíamos tomar información del exterior a través de los pines de entrada, procesar la información entrante, y actuar controlando servomotores, motores, drivers, etc.

Utilizamos servomotores para poder dar grados de libertad al brazo robótico. Dado que un servo es un dispositivo parecido a un motor de corriente continua que se ubica en cualquier posición dentro de su rango de operación, manteniéndose estable en dicha posición, podíamos controlar la posición del brazo, poniendo así 5 servomotores, controlando 4 grados de libertad.

La programación que utilizamos dentro de arduino estuvo basada en el código ASCII. Por medio de este código, controlábamos desde un computador los movimientos del brazo, dado que según el código ASCII, por medio del presionado de una tecla del computador se puede controlar el movimiento en un sentido.

En nuestro caso, por medio del presionado de una tecla, se controlaba uno de los movimientos de libertad en un único sentido. Cada presionada de la tecla correspondiente a un grado de libertad: movía el brazo en un único sentido 10 grados. Por tanto es correcto afirmar que por cada grado de libertad se requerían dos códigos, es decir, una tecla que sirviese para mover el robot en un único sentido según un grado de libertad, y otra que se moviera en sentido contrario el robot al presionarla en este mismo grado de libertad.[5]

A continuación mostramos el código ASCII, el cual fue utilizado en este primer avance:

Caracteres de control ASCII		Caracteres ASCII imprimibles						ASCII extendido									
DEC	HEX	Símbolo ASCII	DEC	HEX	Símbolo	DEC	HEX	Símbolo	DEC	HEX	Símbolo	DEC	HEX	Símbolo	DEC	HEX	Símbolo
00	00h	NULL (carácter nulo)	32	20h	espacio	64	40h	@	96	60h	`	128	80h	À	160	90h	à
01	01h	SOH (inicio encabezado)	33	21h	!	65	41h	A	97	61h	a	129	81h	Á	161	91h	á
02	02h	STX (inicio texto)	34	22h	"	66	42h	B	98	62h	b	130	82h	Â	162	92h	â
03	03h	ETX (fin de texto)	35	23h	#	67	43h	C	99	63h	c	131	83h	Ã	163	93h	ã
04	04h	EDT (fin de transmisión)	36	24h	\$	68	44h	D	100	64h	d	132	84h	Ä	164	94h	ä
05	05h	EMQ (enquiry)	37	25h	%	69	45h	E	101	65h	e	133	85h	Å	165	95h	å
06	06h	ACK (acknowledgement)	38	26h	&	70	46h	F	102	66h	f	134	86h	Ä	166	96h	ä
07	07h	BEL (bell)	39	27h	'	71	47h	G	103	67h	g	135	87h	Å	167	97h	å
08	08h	BS (retroceso)	40	28h	(	72	48h	H	104	68h	h	136	88h	Ä	168	98h	ä
09	09h	HT (tab horizontal)	41	29h	)	73	49h	I	105	69h	i	137	89h	Å	169	99h	å
10	0Ah	LF (salto de línea)	42	2Ah	*	74	4Ah	J	106	70h	j	138	8Ah	Ä	170	9Ah	ä
11	0Bh	VT (salto vertical)	43	2Bh	+	75	4Bh	K	107	71h	k	139	8Bh	Å	171	9Bh	å
12	0Ch	FF (form feed)	44	2Ch	,	76	4Ch	L	108	72h	l	140	8Ch	Ä	172	9Ch	ä
13	0Dh	CR (retorno de carro)	45	2Dh	-	77	4Dh	M	109	73h	m	141	8Dh	Å	173	9Dh	å
14	0Eh	SO (shift Out)	46	2Eh	.	78	4Eh	N	110	74h	n	142	8Eh	Ä	174	9Eh	ä
15	0Fh	SI (shift in)	47	2Fh	/	79	4Fh	O	111	75h	o	143	8Fh	Å	175	9Fh	å
16	10h	DLE (data link escape)	48	30h	0	80	50h	P	112	76h	p	144	90h	Ä	176	90h	ä
17	11h	DC1 (device control 1)	49	31h	1	81	51h	Q	113	77h	q	145	91h	Å	177	91h	å
18	12h	DC2 (device control 2)	50	32h	2	82	52h	R	114	78h	r	146	92h	Ä	178	92h	ä
19	13h	DC3 (device control 3)	51	33h	3	83	53h	S	115	79h	s	147	93h	Å	179	93h	å
20	14h	DC4 (device control 4)	52	34h	4	84	54h	T	116	7Ah	t	148	94h	Ä	180	94h	ä
21	15h	NAK (negative acknowledge)	53	35h	5	85	55h	U	117	7Bh	u	149	95h	Å	181	95h	å
22	16h	SYN (synchronous idle)	54	36h	6	86	56h	V	118	7Ch	v	150	96h	Ä	182	96h	ä
23	17h	ETB (end of trans. block)	55	37h	7	87	57h	W	119	7Dh	w	151	97h	Å	183	97h	å
24	18h	CAN (cancel)	56	38h	8	88	58h	X	120	7Eh	x	152	98h	Ä	184	98h	ä
25	19h	EM (end of medium)	57	39h	9	89	59h	Y	121	7Fh	y	153	99h	Å	185	99h	å
26	1Ah	SUB (substitute)	58	3Ah	:	90	5Ah	Z	122	80h	z	154	9Ah	Ä	186	9Ah	ä
27	1Bh	ESC (escape)	59	3Bh	;	91	5Bh	[	123	81h	{	155	9Bh	Å	187	9Bh	å
28	1Ch	FS (file separator)	60	3Ch	<	92	5Ch	\	124	82h	|	156	9Ch	Ä	188	9Ch	ä
29	1Dh	GS (group separator)	61	3Dh	=	93	5Dh	]	125	83h	}	157	9Dh	Å	189	9Dh	å
30	1Eh	RS (record separator)	62	3Eh	>	94	5Eh	^	126	84h	~	158	9Eh	Ä	190	9Eh	ä
31	1Fh	US (unit separator)	63	3Fh	?	95	5Fh	_	127	85h		159	9Fh	Å	191	9Fh	å
127	7Fh	DEL (delete)															

Ilustración 10. Código ASCII

6.2.2. EXPLICACIÓN DETALLADA DE LA CREACION DEL ESTE PRIMER AVANCE

Básicamente el procedimiento está basado en el ensamble de las distintas piezas del brazo, y lo más importante que sería la creación de la interfaz de conexión entre el brazo y el computador por medio del lenguaje Arduino

Tenemos en el brazo cuatro servomotores y por tanto cuatro grados de libertad. Cada grado de libertad vienen dado por un movimiento, estos se pueden por tanto dar cada uno en un eje (x, y, z). ¿Porque hemos puesto dos en una misma posición? , porque por el peso necesita mover el objeto que cargará de forma en peso y contrapeso para garantizar que el objeto sea llevado adecuadamente, y no sufra lesiones los servos del dispositivo, porque con un servo no podría.

Se pone un soporte en la base por lo que está en un solo eje y para que el sistema no presente fallas.

El control de los servos se mueven por modulación PWM (modulación de ancho de pulso): yo tengo una señal cuadrada y tiene dos ciclos alto y bajo, por ejemplo,

si esta señal tiene 50% en alto y 50% en bajo en un periodo determinado se dice que la señal tiene un ancho de pulso del 50%. Para el mismo periodo si la señal cambia y está en 25% bajo y 25% alto, la señal va a ser de 25 %. Entonces esto básicamente sirve para indicar el valor del voltaje. Por ejemplo si mi fuente es de 5V, y yo lo multiplico por 50%, mi voltaje será de 2,5 voltios, si es el 25% mi voltaje será de 1.2V.

El PWM con la misma señal y la misma frecuencia, solamente variándole el ciclo de alto y de bajo, estaremos haciendo un control de voltaje, entonces yo puedo variar cuanto quiera el PWM, y este me dará un voltaje de salida de hasta 5v. Así se controlan los servos y por eso tenemos tres cables (uno de tierra, otro de fuente y otro de control), puesto que dependiendo el rango de la señal el servo está programado para moverse de un ángulo a otro.

El color negro va a ser tierra, rojo VCC, y el blanco va a ser control. Nosotros lo hemos escogido así, unos es más pequeño porque necesitamos mover menos corriente, y los otros dos son más grandes porque necesitamos mover más corriente

La pinza está formada por dos piñones, y en la parte donde agarra el instrumental por un elemento plástico que permite aumentar la fricción y de esta forma dar un mejor agarre y consistencia a los medicamentos.

Se han puesto tornillos en la parte media del brazo para garantizar su consistencia y que no sufra daño en el momento de recoger el medicamento.

El stand donde está el instrumental va a estar básicamente al frente del brazo, para que de esta manera en el momento en que tenga que recoger un medicamento, se mueva al frente lo agarre con las pinzas, y lo traslade de un recipiente a otro. Sin en este primer avance no desarrollamos la parte de los stand.

Nuestro código se divide en tres partes: Librerías que es donde declaro las variables, Setup, que es donde defino y configuro puertos, y la parte luv, que es donde se programa. Arduino nos da la facilidad de que la librería ya viene casi todo pre configurada y por tanto no necesitamos hacerla toda por completa. Nosotros usamos la librería servo, que es para controlar los microcontroladores, y liquid cristal que es la pantalla LCD.

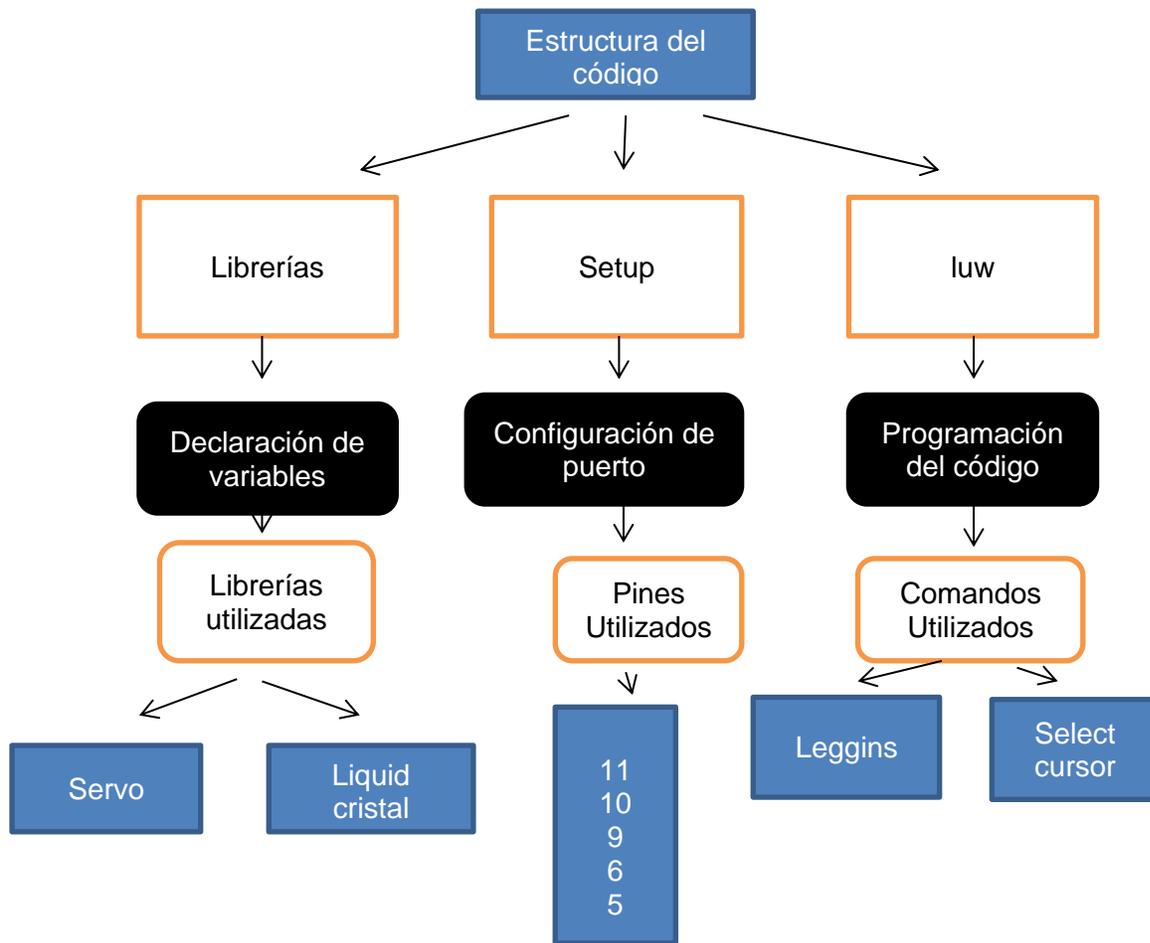


Ilustración 11. Mapa conceptual del código

Los pines los configuramos a nuestra manera y como son cinco servos, dos en la base y los otros en distintas parte, a cada uno le damos una mini rutina, donde configuro cada PIN: escojo los pines 11 10, 9, 6 y 5 que controlan el motor.[6]

El comando Leggins es para que en la LCD se controle lo que vamos a escribir, es decir, en el primer número que serán la cantidad de caracteres a lo ancho que en este caso serían 16, y a lo alto que serían 2.

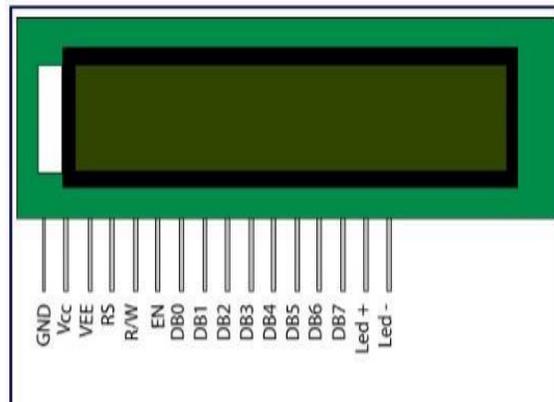


Ilustración 12. LCD 16X2

Como se puede apreciar, la LCD ira conectada con el dispositivo arduino, para que de esta manera pueda ser controlado por el comando de Setup. En esta parte ponemos nuestros nombres, la universidad y el nombre del proyecto.

El comando Select cursor, lo que hace es identificar en que carácter según lo dicho anteriormente quiero comenzar a escribir y posteriormente imprimir para poder mostrar la presentación, es decir, si en la posición (0,0), (8,0), etc., teniendo en cuenta que en las columnas según lo estipulado anteriormente seria 16 lugares y en las filas habrían 2 lugares.

En este caso hemos decidido controlar el robot por medio del código ASCII. Usamos códigos de teclas del teclado, entonces por ejemplo, las letras QW moverán un motor, atrasando y adelantando los grados, ER moverán otro motor, etc. Y así lo controlaríamos.

QW mueven el primer motor
ER mueven el segundo motor
TV mueve el tercer motor
UI mueven el cuarto motor

La secuencia inicial está para que todos los motores queden en 90°, y de esta manera poder evitar posibles fallos.



Ilustración 13. Proceso de la creación del brazo en acrílico

Por el código A, doy códigos a las teclas del computador. Por ejemplo si yo necesito comparar la letra R es el número 114 en el código, la T es el número 116, y así dependiendo la que desee escoger para controlar los servos. Ahora necesito que me responda con números, entonces que con el 0 se mueva, tocaría cambiar y poner 48 según el código ASCII. Yo tengo 4 posiciones, porque tengo 4 grados de libertad, entonces tocaría escribir en el código que necesito que se mueva 10 grados la posición 1 o 2, o cualquiera según lo tenga configurado. De esta forma ya podemos tener una automatización del brazo para poder dispensar los medicamentos

6.3. SEGUNDO AVANCE DEL PROYECTO

Este segundo avance se desarrolló de agosto a noviembre. Básicamente consistió en el cambio de la estructura y material del avance número uno, a saber, pasar de tener una estructura plástica a una estructura metálica, y de ordenar y poner toda la parte electrónica dentro de la base del mismo brazo, de tal forma que pudiera ser más ergonómico, y tuviera mejor presentación estética.

En este segundo avance se quitó la LCD, puesto que no la vimos necesaria, dado que en el primer avance, solo la utilizamos para poder hacer la presentación del grupo. Se quitó especialmente por el consumo que requería, dado que sabíamos que al ir avanzando en el proyecto cada vez tendríamos más consumo de corriente y por tanto con la LCD, teníamos un riesgo más grande de que el sistema se callera.

6.3.1. DISEÑO DEL NUEVO PROTOTIPO

Este fue el primer diseño que tuvimos del brazo metálico, fue elaborado en AutoCAD:

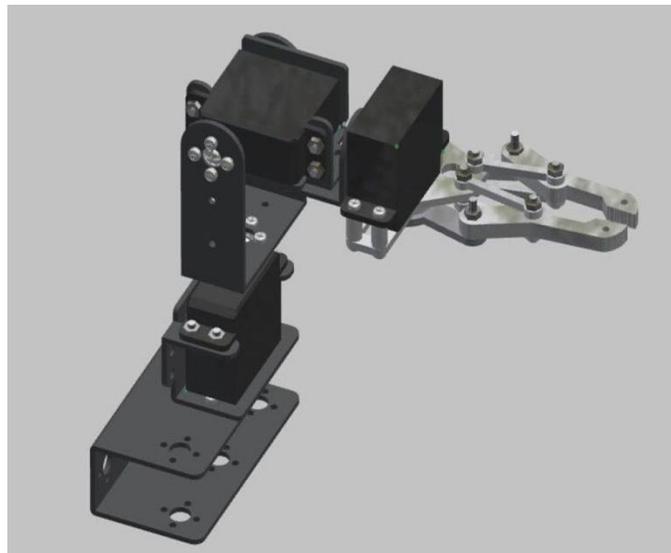


Ilustración 14. Elaboración en Autocad 1

Básicamente, lo que podemos ver es que está formado por tres grados de libertad: uno en la pinza de agarre, otro vertical y otro horizontal.

Sin embargo, no era suficiente para poder mantener el peso del instrumental, y además sabíamos que era necesario un grado más de libertad en la parte vertical

para poder tener mayor movilidad y llegar de esta forma a un agarre y transporte del instrumental más preciso.

Por esta razón se añadió un servo más en la el movimiento horizontal que fuese de contrapeso con el otro, y de esta forma pudiera resistir más a la hora de mover algún objeto, y el otro servo que se añadió sirvió para dar más movilidad a la parte vertical del brazo.

Finalmente el prototipo final de este segundo avance quedo de la siguiente forma:



Ilustración 15. Prototipo Final segundo avance

Como se puede observar, el servo del movimiento horizontal quedo completamente escondido en la base de la caja donde también se encuentran todos los componentes electrónicos. El primer movimiento de libertad vertical de la base, siendo el que más fuerza necesitaba, le es puesto al igual que en el primer avance dos servos que sirvan de peso y contrapeso. El segundo grado de libertad horizontal se añade con respecto al diseño en AutoCAD anteriormente mostrado. El grado de libertad de las pinzas queda igual que en el primer avance.

6.3.2. DIMENSIONES Y PARTES DEL BRAZO

En cuanto a las dimensiones del brazo, a continuación mostramos algunas especificaciones técnicas:

- sus dimensiones son 21cm X 17.4cm aproximadamente
- su peso total es de 500 g. aproximadamente
- El material es aleación de aluminio
- El Color es por una parte gris oscuro y por otra gris claro
- Tiene 5 soportes para servomotores
- Tiene 2 Soportes de forma C.
- Tornillos y tuercas
- Garra mecánica
- Base, caja en acrílico negra

A continuación mostramos algunos diagramas de las partes:



Ilustración 16. Partes del Brazo

En cuanto a los servos, utilizamos en su mayoría el modelo mg996r, el cual tiene una gran resistencia dado que soporta 13kg. Trabaja en un rango de 4.8 a 7.2v. Por resistir tanto peso su engranaje es completamente metálico.[7]

A continuación mostramos las dimensiones que tiene:

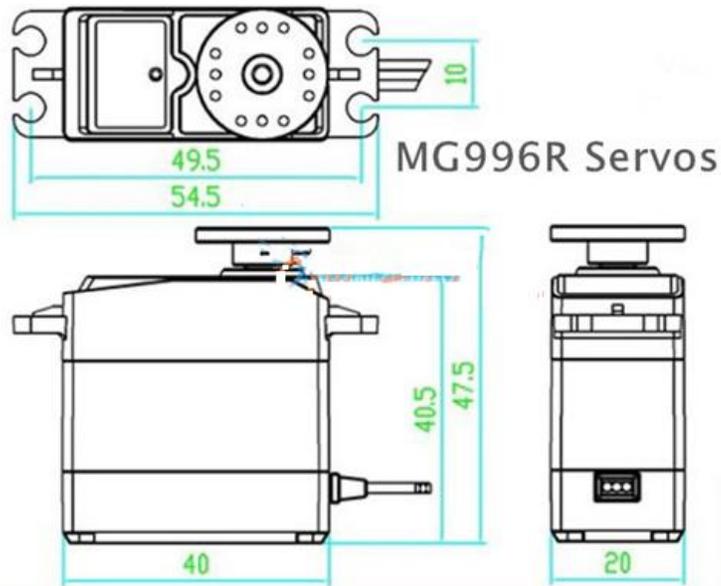


Ilustración 17. Dimensiones Servo

Estas dimensiones de servo, son al igual las dimensiones compatibles para engranaje de cada pieza del brazo.

En cuanto a la pinza de agarre, como se ha dicho anteriormente, es una aleación de aluminio, es entre blanca y gris. Su mayor nivel de apertura es de 55mm, lo cual es bastante bueno para el instrumental odontológico, dado que la mayoría no superan los 15mm de ancho.

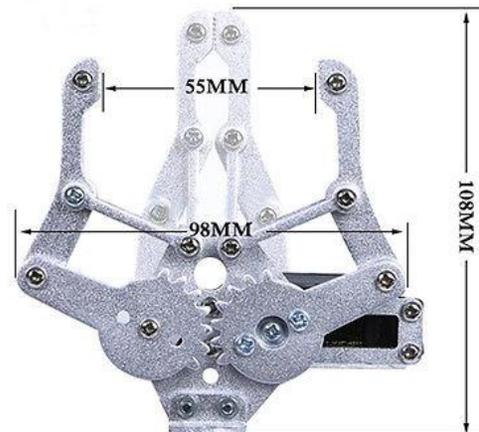


Ilustración 18. Dimensiones Pinza

Por tanto en cuanto a la posición de los servos y la elaboración del brazo hemos hecho un prototipo de cómo queda finalmente en este segundo avance. Cada "S", indica la posición de cada servo en el brazo y a su vez por tanto se puede concluir

que tiene cuatro grados de libertad. A su vez mostramos las dimensiones en las que trabajaría el brazo: x,y e z.

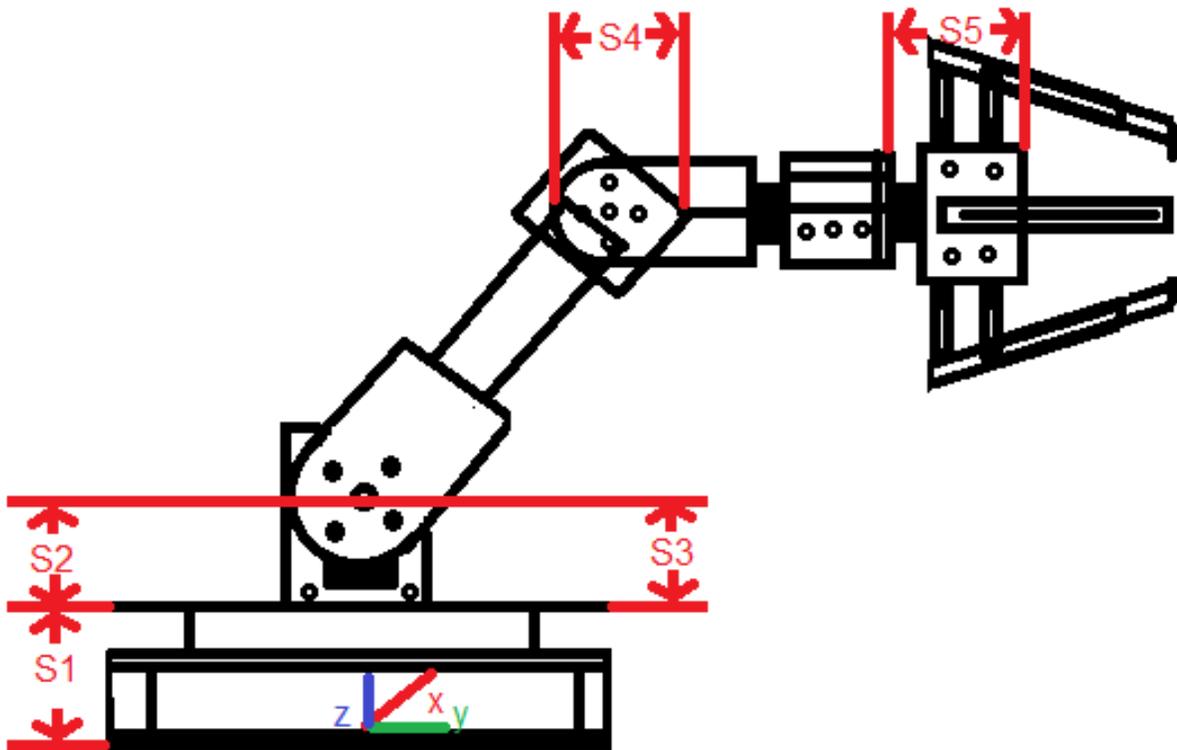


Ilustración 19. Posición Servos en el Brazo

6.4. TERCER AVANCE DEL PROYECTO

Como se ha dicho anteriormente, este tercer avance consistió en quitar el código ASCCI, y automatizar el brazo por medio de un código que hiciese todo el proceso.

Se añade un sistema Bluetooth que permite que el brazo se pueda controlar desde cualquier sistema móvil Android.

Este periodo correspondió a un mes, es decir, de Noviembre a Diciembre.

6.4.1. PASO DEL CÓDIGO ASCII A UNA SECUENCIA SISTEMÁTICA

Como se ha dicho anteriormente, el código ASCII lo que permite es controlar un dispositivo por medio de las teclas de un computador, pero como nosotros queríamos que el dispositivo no tuviese que tener como intermediario un ordenador y de esta forma poder hacer del brazo un equipo que fuera más ergonómico y portátil fue necesario cambiar toda la secuencia y código.

Cabe anotar que de esta forma fue más fácil programar el equipo, dado que sincronizar en arduino el código ASCII es más complicado y requiere más tiempo.

Básicamente los comandos que utilizamos en arduino fueron:

- **<Servo.h>**. El cual corresponde a la librería de control para servos
- **void secuencia_x ()**. Este nos permitía hacer pequeñas secuencias de dirección y movimiento de cada grado de libertad del brazo.
- **_____.write()**. Por medio de esta sentencia permitíamos controlar el movimiento de los servos en grados de 0 a 180.
- **delay()**: Por medio de esta sentencia podíamos controlar el tiempo en el que queríamos que nuestro programa cumpliera un objetivo previamente especificado por medio del `.write`. Esta sentencia un segundo corresponde a 1000, y a partir de aquí podríamos jugar con el tiempo.
- **For()**. Utilizamos el bucle for para hacer pequeñas secuencias que nos permitieran controlar cada uno de los movimientos de libertad.

En conclusión, a pesar de que fue más fácil hacer este código por lo sencillo que resultaban ser las instrucciones utilizadas, fue más largo, dado que tocaba probar cada movimiento del brazo y corroborarlo con lo que íbamos compilando en el código.

6.4.2. INTRODUCCIÓN DE UN SISTEMA BLUETOOTH EN EL BRAZO

El modelo de Bluetooth que utilizamos es el HC-05, el cual es muy utilizado también en microcontroladores PIC.[12]

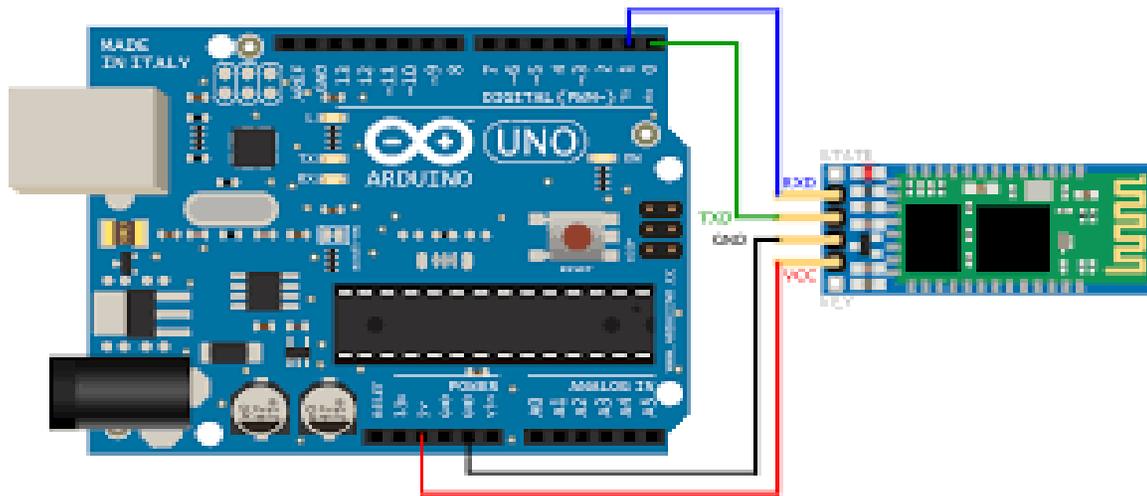


Ilustración 20. Conexión de Bluetooth a Arduino [8]

La conexión en el arduino es fácil. Tiene cuatro pines, uno para tierra que va conectado a la tierra del arduino, uno VCC que va conectado a los 5 voltios o 3.5 voltios del arduino. El TX del bluetooth va conectado al RX del arduino, y el RX del arduino va conectado al TX del bluetooth, es decir, se conectan contrarios de cada pin.

Algo muy importante que hay que saber, es bluetooth no puede estar conectado si el código no se ha subido a la tarjeta, sino como consecuencia provoca error y no permite correr el código.

En cuanto al código implementado del bluetooth en el arduino, fue necesario añadir secuencias como la **if**, la cual nos permitía ir descartando o aceptando secuencias, las cuales tenían que estar previamente programadas por medio de la sentencia **serial**, la cual nos permitía leer comandos y pines.

La interfaz gráfica que utilizamos para el celular Android, ya estaba diseñada, la cual la pudimos conseguir en la tienda Play Store con el nombre ArduDroid.

6.5. CUARTO Y ULTIMO AVANCE DEL PROYECTO

El cuarto y último avance, que correspondió desde el mes de diciembre hasta finalizar el mes de febrero, añadimos el sistema de vibración a todo el equipo, cambiamos la tarjeta arduino uno por una tarjeta arduino mega, y para compilar

todo el sistema de arduino con los motores de vibración utilizamos el driver L298N.

Añadimos un ventilador, el cual tendrá la función de secar el instrumental al final de todo el proceso para que cuando el odontólogo lo recoja esté completamente seco.

En cuanto al diseño de las cajas de los recipientes, primeramente lo hemos diseñado en cartulina, para después ver la factibilidad del diseño. Por ultimo cuando ya hemos estado seguros del diseño, lo hemos mandado a hacer en acrílico.

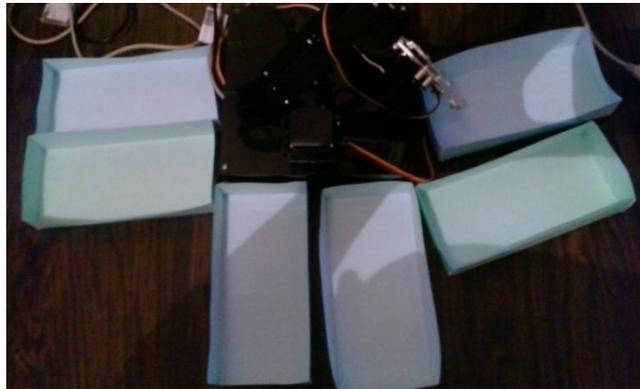


Ilustración 21. Diseño de los recipientes del brazo

La unión de cada recipiente con la base del brazo, la hemos hecho a base de bisagras, que por medio de un motor tul y mediciones hemos juntado.

En los recipientes hemos añadido también, como sostén del instrumental al ser puesto por el brazo alambre dulce, en cual nos permite mejor agarre del instrumental y una posición más precisa a la hora de compilar el brazo con el código.

A continuación explicamos más detalladamente como fue este proceso.

6.5.1. CAMBIO DEL ARDUINO UNO, AL ARDUINO MEGA

Dado que al añadir los driver para la instalación de los motores que iban a cumplir con la función de vibración, el arduino uno no tenía más pines disponibles de PWM, fue necesario cambiarlo al arduino MEGA 2560. De esta forma hemos

podido compilar todo el conjunto de circuitos que nos era necesario para el proyecto.

Básicamente las especificaciones del arduino MEGA son las siguientes:

- Voltaje Operativo: 5V
- Voltaje de Entrada: 7-12V
- Voltaje de Entrada(límites): 6-20V
- Pines digitales de Entrada/Salida: 54 (de los cuales 15 proveen salida PWM)
- Pines análogos de entrada: 16
- Corriente DC por cada Pin Entrada/Salida: 40 mA
- Corriente DC entregada en el Pin 3.3V: 50 mA
- Memoria Flash: 256 KB (8KB usados por el bootloader)

Como se puede observar, en cuanto al voltaje de entrada y salida, es igual al arduino UNO, sin embargo la gran diferencia es que tiene casi el doble de más pines de conexión que arduino UNO, lo cual permite la compilación y montaje de muchas más secuencias y procesos.



Ilustración 22. Arduino MEGA [13]

6.5.2. ADAPTACIÓN DE LOS DRIVER L298N

La función de estos driver es poder controlar motores DC o paso a paso. De esta forma permiten que el sistema no se caiga, y en el peor de los casos dañar el arduino.

En cuanto a la conexión, nos hemos basado de ayuda de internet, la cual nos daba el siguiente esquema de explicación:

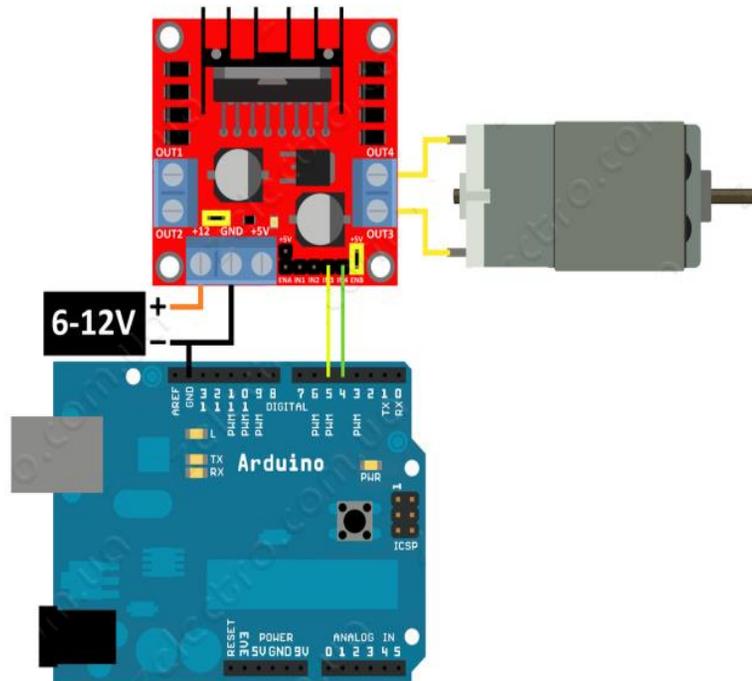


Ilustración 23. Conexión de DRIVER L298N a arduino

Como se puede observar, hay un pin que va conectado a VCC, y este puede variar de 6 a 12 voltios. Esto nos garantizaba una ventaja, dado que arduino no puede recibir más de 7 voltios.

Hay otra entrada que es la tierra. De esta deben salir dos pines, uno que fuera conectado al arduino en GND, y otra que fuera directamente a la tierra que conectaba el VCC del driver.

Como se observa a la vez, se debían seleccionar dos pines PWM, en donde nos diera el acceso a controlar los motores por el código.

En cuanto a los motores, por cada Drive, se podían conectar dos motores. Por tanto ya que necesitábamos cuatro motores, uno en cada recipiente, fue necesario la compilación de dos driver.

En cuanto al código, fue una implementación sencilla, dado que básicamente utilizaba los mismos comandos que utilizamos en la secuencia del movimiento del brazo: `void secuencia_x ()`, `write()`, `delay`, etc.

6.6. PRESUPUESTO Y GASTOS DEL PROYECTO

A principio nuestro presupuesto por cada uno era de 500.000 pesos, es decir en total 1'000.000 pesos. A continuación mostramos los gastos finales que hemos tenido en el proyecto.

MATERIAL	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Tarjeta arduino UNO		40.000
LCD		18.000
Protoboard		10.000
5 servos primer prototipo piñonería plástica	20.000	100.000
5 servos segundo prototipo piñonería metal	35.000	175.000
Partes plásticas brazo, primer prototipo		80.000
Partes metálicas del brazo, segundo prototipo		180.000
Diseño de la base de acrílico del segundo prototipo		25.000
Diseño de todo el sistema de recipientes para vibración		100.000
Elementos electrónicos como resistencias, condensadores, cableado etc.		65.000
4 motores vibradores	6.000	24.000
Arduino mega		80.000
2 drivers L298N	15.000	30.000
Ventilador		25.000
Estaño y Cautín		3.000
Bisagras		6.000
Alambre		3.000
Protoboard pequeño		6.000
Adaptadores de 12 v		18.000
Adaptadores de 5v	8.000	16.000
TOTAL		1'004.000

Tabla 7. Gastos del proyecto

En cuanto, algunos elementos que se nos dañaron, toco hacer otra inversión adicional:

MATERIAL	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
----------	-----------------	--------------

Arduino uno		40.000
2 motores vibradores	6.000	12.000
2 servomotores piñonería plástica	20.000	40.000
1 servomotores piñonería metálica		35.000
TOTAL		127.000

Tabla 8. Gastos de repuestos del proyecto

En cuanto transportes, fueron muchas veces las que tuvimos que ir al centro, por tanto se calcula que gastamos unos **80.000** pesos.

En total el costo de gastos directos e indirectos fue de **1'211.000** pesos

Por tanto en cuanto el presupuesto, nos hemos excedido en 211.000 pesos, lo cual ya lo hemos tenido en cuenta en la elaboración de este proyecto, y por tanto nos tocó a cada uno invertir 105.500 pesos más.

6.7. CRONOGRAMA

Duración	2015												2016	
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02
Actividades														
Planteamiento del problema	■													
Diseño y aplicación de las encuestas		■												
Análisis de los resultados de las encuestas		■	■											
Elaboración de hipótesis		■												
Elaboración objetivos del proyecto			■											
Primer avance, primer				■	■	■	■	■	■	■				

7. MODELO FINAL DEL PROYECTO

A continuación mostramos el modelo final del proyecto que es el resultado de todas las investigaciones hechas. Aquí se puede observar que es un dispositivo de base de acrílico, y cada recipiente también. El brazo robótico está compuesto de aleación de aluminio y metal. La parte electrónica se encuentra toda dentro de la base del brazo, y cada motor vibrador está dentro de cada recipiente. El bluetooth está igualmente dentro de la base y se activa en el momento en que recibe corriente para luego ser sincronizado con el móvil android.

Esta sería una imagen vista desde arriba de como quedo el dispositivo, sin embargo aquí no se encuentra completamente armado el brazo robótico.

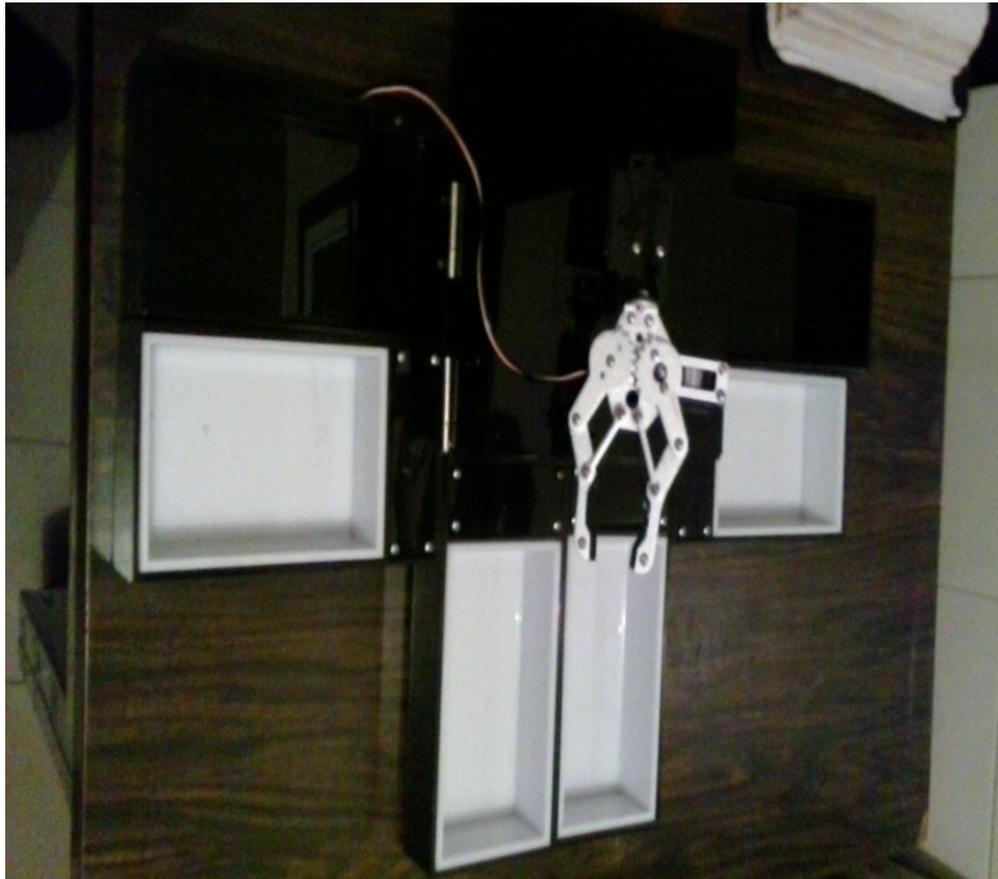


Ilustración 24. Prototipo final del brazo con algunos detalles faltantes

En esta foto si mostramos completamente terminado el proyecto. Como se puede observar, el brazo se encuentra en el centro y en los extremos los recipientes.

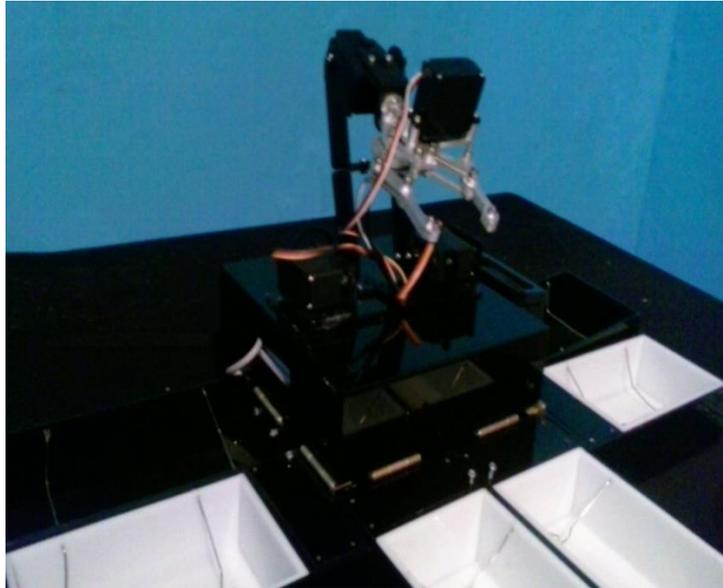


Ilustración 25. Prototipo final del dispositivo

Cada recipiente se puede quitar y limpiar después de cada uso, lo cual resulta cómodo para el odontólogo. A su vez cada recipiente contiene interiormente alambres que sirven de soporte donde caiga el instrumental, y para que el brazo pueda recogerlos con mayor precisión y exactitud.

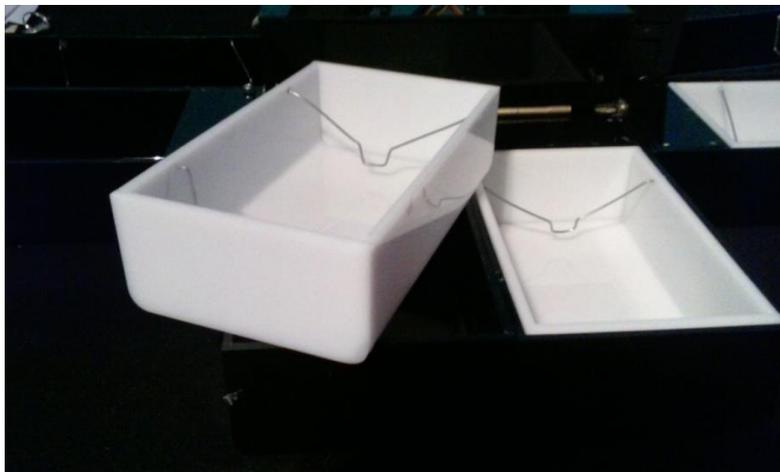


Ilustración 26. Recipientes del prototipo

Finalmente los recipientes se pueden doblar por medio de las bisagras que les hemos puesto, y de esta forma garantizar mayor ergonomía y comodidad para cuando lo tenga que llevar el odontólogo de un lugar a otro.



Ilustración 27. Dobles del brazo

8. DISCUSIÓN

Después de haber realizado este proyecto podemos afirmar que nos ha permitido cimentar un poco más nuestros conocimientos en la ingeniería, dado que precisamente de eso se ha tratado este proyecto: de ingeniar y crear a partir de una problemática del sector tecnológico de la salud.

A base de un estudio hemos sacado los fundamentos una problemática, y a partir de esta hemos sacado hipótesis que posteriormente han dado como resultado una serie de objetivos a cumplir, dando como lugar el inicio, desarrollo y finalización de este proyecto.

En cuanto a nuestra carrera, particularmente este proyecto se ha basado en buscar la solución de una problemática enmarcada en el sector salud de la odontología. Nos hemos basado principalmente en la asepsia y limpieza que se debe tener en este sector, para que de esta forma se puedan evitar posibles problemas y riesgos de infecciones en los pacientes de los odontólogos.

Otra cosa que podemos decir es que este proyecto a principio es un prototipo, el cual debe ser mejorado cada vez más, para que en un futuro podamos pensar en la posibilidad de sacarlo al mercado. Para esto es necesario que disminuyamos precios de producción y finalmente patentizar el producto. Hay que también hacer un tiempo de prueba de uso del producto, y de esta forma, poder ver cuál es su rango de vida, cada cuanto se debe hacer un mantenimiento preventivo, y en el caso de ser un mantenimiento correctivo, ver que se debe cambiar y como se debe hacer.

Este trabajo nos ha permitido probarnos en cuanto la mentalidad de ingenieros que se nos ha inculcado en estos años de estudio, y la idea principal de esto, es que solo sea el principio de la creación e innovación de nuevas tecnologías en el área de la Biomédica, para poder brindar servicios que mejoren el sector tecnológico de la salud, y nos permita tener una mentalidad de empresarios y emprendedores y no de empleados.

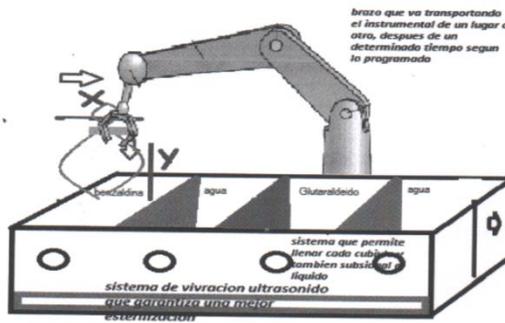
9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] SIMON MONK, 30 proyectos con arduino, editorial estribor, Arduino-generalidades.,pag 13 MADRID, 2011.
- [2] SIMON MONK, 30 proyectos con arduino, editorial estribor, servomotores.,pag 54, MADRID, 2011.
- [3] RESOLUCIÓN 1441 DE 2013, SECRETARIA DE SALUD-COLOMBIA.
- [4] Cuestionario metodo delphi por cuestionario aplicado a Propagación nacional in vitro de genotipos v., Uruguay, 2004
- [5] SIMON MONK, 30 proyectos con arduino, editorial estribor, .serial.,pag 80, MADRID, 2011.
- [6] F. LORCA, editorial timo rei lee, pagina 32, Madrid 2011,
- [7] FICHA TECNICA SERVO MG9963, USA, 2014.
- [8] F. LORCA, editorial timo rei lee, pagina 56, Madrid 2011.
- [9] El código ASCII.05/2010. 21 de marzo de 2016.
<http://www.elcodigoascii.com.ar/>
- [10] RAZIEL. Servomotores. septiembre 7 de 2010. 6 de mayo del 2015.
<https://at89c52proyect.wordpress.com/2010/09/07/servomotores/>
- [11] JOSE HERNANDEZ. ¿Cómo funcionan los Piezoeléctricos? Teoría General. Piezoelectricidad. 20 de agosto de 2011. 6 de mayo del 2015.
<http://smdelectronicayalgomas.blogspot.com.co/2011/08/como-funcionan-los-piezoelectricos.html#.VvCsGPnhDIU>.
- [12] DIYMAKERS. ARDUINO + BLUETOOTH. 10 de febrero del 2014. Noviembre del 2015. <http://diymakers.es/arduino-bluetooth/>
- [13] MRELBERNI. Arduino, programación del Arduino M. 5 de noviembre de 2014.
<http://mrelbernitutoriales.com/arduino/>

ANEXOS

Encuesta sobre la viabilidad de innovar y crear un equipo de esterilización portátil de la forma manual de tal manera que se pueda garantizar mayor asepsia en los procedimientos quirúrgicos odontológicos

Se pretende crear un equipo de esterilización portátil, que tome el instrumental odontológico y lo introduzca paulatinamente por medio de una programación que durara en su conjunto entre 20 a 30 minutos, en cuatro recipientes por medio de un brazo robótico buscando una esterilización manual, y que garantice la asepsia para aquellos lugares donde el odontólogo no tiene acceso a un autoclave o máquinas de limpieza profunda de material e instrumental odontológico. A continuación se muestra un esquema de cómo sería el equipo en principio:



Pensando de aquí al 2020, cuál sería la **pertinencia** de este equipo en su campo laboral (Marque de 1 a 5, donde 1=nada pertinente y 5=absolutamente pertinente):

	Marque aquí
P1. Mejorar la competitividad en su campo laboral y posibilitar un aumento de sus ingresos	3
P2. Preservar el medio ambiente	4
P3. Satisfacer la demanda de pacientes que tienen los odontólogos especialistas	3

Pensando de aquí al 2020, cuál sería la **factibilidad** de este equipo en su campo laboral (Marque de 1 a 5, donde 1=nada pertinente y 5=absolutamente pertinente):

	Marque aquí
P4. En su disponibilidad de recursos económicos sabiendo que tendría un valor promedio de 800000 pesos	3
P5. En su capacidad de los recursos humanos, sabiendo que podría ahorrarle tiempo en la limpieza del instrumental o a su auxiliar de trabajo	5
P6. En su disponibilidad de las tecnologías adecuadas, enfocándose el en esquema anteriormente mostrado	4

ANEXO 1. Encuesta doctor John Cárdenas

P7. La existencia de un entorno institucional y legal adecuado	4
--	---

Pensando de aquí al 2020, si se propusiera modificar el anterior proyecto, ¿qué grado de importancia le asignaría Ud. a las siguientes recomendaciones? (Marque de 1 a 5, donde 1=recomendación irrelevante y 5=recomendación imprescindible):

	Marque aquí
P8. Que no utilizara un brazo robótico, sino un sistema de desplazamiento y de esta forma evitar problemas de mantenimiento y de mayor delicadeza al equipo por razón del brazo	5
P9. Que se utilizaran elementos de acero inoxidable para evitar de esta forma la corrosión del equipo y de esta forma su durabilidad, sin embargo un aumento de precio es una consecuencia de esta modificación	4
P10. Que el sistema pasase de ser una esterilización manual a un autoclave portátil, sin embargo teniendo como consecuencia que el precio del equipo podría aumentar al doble de su valor.	3

¿Qué otras recomendaciones específicas considera Ud. sería necesario tener en cuenta?

Me gustaría agilizar la esterilización del instrumental de ortodoncia.

Nombre: John Cárdenas

Especialidad: Ortodoncia

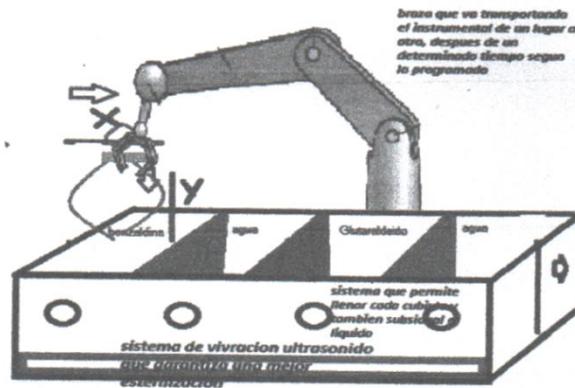
Firma y sello:



CONSULTORIO ODONTOLÓGICO
UNIVERSIDAD SAN MARCELO

Encuesta sobre la viabilidad de innovar y crear un equipo de esterilización portátil de la forma manual de tal manera que se pueda garantizar mayor asepsia en los procedimientos quirúrgicos odontológicos

Se pretende crear un equipo de esterilización portátil, que tome el instrumental odontológico y lo introduzca paulatinamente por medio de una programación que durara en su conjunto entre 20 a 30 minutos, en cuatro recipientes por medio de un brazo robótico buscando una esterilización manual, y que garantice la asepsia para aquellos lugares donde el odontólogo no tiene acceso a un autoclave o máquinas de limpieza profunda de material e instrumental odontológico. A continuación se muestra un esquema de cómo sería el equipo en principio:



Pensando de aquí al 2020, cuál sería la **pertinencia** de este equipo en su campo laboral (Marque de 1 a 5, donde 1=nada pertinente y 5=absolutamente pertinente):

	Marque aquí
P1. Mejorar la competitividad en su campo laboral y posibilitar un aumento de sus ingresos	2
P2. Preservar el medio ambiente	4
P3. Satisfacer la demanda de pacientes que tienen los odontólogos especialistas	3

Pensando de aquí al 2020, cuál sería la **factibilidad** de este equipo en su campo laboral (Marque de 1 a 5, donde 1=nada pertinente y 5=absolutamente pertinente):

	Marque aquí
P4. En su disponibilidad de recursos económicos sabiendo que tendría un valor promedio de 800000 pesos	3
P5. En su capacidad de los recursos humanos, sabiendo que podría ahorrarle tiempo en la limpieza del instrumental o a su auxiliar de trabajo	5
P6. En su disponibilidad de las tecnologías adecuadas, enfocándose el en esquema anteriormente mostrado	5

P7. La existencia de un entorno institucional y legal adecuado	5
--	---

Pensando de aquí al 2020, si se propusiera modificar el anterior proyecto, ¿qué grado de importancia le asignaría Ud. a las siguientes recomendaciones? (Marque de 1 a 5, donde 1=recomendación irrelevante y 5=recomendación imprescindible):

	Marque aquí
P8. Que no utilizara un brazo robótico, sino un sistema de desplazamiento y de esta forma evitar problemas de mantenimiento y de mayor delicadeza al equipo por razón del brazo	5
P9. Que se utilizaran elementos de acero inoxidable para evitar de esta forma la corrosión del equipo y de esta forma su durabilidad, sin embargo un aumento de precio es una consecuencia de esta modificación	4
P10. Que el sistema pasase de ser una esterilización manual a un autoclave portátil, sin embargo teniendo como consecuencia que el precio del equipo podría aumentar al doble de su valor.	3

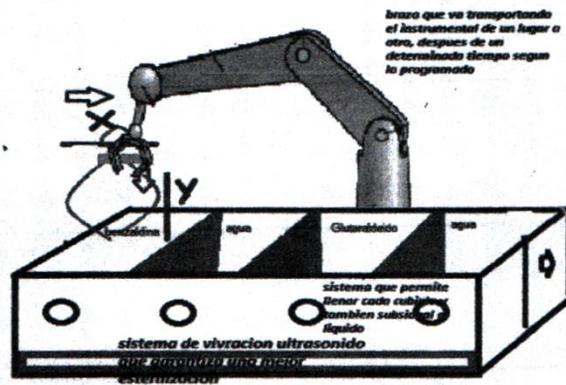
¿Qué otras recomendaciones específicas considera Ud. sería necesario tener en cuenta?

El Equipo no hace que yo ahorre tiempo, pues el trabajo lo hago manual independientemente del Equipo.

Nombre: *Rene Alejandro Barragan D.*
 Especialidad: *Ortopedia Maxilar*
 Firma y sello: *Rene Barragan*
 ODONTÓLOGO

Encuesta sobre la viabilidad de innovar y crear un equipo de esterilización portátil de la forma manual de tal manera que se pueda garantizar mayor asepsia en los procedimientos quirúrgicos odontológicos

Se pretende crear un equipo de esterilización portátil, que tome el instrumental odontológico y lo introduzca paulatinamente por medio de una programación que durara en su conjunto entre 20 a 30 minutos, en cuatro recipientes por medio de un brazo robótico buscando una esterilización manual, y que garantice la asepsia para aquellos lugares donde el odontólogo no tiene acceso a un autoclave o máquinas de limpieza profunda de material e instrumental odontológico. A continuación se muestra un esquema de cómo sería el equipo en principio:



Pensando de aquí al 2020, cuál sería la **pertinencia** de este equipo en su campo laboral (Marque de 1 a 5, donde 1=nada pertinente y 5=absolutamente pertinente):

	Marque aquí
P1. Mejorar la competitividad en su campo laboral y posibilitar un aumento de sus ingresos	3
P2. Preservar el medio ambiente	4
P3. Satisfacer la demanda de pacientes que tienen los odontólogos especialistas	3

Pensando de aquí al 2020, cuál sería la **factibilidad** de este equipo en su campo laboral (Marque de 1 a 5, donde 1=nada pertinente y 5=absolutamente pertinente):

	Marque aquí
P4. En su disponibilidad de recursos económicos sabiendo que tendría un valor promedio de 800000 pesos	3
P5. En su capacidad de los recursos humanos, sabiendo que podría ahorrarle tiempo en la limpieza del instrumental o a su auxiliar de trabajo	5
P6. En su disponibilidad de las tecnologías adecuadas, enfocándose en el esquema anteriormente mostrado	4

P7. La existencia de un entorno institucional y legal adecuado	4
--	---

Pensando de aquí al 2020, si se propusiera modificar el anterior proyecto, ¿qué grado de importancia le asignaría Ud. a las siguientes recomendaciones? (Marque de 1 a 5, donde 1=recomendación irrelevante y 5=recomendación imprescindible):

	Marque aquí
P8. Que no utilizara un brazo robótico, sino un sistema de desplazamiento y de esta forma evitar problemas de mantenimiento y de mayor delicadeza al equipo por razón del brazo	5
P9. Que se utilizaran elementos de acero inoxidable para evitar de esta forma la corrosión del equipo y de esta forma su durabilidad, sin embargo un aumento de precio es una consecuencia de esta modificación	3
P10. Que el sistema pasase de ser una esterilización manual a un autoclave portátil, sin embargo teniendo como consecuencia que el precio del equipo podría aumentar al doble de su valor.	3

¿Qué otras recomendaciones específicas considera Ud. sería necesario tener en cuenta?

Amiseca que no cambiara la forma de esterilización pues quita mucho tiempo entre lavado, envasado y la esterilización

Nombre: Gilma Pérez Soler

Especialidad: General

Firma y sello: Gilma Pérez Soler

Gilma Pérez Soler

GLOSARIO

- **Ácido peracético:** agente químico capaz de esterilizar los objetos.
- **Antisepsia:** proceso que destruye la mayoría de los organismos patógenos ubicados sobre superficies animadas.
- **Antiséptico:** agente químico que inhibe el desarrollo de los microorganismos, o los destruye, y que es usado sobre tejido vivos.
- **Área de recepción y limpieza:** donde los elementos reusables (instrumental, equipos, etc.) son recibidos, registrados y sometidos a un proceso de limpieza.
- **Área de apoyo:** baño, duchas, office y demás facilidades para el personal.
- **Áreas de preparación y empaque:** donde los elementos limpios y secos son inspeccionados, armados en juegos o en cajas, y envueltos o empacados adecuadamente para el proceso de esterilización seleccionado.
- **Área de preparación de textiles:** donde los textiles limpios reusables (lencería quirúrgica) y los diferentes materiales hidrófilos (gasas, vendas, etc.) son inspeccionados, armados y empacados en sus embalajes de proceso.
- **Área de esterilización:** donde se ubican las autoclaves por vapor, por óxido de etileno (ETO), estufas de calor seco y todo otro equipo esterilizador: formaldehído, plasma de peróxido de hidrógeno; incluido el espacio para carga y descarga de los carros.
- **Área de almacenamiento de material esterilizado:** donde los materiales ya esterilizados son estacionados previamente a su distribución.
- **Área de depósito de materia prima:** un ambiente para almacenar insumos textiles, materiales de embalaje y demás productos limpios.
- **Bactericida:** método o agente químico capaz de matar o destruir bacterias.
- **Bacteriostático:** método o agente químico capaz de inhibir el crecimiento bacteriano, pero no necesariamente de matarlas.
- **Cavitación:** proceso por el cual los bolsillos de aire implosionan (revientan hacia adentro) liberando partículas de suciedad o restos de tejidos.
- **Contaminado:** se refiere a toda superficie, animada o inanimada, que se sabe aloja microorganismos a 166 Manual de esterilización para centros de salud
- **Control biológico:** método que determina la presencia de bacterias patógenas en objetos sometidos a un proceso de esterilización.
- **Descontaminación:** es el proceso de remoción de los microorganismos patógenos, de los objetos y equipos, haciéndolos a éstos seguros para su manipulación.
- **Desinfección:** es el proceso por el cual se mata o se destruye la mayoría de los microorganismos patógenos, con la excepción de los esporos bacterianos. Los desinfectantes son usados sobre objetos inanimados.
- **Desinfección de Alto Nivel:** proceso de desinfección que mata bacterias vegetativas, bacilos tuberculosos, hongos, virus, pero no necesariamente un alto número de esporos bacterianos.

- **Desinfección de Nivel Intermedio:** proceso de desinfección que mata bacterias vegetativas, la mayoría de los hongos, los bacilos tuberculosos, y la mayoría de los virus. No mata esporos bacterianos resistentes.
 - **Desinfección de Bajo Nivel:** proceso que mata la mayoría de las bacterias vegetativas, algunos hongos, algunos virus, pero no mata Mycobacterias ni esporos bacterianos.
 - **Desinfección terminal:** proceso mediante el cual un área u objeto se desinfecta luego de que ha ocurrido alguna contaminación.
 - **Desinfectante de amplio espectro:** desinfectante que tiene actividad contra una amplia variedad de microorganismos.
 - **Esporicida:** agente químico capaz de matar esporas, especialmente esporas bacterianas.
 - **Esterilización:** proceso por el cual se destruye todo tipo de microorganismos.
 - **Esterilizadora de alto vacío:** tipo de esterilizadora de vapor que moviliza el aire en la cámara de vacío.
 - **Esterilizadora de vapor:** esterilizadora que expone los objetos a vapor bajo alta presión.
 - **Esterilizadora por desplazamiento gravitacional:** tipo de esterilizadora que moviliza aire por acción de la gravedad.
 - **Fungicida:** agente químico capaz de matar hongos.
 - **Gas de óxido de etileno:** gas tóxico altamente inflamable capaz de esterilizar un objeto.
 - **Germicida:** un agente químico que destruye microorganismos. Puede ser que destruya microorganismos patógenos, pero no necesariamente esporos bacterianos resistentes. Puede ser usado sobre tejidos vivos (antisépticos) o sobre objetos inanimados (desinfectantes).
- 167
- **Glutaraldehído:** agente químico capaz de esterilizar objetos.
 - **Inanimado:** no viviente.
 - **Lavador–desinfectador:** equipo que lava y esteriliza el instrumental quirúrgico después de una operación.
 - **Limpiador ultrasónico:** equipamiento para limpieza del instrumental por cavitación.
 - **Limpieza:** proceso que elimina la suciedad orgánica e inorgánica, o cualquier otro material extraño.
 - **Saneamiento:** proceso que resulta en una reducción de la población microbiana sobre una superficie inanimada a un nivel seguro o relativamente seguro.
 - **Tuberculocida:** agente químico capaz de matar Mycobacterium tuberculosis.
 - **Verificador de control de esterilización:** método que determina si un proceso ha sido completado; no indica si los objetos sometidos a este método están estériles.
 - **Vida de estante o anaquel:** período de tiempo que un objeto empaquetado permanecerá estéril después que ha sido sometido a un proceso de esterilización.
 - **Virucida:** agente químico capaz de matar virus.