

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROSTRO ROBÓTICO DE APARIENCIA HUMANA, CON CAPACIDAD DE EJECUTAR GESTOS Y EMOCIONES, PARA LA ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA”

Ruales Cortés Carlos David - AUTOR ¹, Ing. Arteaga L. Oscar B. - COLABORADOR ², Ing. Rivas L. David R. - COLABORADOR ³.

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica, Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE.
Extensión Latacunga, Márquez de Maenza s/n Latacunga, Ecuador.

rualesmkt@gmail.com ¹, obarteaga@espe.edu.ec ², drivas@espe.edu.ec ³.

Resumen— El rostro robótico es una entidad mecánica que posee una apariencia semejante al ser humano, y es considerado como un humanoide, dado a la característica esencial de imitar los gestos y emociones que reproduce el hombre común. El presente proyecto tiene como objetivo desarrollar un Sistema Mecatrónico Interactivo, que reproduzca comportamientos del ser humano, haciendo que el espectador reaccione al objeto como si se tratase de un ser vivo. El robot “K-Lu-K”, que es el apelativo con que se le identifica, por ser el acrónimo de: Unidad Lógica de Cadencia Controlada; posee la capacidad de ser atrayente al o los espectadores, basado en el ardid de parecerse a una persona.

Palabras Clave- Robot, Rostro, Interactivo, Reconocimiento De Voz, Bluetooth.

1 INTRODUCCIÓN

Industrias robóticas en el mundo entero, buscan la manera tecnológica de personificar a una máquina hasta llegar al ser humano, adaptando sistemas de desarrollo científico, intentando tomar una cualidad de Dios como creador del universo. Sin desmerecer el logro que algunos han tenido, cabe señalar que estructuras tan complejas como el ojo y sistemas como el nervioso central, no alcanzarán a ser reemplazados inclusive bajo el asombroso desarrollo conseguido.

La robótica es la ciencia que congrega a múltiples recursos tecnológicos junto al conocimiento implementado, con el fin de desempeñar algún tipo de tarea. Sin embargo Brady y Richard, definieron que: “La Robótica es la conexión inteligente de la percepción a la acción” (Brady. M, 1984).

Se conoce a la Animatrónica como una “la técnica que, mediante el uso de mecanismos robóticos, simula el aspecto y comportamiento de los seres vivos, empleando marionetas u

otros muñecos mecánicos” (Cosío, 2011). Donde además del fundamental movimiento controlado del robot, se inmiscuyen factores artísticos que permiten a la máquina como tal asemejarse a un ser vivo, tanto en sus capacidades y en su aspecto externo.

Los Robots Androides no solo son robots antropomórficos de tipo humanoide, sino que además poseen “iniciativa artificial”, bajo un concepto inesperado, esto se traduce como la posibilidad que ni el mismo creador del robot, sepa la reacción que en este caso el robot androide pueda elegir.

Para ello, previamente debe contener un algoritmo de control sofisticado, y a la vez desempeñe funcionalidades conforme a las Leyes de la Robótica citada en los relatos de Isaac Asimov (Asimov, 2008), que señalan que:

- I. “Un robot no puede hacer daño a un ser humano o, por inacción, permitir que un ser humano sufra daño.
- II. Un robot debe obedecer las órdenes dadas por los seres humanos, excepto si estas órdenes entrasen en conflicto con la 1ra Ley.
- III. Un robot debe proteger su propia existencia en la medida que esta protección no entre en conflicto con la 1^{ra} o la 2^{da} Ley.”

2 MATERIALES Y MÉTODOS.

La idea de elaborar un rostro robótico surge de la necesidad de desarrollar soluciones mecatrónicas como una herramienta que interactúe con el ser humano, a fin de que pueda ser utilizado además como un instrumento de asistencia frente a problemas cotidianos y sociales como el Síndrome del Espectro Autista, o simplemente como un dispositivo de exhibición y máquetin.

2.1 Geometría del Sistema y Distribución por Regiones del Rostro Robótico.

Para determinar la geometría del sistema, se requiere un análisis dinámico pertinente al rostro robótico, en donde se defina los lugares geométricos adecuados conforme a un sistema de coordenadas, y que servirá para asentará los centros u orígenes para cada elemento, definiendo conforme a este análisis, los grados de libertad que posee el robot. En la figura 2.1, se muestran los movimientos característicos del rostro, que se describen en la tabla 2.1 frente a las acciones de las personas.

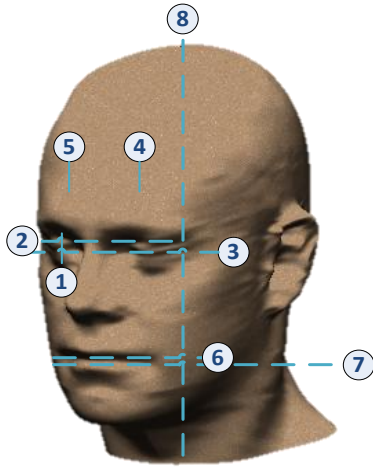


Figura 2.1 Geometría del Movimiento de la Cabeza.

Tabla 2.1 Descripción Dinámica del Rostro Robótico.

Parte / Órgano	Movimiento	Descripción usual del movimiento
Ojos	Derecha - Izquierda	Para mirar en perspectiva horizontal
Ojos	Arriba - Abajo	Para mirar en perspectiva vertical
Párpados	Arriba - Abajo	Para humedecer y proteger los ojos
Ceño Izquierdo	Relajar - Fruncir	Permiten expresar sorpresa o enfado
Ceño Derecho	Relajar - Fruncir	Permiten expresar sorpresa o enfado
Mandíbula	Apertura - Cierre	Se conoce como abrir la boca
Cabeza	Arriba - Abajo	Se utiliza para admitir
Cabeza	Derecha - Izquierda	Se utiliza para negar

Es necesario mencionar que la dinámica que acoge el robot simula el comportamiento de una serie de músculos, órganos y tendones del ser humano que al contraerse o relajarse, provocan el movimiento del cuerpo en general.

Para distribuir cada parte u órgano dentro de una región específica, se ha dividido en cuatro regiones a la cabeza del robot: región frontal, región craneal, región maxilar y la región yugular; mismas que se muestran en la figura 2.2.

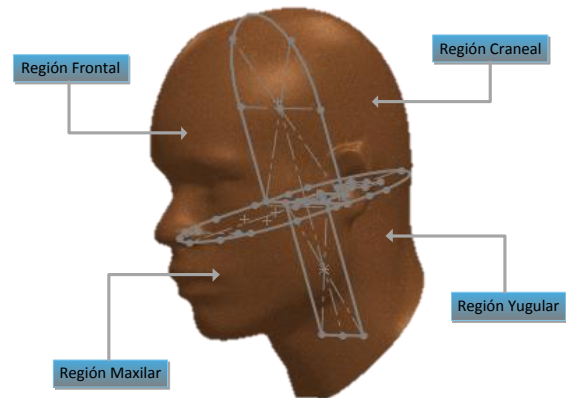


Figura 2.2 División Estructural de la Cabeza Robótica.

- La **Región Frontal** se limita por un corte horizontal desde el inicio de la nariz y por un corte vertical al inicio del pabellón auricular. Comprendiendo el contorno de la frente así como los ojos, nariz y pómulos superiores. En esta cuarta parte de la cabeza se encuentran la mayoría de los movimientos que el robot va a realizar, descrito en la tabla 2.1 como las posiciones 1 al 5 correspondiente al movimiento del ceño izquierdo y derecho, al movimiento de los ojos tanto arriba y abajo como de izquierda a derecha y al movimiento que realizan los párpados.

- La **Región Craneal** está conformada por la parte posterior a la región frontal (respetando los límites de la misma), y es donde se asienta el cabello. En esta región no existe ningún órgano, por lo que tampoco hay un movimiento.

- La **Región Maxilar** comprende a toda la extensión de la boca, es decir se define hasta el corte transversal bajo la nariz, y se ubica bajo la región frontal. En esta región se desarrolla el movimiento de la mandíbula conocido comúnmente como abrir y cerrar la boca.

- La **Región Yugular** es la cuarta región sobrante de la cabeza y se ubica bajo la región craneal. A esta región corresponde el movimiento de la cabeza hacia abajo y hacia atrás.

Las regiones frontal y craneal se asientan sobre una delgada lámina de contorno ovalado, como se muestra en la figura 2.2, que bien puede suponer como la plataforma donde no solo se afirma la parte superior del cráneo, sino que además soporta a los maxilares superior e inferior, y al fulcro encontrado en la posición 5, que genera el movimiento de cabeza hacia abajo y hacia atrás. Dicha base se describirá posteriormente.

2.2 Propiedades de los Materiales.

a. Látex.

Es un material elástico que está compuesto por sustancias químicas naturales derivadas del caucho. Puesto a que su presentación es líquida, puede pigmentarse hasta obtener un color similar al de la piel de un ser humano, lo que permitirá

que al tomar el molde de un rostro pueda ser usado como una careta. El látex es de fácil elongación, de un peso menor al caucho y se solidifica al contacto con el oxígeno del aire.

b. Fibra de Vidrio.

Son hebras muy delgadas que se obtienen por el estiramiento del silicato al haberse fundido y que forman una malla muy flexible y fibrosa, permitiendo a la vez ser moldeable en este estado. Al integrarse con productos sintéticos como la resina, se solidifica adquiriendo características de dureza y resistencia parecidas a un metal, pero conservando la flexibilidad molecular y un peso relativamente ligero.

Para acelerar el proceso de solidificación de la resina, se añade un catalizador justo antes de ser aplicado a la malla de hebras de vidrio. Este catalizador activa la reacción molecular de la resina, permitiendo una compactación parecida al cemento y su uso no debe pasar al 5% de la resina en términos porcentuales.

c. Acero ASTM A-36.

Es un tipo de Acero bajo en carbono y que usualmente forman parte de soportes y cubiertas debido a sus propiedades físicas, siendo un material comercialmente disponible. Se puede encontrar este tipo de acero en perfiles, ángulos, láminas entre otros a bajo costo. La propiedades de este material se detallan en el Anexo A-3 extraído de (Mott, 2006).

2.3 Diseño del Ensamble Interno del Rostro Robótico.

La Figura 2.3 muestra el ensamblaje interno de los componentes mecánicos, donde se incluyen los ojos y los dientes del robot, mismos que son características principales de los seres humanos.



Figura 2.3 Diseño del Ensamble Interno del Rostro Robótico.

La base mecánica (contemplada por la figura 2.4), está constituida por elementos rígidos, que cumplen con las labores de sostener a una cada región del rostro robótico mencionada anteriormente.

Además de brindar estabilidad a cada elemento conservando la estética final similar a una persona y siendo parte del acople

definitivo. Esta base constituye el puntal principal por medio del cual el rostro robótico puede funcionar independientemente.

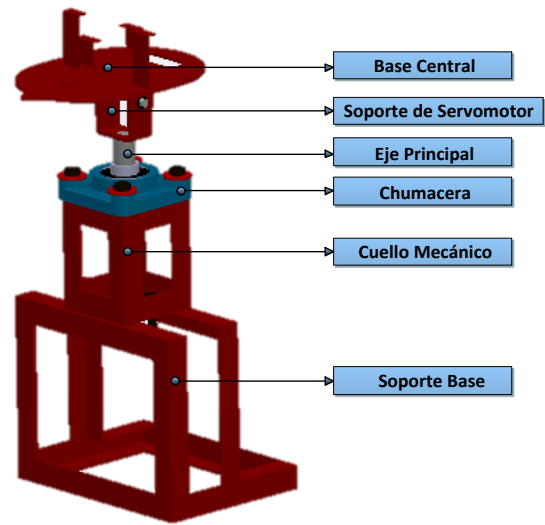


Figura 2.4 Descripción Individual de la Base Mecánica del Rostro Robótico.

La base mecánica del rostro robótico consta de diferentes elementos, mismas que cumplirán las funciones de soporte, y contemplarán además el equilibrio dinámico ante el movimiento particular de los componentes del rostro robótico, los elementos de la base mecánica se detallan en la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Descripción detallada de la Base Mecánica del Rostro Robótico.

Parte	Ubicación	Funcionamiento
Soporte Base	Asegurado dentro del torso del robot	Base donde se asienta el rostro robótico y soporta el peso.
Cuello Mecánico	Sobre el Soporte base del robot.	Sujeta a la chumacera y al servomotor posición 8 (tabla 2.1) además de transmitir el peso del rostro.
Chumacera	Asegurado al cuello mecánico del robot	Sostiene al eje principal a través del rodamiento y transmite el peso del rostro robótico.
Eje Principal	Dentro del rodamiento de la chumacera	Trasmitir el movimiento desde el servomotor de posición 8 ubicado bajo el cuello mecánico hacia el rostro robótico.
Soporte de Servomotor	Roscado al eje principal del robot	Sostiene al servomotor correspondiente a la posición 7 (tabla 2.1) y transmite el movimiento del eje.
Base central	Sostenido por el eje del servomotor encontrado dentro del soporte.	Integra a la región frontal, craneal y maxilar en un solo conjunto, Soporta tanto la placa de control como a los servomotores de la posición 2,3 y 6 (tabla 2.1).

2.4 Diseño Eléctrico y Electrónico.

El rostro robótico, cumplirá con cuatro funciones esenciales que son:

- Movimiento
- Reconocimiento de Voz
- Reproducción de Voz
- Comunicaciones

2.5 Selección Elementos Electrónicos.

Para cumplir con estas funciones se recurre a:

- Una tarjeta **Arduino** (Torrente, 2013), como controlador de todos los elementos electrónicos mediante las entradas y salidas digitales que posee esta placa.
- Servomotores** (Roldán, 2014), que permitan la generación de movimiento.
- Un módulo de **Reconocimiento de voz** (Elechouse, Voice Recognition Module V2, 2008), encargado de captar señales sonoras.
- Un módulo de **Decodificación de audio** (Elechouse, Wav/ad4 mini sd card module, 2010), junto a un circuito amplificador y parlante que reproduzcan sonidos pregrabados dotándole al robot la capacidad del habla.
- Un módulo **Bluetooth** (Fasttech, 2012), para establecer una comunicación inalámbrica que permita controlar externamente el rostro robótico.

2.6 Selección de la Tarjeta Controladora Arduino.

La tarjeta Arduino como elemento de control de los elementos electrónicos, permitiría que cada elemento sea accionado en el momento preciso y hacia una operación puntual, por lo cual la tarjeta arduino como software y hardware ofrece las facilidades de determinar la ejecución de dichos elementos a través de la programación de un sketch suscrito de tipo Open Source-Hardware, utilizando el bus serial como puertos bidireccionales de comunicación, y a las salidas digitales/PWM como medios de ejecución unidireccional.

Entre las distintas tarjetas arduino, se selecciona la Arduino Mega 2560 R3, debido a que posee primeramente tres canales de comunicación tipo serial TTL, que permitirá la comunicación con el módulo bluetooth y el módulo de reconocimiento de voz. Además de 11 salidas tipo PWM, requeridas para el control de los 8 servomotores, y finalmente la velocidad de respuesta proporcionada por el chip Atmega 2560.

2.6.1 Selección del Servomotor.

Dentro del rostro robótico se utilizan los servomotores de corriente continua. Los servomotores Power HD no producen una excesiva vibración (ruido), tanto al girar como al permanecer en estado estático, a diferencia que los servomotores usuales.

La disposición de cada servomotor en particular, deberá limitar la rotación que cada servomotor ejerza, teniendo en cuenta la semejanza que debe existir a los movimientos de los músculos y órganos de un ser humano común. Los ángulos de posición inicial (Home), y los límites a los cuales la rotación angular puede alcanzar, son definidos en la tabla 2.3 mostrada a continuación.

Tabla 2.3 Límites del Movimiento Angular de los Servomotores.

Ubicación del Servomotor	Extremo Inferior	Posición "Home"	Extremo Superior	Ángulo de Movimiento
Ojos M. Horizontal	10 °	27 °	45 °	35 °
Ojos M. Vertical	40 °	70 °	88 °	48 °
Párpados	30 °	40 °	90 °	60 °
Ceño Izquierdo	4 °	14 °	23 °	19 °
Ceño Derecho	1 °	10 °	20 °	19 °
Mandíbula	74 °	80 °	n/a	4 °
Cabeza M. Vertical	130 °	165 °	180 °	50 °
Cabeza M. Horizontal	1 °	90 °	180 °	179 °

2.6.2 Selección de Módulo de Reconocimiento de Voz.

Para seleccionar el módulo de reconocimiento de voz, se toma en cuenta la capacidad de almacenamiento de registros de audio, su compatibilidad ante el control bajo la tarjeta Arduino y el consumo de energía requerido. Por lo que se utiliza el Módulo de Reconocimiento de Voz V.2, mismo que cumple registra previamente hasta 15 diferentes señales auditivas, dividido en tres grupos, los cuales pueden recoger caracteres auditivos de hasta 1300 milisegundos por vez.

Se programa y se ejecuta por medio de comandos AT a través del puerto serial de una tarjeta Arduino y consume menos de 40 miliamperios a una tensión de 5 voltios.

2.6.3 Selección del Módulo de Audio.

El módulo WTV 020 SD Mini, es el elemento electrónico seleccionado para cumplir con la función de decodificar los archivos de audio de una tarjeta de memoria tipo Micro SD, que además debe ser utilizado junto a un circuito amplificador para el control del volumen junto a un par de parlantes como salida de audio del módulo especificado.

El módulo WTV 020 SD Mini cumple con las siguientes características:

- Permite ser controlado por una tarjeta arduino por medio de un pulso de reloj CLK, para su funcionamiento regular y la selección de archivos de audio mediante pulsos digitales entre niveles lógicos, bajo la programación del sketch del arduino.
- Requiere de una alimentación baja (3.3 voltios), para lo cual se recurre a un regulador LM1117.
- Soporta tarjetas de memoria tipo Micro SD de hasta 2 Gigabytes (de marca SanDisk necesariamente), en donde se almacenarán archivos de audio en extensión AD4.

Por otro lado, para la final reproducción de los archivos de audio, se utiliza parlantes estéreo SP-U115 de 50mm, que define una salida total de 1.5 watts RMS junto a su propio circuito amplificador comercializado como un producto de marca Genius.

2.6.4 Selección del Módulo Bluetooth.

Un requerimiento para controlar el rostro robótico, es la comunicación con la tarjeta Arduino mediante una vía inalámbrica, esto es posible mediante la tecnología bluetooth que es una especificación industrial para redes de área personal en la banda de los 2,4 GHz.

Para lo cual se recurre a un módulo bluetooth HC-07 que descifra las señales de un dispositivo sincronizado y las envía por medio del puerto serial a una velocidad que puede ser configurada (generalmente a 9600 Baudios), asintiendo a la tarjeta Arduino como si se tratase de un elemento receptor de señales inalámbricas vía bluetooth.

Otras ventajas que presenta el módulo para el rostro robótico es su configuración mediante comandos AT, los cuales soporta tanto la programación como la ejecución del Arduino, además de estar energizado a una tensión de 3.3 voltios.

2.7 Esquemático de Interacción del Sistema Electrónico.

El conjunto de elementos electrónicos implementan sincronía para su correcto funcionamiento, donde por una parte son alimentados individualmente y con diferentes consumo de energía cada uno, y por otro lado, son dependientes del control bajo programación de la tarjeta Arduino.

Misma programación que será seleccionada exteriormente mediante comandos específicos enviados vía bluetooth.

La figura 2.5, explica el esquema de provisión de energía y enlace entre los elementos electrónicos que conforman el rostro robótico, así como el modo de comunicación entre los mismos.

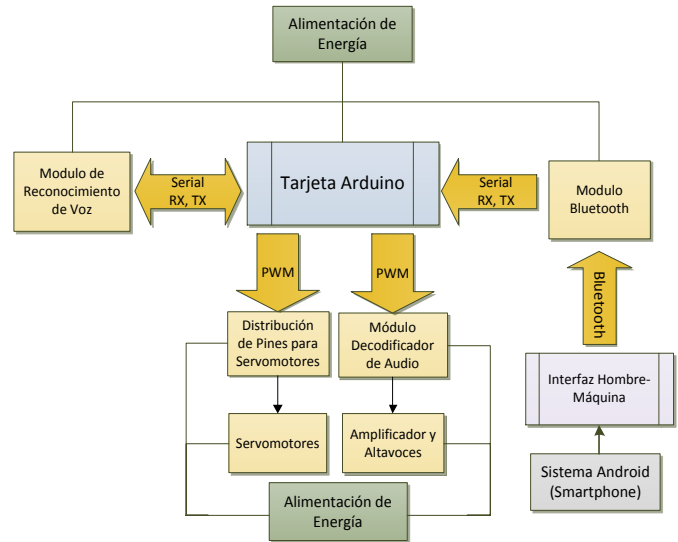


Figura 2.5 Interacción Entre los Elementos Electrónicos del Rostro Robótico.

2.8 Selección y Distribución de Energía del Sistema Electrónico.

Al conocer que tanto el consumo de corriente como la tensión de alimentación de cada elemento electrónico, se recurre a utilizar tres diferentes de fuentes de voltaje alimentadas por corriente alterna, que si bien requiere de una toma de corriente para que funcionen, evitan por otro lado la descarga que podría ocurrir si se usaran baterías.

El diseño de distribución eléctrica se presenta en la figura 2.6 a continuación.

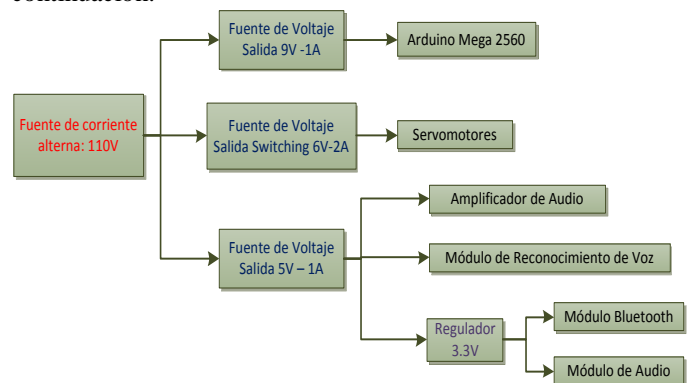


Figura 2.6 Esquema de Distribución Eléctrica para el Rostro Robótico.

Se selecciona tres diferentes fuentes que una proveen de energía (corriente continua) independiente, La primera fuente alimenta a los elementos de entrada y salida hasta 5 voltios, donde cada uno de los cuatro elementos requiere menos de 40 mA para funcionar. Una segunda fuente de alimentación específica para la tarjeta arduino que consume 9 voltios a 1 Amperio, y una última fuente de alimentación tipo switching de 6 voltios a 2

Amperios, que se requiere para utilizar los 8 servomotores a la vez, sin tener una caída de voltaje significativa.

2.9 Diseño del Sistema de Control

Constituye la esencia intangible del robot, Puesto que el sistema de control compone el conjunto de información que permite al rostro adquirir las señales digitales externas, procesarlas y devolver otra señal digital para cierta acción característica, ya sea esta de movimiento o de reproducción de audio.

El sistema de control no solo contempla la programación de la tarjeta arduino como “cerebro” del rostro robótico, también define el desarrollo de la aplicación para smartphone con sus características esenciales, así como la configuración de los diferentes módulos que componen el rostro robótico.

Para dotar al robot de ejecución de una respuesta, primeramente se toma en cuenta las vías por las cuales existirán señales de entrada, siendo la voz una de las dos entradas, por lo que es necesario configurar las voces que el robot reconocerá, de manera que cuando esto pase envíe un comando o registro a la tarjeta arduino para proceder a una acción determinada. Para lo cual se acudirá a los comandos AT, que no son otra cosa que el medio por el cual permitirá grabar los comandos en el chip del módulo de reconocimiento de voz como un patrón a ser identificado.

La segunda señal de entrada a recibir, es la señal dirigida desde el dispositivo móvil, a través del uso de una aplicación hasta la tarjeta arduino a través del módulo bluetooth, para lo cual se requiere configurar el módulo bluetooth mediante el uso de comandos AT. Y por otro lado, se realiza la aplicación para la plataforma operativa Android mediante el software online APP INVENTOR, que básicamente serán señales alfabéticas de cuatro caracteres que serán interpretadas en la ejecución del sketch grabado en la tarjeta arduino.

Una vez reconocidas las entradas, se elabora el sketch en software de Arduino (IDE), en donde se registra uno a uno cada pin de entrada y salida y posteriormente se programa bajo el lenguaje C las rutinas y subrutinas que cumplirá el robot.

3 ENSAMBLAJE Y PRUEBAS.

3.1 Ensamblaje Interno del Robot.

El ensamblaje de los componentes inicia una vez que se tengan los elementos requeridos, en ese caso, se procede primero a ubicar el servo del acople tipo C en el cuello del robot y los micro servos, uno junto al soporte de los ojos del rostro y los dos restantes en el orificio de la región frontal, para mover las cejas del robot. Cada uno de estos servomotores se sujetará con tornillos de 5 mm de diámetro además de un pegamento especial, que permita fijar el plástico al metal; con el fin de que se retenga fuertemente dichos servomotores.



Figura 3.1 Acoplamiento del Servo del Cuello y de los Micro Servo.

Posteriormente se ubican el resto de servomotores en los lugares correspondientes, llevando sus cables de una manera ordenada a la placa de distribución de pines de cada uno de los servomotores, así como el cable de datos de 10 hilos y el par de cables requeridos para suministrar energía, teniendo en cuenta que al mover el cuello requerirá una mayor longitud de los cables ubicados en este sector del rostro robótico. Este ensamble se muestra en la figura 3.2.

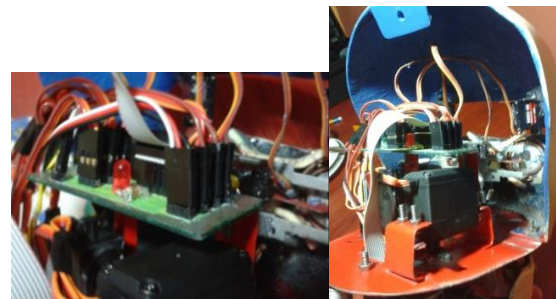


Figura 3.2 Conexión Sobre la Placa de Distribución de Pines de los Servomotores.

Los siguientes elementos electrónicos se sujetan sobre dos placas azules de melamina que se sujetarán al soporte inferior del rostro robótico, en la primera placa de melamina se sitúan las dos fuentes de voltaje, mientras que en la segunda se ubican la tarjeta arduino, el modulo de reconocimiento de voz y la placa que soporta el módulo de audio; sobre tales elementos se encuentran conectados uno a uno los cables de comunicación y alimentación correspondiente al diseño electrónico. Así se muestra en la figura 3.3.

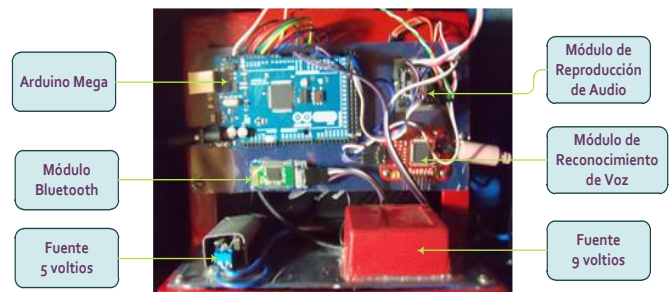


Figura 3.3 Ensamble de los Elementos Electrónicos en el Soporte Inferior.

Cuando los servomotores están fijos, se puede cubrir el cráneo con la tapa posterior, insertando tornillos pequeños en cada orificio sobrante de la base central del rostro robótico y el orificio de la región frontal, de manera que este elemento quede completamente fijo. Finalmente se introduce el eje principal dentro de la chumacera hasta que se sobreponga al rodamiento, teniendo en cuenta que el engranaje interno, insertado al final del eje, se haya incrustado en el eje dentado del servomotor inferior. Además por otro lado, se añaden las dos cejas a los microservos de la región frontal que permitirán fruncir y estirar el ceño del robot.

Luego de estos procedimientos se tiene como resultado el ensamblaje final cuyas imágenes se exponen en la figura 3.4.

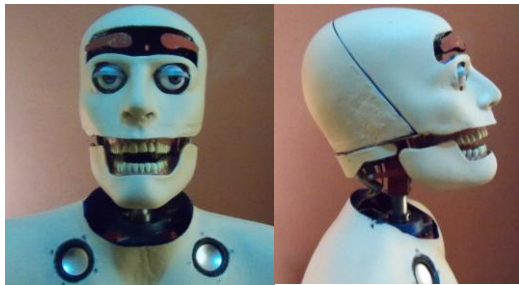


Figura 3.4 Agrupamiento Final de los Componentes Internos de Rostro Robótico.

3.2 Desarrollo del Sistema de Control.

El sistema de control rige los movimientos y acciones del rostro robótico, es decir, el alcance que tendrá el robot es determinado por la programación que se desarrolle. Es necesario recurrir a la programación y el desarrollo de una aplicación y a la programación de un sketch para la tarjeta Arduino, para el control del Robot K-Lu-K.

3.3 Desarrollo de la Aplicación para dispositivos Android.

Para contar con un control en lazo abierto, se crea una aplicación para dispositivos móviles (Smartphone's o Tablet's), con el objetivo enviar datos a la tarjeta arduino, a través de la interfaz bluetooth. Para lo que se recurre al entorno virtual MIT App Inventor, mismo que permite de una manera gráfica desarrollar aplicaciones para dispositivos Android.

Para crear una aplicación se debe trabajar con dos herramientas que son el App Inventor Designer y el App Inventor Blocks Editor. En el primero se construye la interfaz de usuario eligiendo y ubicando uno a uno los elementos con el que el usuario seleccionará las diferentes acciones que puede realizar el robot K-Lu-K, y en el editor de bloques se define el comportamiento de cada uno de los componentes elegidos.

a. App Inventor Designer.

Usando el internet se ingresa a la página <http://beta.appinventor.mit.edu/> la que despliega el App

Inventor Designer, en el cual se empieza a desarrollar la aplicación, definiendo primeramente el número de pantallas (screen's) que tendrá la aplicación para el control del robot K-Lu-K.

Se definen dos pantallas: el primer screen mostrado en la figura 3.5, sirve para introducir una clave de seguridad o de acceso al robot, cuyo objetivo es restringir el acceso al control del rostro robótico.



Figura 3.5 Screen 1 de la Aplicación del Robot K-Lu-K.

En el bloque de texto del screen 1, se ingresará la clave digitándola por medio del teclado, mismo que se despliega en la pantalla táctil del Smartphone una vez que se toca el bloque de texto. Una vez digitada la clave, se toca el botón del screen definido por la palabra "Ingresar", si la clave digitada fue la misma que posteriormente se determinará en el editor de bloques, entonces se cambiará a el segundo screen, de lo contrario se desplegará un mensaje que señale "Clave Incorrecta". Además esta pantalla contiene una imagen para recrear un ambiente amigable en la aplicación.

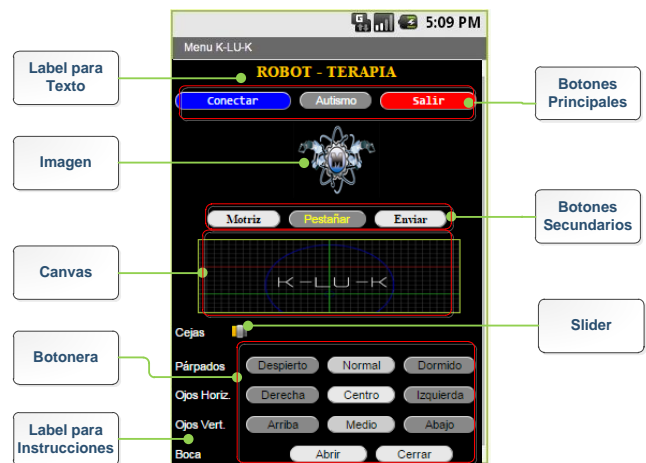


Figura 3.6 Screen 2 de la Aplicación del Robot K-Lu-K.

En un segundo screen (mostrado en la figura 3.6), se definen diferentes botones, que al ser pulsados por el operario del robot, el Smartphone enviará un dato a través del bluetooth relacionado a la descripción de cada botón, de manera que el robot pueda ser accionado al descifrar aquel dato específico.

b. App Blocks Editor.

Es una herramienta que permite una programación visual sencilla que consiste en unir bloques al estilo Lego, reemplazando a las líneas de código por bloques. Para cada screen se abre un editor diferente, donde se encuentran definidos los botones como bloques variables, a los cuales se añadirán bloque de instrucción, es decir al botón llamado “Botón 1” se le asignará un bloque de función como “enviar dato 1 vía bluetooth”, el que se situará dentro de un bloque tipo lazo repetitivo que señale “Cada vez que se toque el botón”, esto permitirá que el dato 1 sea enviado cuando se presione el botón 1.

4 ENSAMBLAJE Y PRUEBAS.

La presentación final del robot K-Lu-K es la siguiente:



Figura 4.1 Robot K-Lu-K.

La apariencia externa sin duda es similar al de un hombre, teniendo en cuenta primeramente la estructura fisiológica del torso y la cabeza. Además el látex pintado recrea una piel ficticia sobre la cual se sitúa el bigote, las cejas y el pelo de característica natural. Por otro lado los ojos y los dientes complementan al robot como si se tratase de un ser vivo.

El rostro robótico en términos generales, contiene una “personalidad ficticia”, personalidad porque las características son independientes comparadas con un ser humano, pero ficticias a la vez debido a que no es persona para acreditar un diferencial de la humanidad. En ese sentido se debe considerar que el objeto como tal conjuga los rasgos proporcionados por su autor para simular de la manera más parecida posible, los gestos y emociones de un ser humano común.

El robot puesto en movimiento permite que el operario pueda ubicar cada uno de sus ocho posiciones a su gusto, obteniendo los siguientes gestos faciales y corporales.



Figura 4.2 Imágenes de Diferentes Gestos del Robot K-Lu-K.

El diseño y construcción de un rostro robótico permite ejecutar gestos y emociones aparentes a las de un ser humano.

- El conjunto de movimientos que puede realizar el rostro robótico, por medio del control bajo la aplicación para un sistema Android; Dota al rostro robótico de una serie de gestos faciales y gestos corporales, compuestos por posiciones diferentes de hasta ocho grados de libertad en la geometría final del sistema.
- El robot K-Lu-K puede simular la ejecución de emociones al responder a las preguntas: ¿Hola?, ¿Cómo está?, ¿Cómo se llama? y ¿Cómo se siente?, proponiendo un aparente estado de ánimo al responder cada una de las preguntas.
- Bajo la selección del botón “Autismo”, el robot desarrolla una breve terapia dirigida a tratar el síndrome del espectro autista, desarrollando así una solución mecatrónica a este problema social.
- Por otro lado, al reconocer el comando de voz “Universidad”, el robot responde con una reseña histórica y comercial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, extensión Latacunga, demostrando otra aplicación del rostro robótico, en este caso enfocado al área de márketing y publicidad.
- Todas estas características, además de la apariencia externa que engloba entre otras cosas el modelo y el acabado facial y corporal, el cabello, cejas y bigote natural, la ropa, la voz humana y todos los detalles minuciosos; representan claramente la estética real de un ser humano adulto de sexo masculino.

5 CONCLUSIONES.

- ✓ Se diseñó y se construyó un rostro robótico que posee apariencia humana, y ejecuta gestos y emociones controladas de manera inalámbrica.
- ✓ El diseño asistido por computador, permitió delinear cada componente del rostro robótico; precisando la construcción de elementos mecánicamente ideales, para la solución de los sistemas estáticos y dinámicos del robot.
- ✓ Se implementó componentes electrónicos de acuerdo a parámetros de diseño, técnicamente fundamentado y conservando el aspecto externo; que brindan al robot diferentes capacidades propias de una persona.
- ✓ El control del conjunto de movimientos provistos, frente a la sincronía de reproducción de audio, destaca la versatilidad que posee el robot; precisando respuestas bajo un criterio emocional, y diversos gestos faciales y corporales.
- ✓ En torno a funcionalidades del proyecto, el robot conduce a soluciones mecatrónicas ante problemáticas sociales como el autismo, y propone además un nuevo concepto para difusión de publicidad y márketing.
- ✓ La aplicación para dispositivos móviles, desarrollada específicamente para el robot K-Lu-K, posee una interfaz atractiva, bajo un entorno fácil de manipular para cualquier usuario.
- ✓ La apariencia física que presenta el robot, es similar a la de un ser humano.
- ✓ En relación al costo del robot, el prototipo inicial que representa el proyecto constituye sumamente bajo, si se compara ante robots incluso de menores prestaciones.

6 REFERENCIAS.

- [1] Asimov, I. (2008). *El robot completo*. Madrid: Alamut/Bibliópolis.
- [2] Brady, M. & R. (1984). En & R. Brady, M, *The 1st International Symposium*. Massachusetts: MIT Press.
- [3] Cosío, M. (2011). Recuperado el 12 de octubre de 2014, de <http://www.cassetteblog.com/2011/10/curiosidades-el-arte-de-la-animatronica-por-manuel-cosio/>
- [4] Elechouse. (2008). *Voice Recognition Module V2*. Recuperado el 19 de octubre de 2014, de <http://www.elechouse.com/elechouse/images/product/Voice%20Recognition%20Module/Manual.pdf>
- [5] Elechouse. (2010). *Wav/ad4 mini sd card module*. Recuperado el 25 de octubre de 2014, de http://www.elechouse.com/elechouse/index.php?main_page=product_info&products_id=418
- [6] Fasttech. (2012). *Electronic components and modules*. Recuperado el 25 de octubre de 2014, de <http://www.fasttech.com/product/1129204-jy-mcu-hc-07-bluetooth-wireless-serial-port-module>
- [7] Mott, R. (2006). *Diseño de Elementos de Máquinas* (Cuarta ed.). México: Pearson Educación.
- [8] Roldán, J. (2014). *Motores de Corriente Continua*. Madrid: Paraninfo.
- [9] Torrente, O. (2013). *ARDUINO Curso práctico de formación*. Madrid: RC Libros.



Carlos David Ruales. Nació el 13 de Diciembre de 1990, en Ambato provincia de Tungurahua, Ecuador. Es graduado de Ingeniero en Mecatrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE en el año 2015. Áreas de Interés: Robótica, Sistemas CAD/CAM/CAE, Automatización y control de procesos, Redes industriales. email: rualesmkt@gmail.com, crualesa@yahoo.es