

**REPOTENCIALIZACIÓN DE CABEZA ANIMATRÓNICA PARA EL GRUPO
DE APRENDIZAJE EN ROBÓTICA PEDAGÓGICA EDUCATIVA (GARPE)**

**CHRISTIAN ALEXÁNDER FORONDA RUIZ
DAVID ESTEBAN ZAPATA NARANJO**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
TENCOLOGIA MECATRONICA
MEDELLIN
2014**

**REPOTENCIALIZACIÓN DE CABEZA ANIMATRÓNICA PARA EL GRUPO
DE APRENDIZAJE EN ROBÓTICA PEDAGÓGICA EDUCATIVA (GARPE)**

**CHRISTIAN ALEXÁNDER FORONDA RUIZ
DAVID ESTEBAN ZAPATA NARANJO**

**Trabajo de grado presentado para optar al título de Tecnólogo en
Mecatrónica**

**Asesor
Juan Carlos Alvarado Henao
Ingeniero Mecánico**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
TECNOLOGÍA MECATRÓNICA
MEDELLÍN
2014**

CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCIÓN	6
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	8
2. JUSTIFICACIÓN	9
3. OBJETIVOS	10
3.1 OBJETIVO GENERAL	10
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
4. MARCO TEÓRICO	11
4.1 MOTOR PASO A PASO	24
4.2 SERVOMECANISMO	29
4.3. ARDUINO	30
4.4. LÁTEX	31
5. METODOLOGÍA	33
5.1 TIPO DE PROYECTO	33
5.2 MÉTODO	33
5.3 FUENTES DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	34
5.3.1 FUENTES PRIMARIAS	34
5.3.2 FUENTES SECUNDARIAS	34
6. RESULTADOS DEL PROYECTO	35
7. CONCLUSIONES	37
8. RECOMENDACIONES	38
BIBLOGRAFÍA	39
CIBERGRAFÍA	40
ANEXOS	41

LISTA DE FIGURAS

	PAG
Figura 1 Creación de animatronic para la cinematografía	15
Figura 2 Creación de animatronic para la cinematografía	15
Figura 3 Animatrónico durante su emplazamiento en el Combe Martin Wildlife and Dinosaur Park en Devon, Inglaterra.	15
Figura 4 Animatrónico durante su emplazamiento en el Combe Martin Wildlife and Dinosaur Park en Devon, Inglaterra.	15
Figura 5 Dinosaurios animatronics de discovery channel	22
Figura 6 Motores paso a paso	25
Figura 7 Registro fotográfico	35
Figura 8 Registro fotográfico	35
Figura 9 Registro fotográfico	36

GLOSARIO

Tarjeta electrónica: Es una superficie constituida por caminos o pistas de material conductor laminadas sobre una base no conductora.

Locomoción: Es el estudio para conocer cómo se mueven los animales y requiere energía para superar la fricción y a menudo también la gravedad.

Actuadores: Es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado.

Sensores: Es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, etc. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una corriente eléctrica (como en un fototransistor).

Hidráulica: Es una rama de la mecánica de fluidos que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas de los líquidos.

Neumática: Es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos.

INTRODUCCIÓN

Un robot es un dispositivo electromecánico capaz de desempeñar tareas automáticamente por medio de supervisión humana directa, a través de una programación predefinida o siguiendo un conjunto de reglas generales preestablecidas.

Existen multitud de diseños de robots para cumplir diferentes objetivos como: brazos robóticos para el montaje de piezas en una fábrica, vehículos, naves aéreas no tripuladas o el caso de los robots móviles terrestres.

Muchas de las investigaciones en la robótica se enfocan hacia el desarrollo de máquinas que se desplacen independientemente de la trayectoria y del espacio que realicen, sobre todo, cuando se tiene la necesidad de locomoción en terrenos irregulares con topografía diversa.¹

Históricamente surgen las máquinas denominadas animatrónicos, son máquinas diseñadas para verse y “actuar” como: humanos, animales o personajes de ficción. Algunos de ellos son programados buscando “imitar” gestos que representen emociones, o tics de los seres vivientes “animados” y reconocer los gestos permitiendo un gran rango de aplicaciones como: el entretenimiento, aprendizaje o hasta la terapia psicológica.

Los animatrónicos han sido usados, desde principios de los años setenta, en parques de diversiones, museos y películas, evolucionando a partir de controles digitales (sistemas on-off controlando solenoides, cilindros neumáticos y motores D.C.), hasta sistemas analógicos muy avanzados, permitiendo un control más preciso de posición y en algunos casos, retroalimentación de la misma, que brinda

¹ Lo Vehículos anfibios AMTRAC, volumen 57: Carros de combate – Steve Zaloga

la ilusión de movimientos y reacciones semejantes a las de los seres vivos, aparentando ser personajes reales frente a los observadores.

De las múltiples aplicaciones de esta extensa área de la robótica, nos ubicamos en el caso especial de las aplicaciones de diversión. En esta área, estadísticamente, se encuentra como requerimiento de los parques recreacionales el generar en el visitante u observador de la atracción, la sensación que el dispositivo animatrónico o interlocutor, genera y emite un mensaje oral y visible. Con este fin se propusieron algunas soluciones .En este proyecto se explica el diseño de un animatrónico, capaz de reproducir algunos de los gestos humanos, movimientos similares a los producidos al hablar y sincronizar esto con un simulador de voz implementado en el software de control.

1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El uso de nueva tecnología en la ciudad y en el país se está desarrollando cada vez más, pero proyectos como este no se construyen mucho en la ciudad de Medellín, debido a los diseños con elevados costos.

Los motores servos y materiales costosos no permiten que este tipo de proyectos lleguen a ser vistos por las personas con menos recursos, solo en caso de exposiciones costosas o algunos centros comerciales, esto es motivo de discusión para plantear en este escrito una solución con materiales e insumos económicos.

La ciencia se ha convertido en un aliado para la tecnología y viceversa, ya que con este tipo de proyectos se da una ayuda didáctica, de ilustración hacia la cabeza del dinosaurio prehistórico velociraptor, para ello se muestra, de manera casi real, sus movimientos y estudios paleontológicos.

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:

Obtenidos los resultados del proyecto “Diseño y fabricación de cabeza animatronic del dinosaurio triceratops” que fue netamente investigativo sin resultados funcionales ni técnicos, ¿se puede implementar una cabeza animatrónica que cumpla con algunos requisitos didácticos y funcionales a un costo moderable?

2. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto será el diseño y puesta en funcionamiento de una cabeza animatrónica que se realiza como trabajo de grado por los estudiantes del Pascual Bravo I.U. de la ciudad de Medellín, este robot tendrá como beneficiarios a los docentes y estudiantes que ingresen al Grupo de Aprendizaje en Robótica Pedagógica y Educativa (GARPE) del Pascual I.U. El robot se desarrollará con fines académicos para complementación en innovación e investigación de futuros docentes o estudiantes que ingresen al grupo (GARPE).

Los estudiantes que deseen realizar las innovaciones e investigaciones en la cabeza animatrónica podrán tener en cuenta dichas tareas como un proyecto de grado impulsado por el Grupo de Aprendizaje en Robótica Pedagógica y educativa (GARPE).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y desarrollar una cabeza de dinosaurio que pueda generar su propia movilidad por medio de mecanismos mecatrónicos.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Investigar la conformación y las propiedades de los sistemas robóticos y electrónicos para la realización de este proyecto.
- Seleccionar los sensores, actuadores y demás dispositivos de control para este proyecto
- Diseñar el modelo de una cabeza de dinosaurio que coordine el procedimiento de todos los sistemas que vamos a utilizar.
- Elaborar el algoritmo de control e implementarlo con los componentes electrónicos.
- Realizar pruebas para garantizar el correcto funcionamiento del mecanismo.

4 MARCO TEÓRICO

Las raíces de animatrónicos modernos se ubican en la Edad Media, cuando los animadores utilizan marionetas mecanizadas para espectáculos. La primera gran atracción animatrónicos, sin embargo, fue en 1939, cuando Westinghouse presentó un espectáculo con un robot, Electro, y su mascota animatrónicos Sparko.

Animatronics fue desarrollada por Walt Disney a principios de 1960. Esencialmente, una marioneta animatrónicos es una figura que está animada por medio de dispositivos electromecánicos. Los primeros ejemplos se encuentran en la Feria Mundial de 1964 en el New York Hall of Presidents y Disneyland. En el Salón de Presidentes, Lincoln, con todos los gestos de un hombre de Estado, pronunció el discurso de Gettysburg. Lengua y faciales movimientos corporales se adaptan a la perfección con la voz grabada. El término abreviado acuñado originalmente por Walt Disney como Audio-Animatronics, que se utiliza para describir a los personajes mecanizados, se puede ver realmente en las diversas formas se remontan a Leonardo Da Vinci Lion Autómatas, que fue construido en teoría para presentar lirios del Rey de Francia durante una de sus visitas. Ahora se desarrollan como una carrera que puede requerir talentos combinados de la ingeniería mecánica, fundición/escultura, tecnologías de control, control de radio eléctrico/electrónico, y aerografía. Mucho antes de que aparecieran efectos digitales, animatrónicos estaban haciendo la historia del cine.

Figuras animatrónicos son más a menudo alimentadas por sistemas neumáticos, y, en casos especiales hidráulica, o por medios eléctricos. Las cifras son personalizadas precisamente con las dimensiones exactas y proporciones de los seres vivos. Actuadores de movimiento se utilizan a menudo para imitar los movimientos de "músculo", como extremidades para crear movimientos realistas.

Además, la figura está cubierta con conchas del cuerpo y pieles flexibles hechos de materiales plásticos duros y blandos. Entonces, la cifra se terminó añadiendo detalles como el color, el pelo y las plumas y otros componentes para hacer la figura más realista.

Uno de los parámetros en los avances en la tecnología animatrónicos se refiere a la naturaleza del movimiento. Los ingenieros y los artistas, se esfuerzan por crear figuras que se muevan en formas, que parecen humanas, que se complementan frente a la robótica. Hoy en día, las computadoras funcionan animatrónicos contrarias a los operadores humanos, por lo que el resultado es más preciso y refinado. Sin embargo, como los primeros experimentos de animatrónicos, estos robots modernos tienen un precio muy alto, más allá de los presupuestos de la mayoría de la gente.

La tecnología animatrónica está en constante evolución para seguir el ritmo de las tendencias de consumo y las necesidades del mercado. En estos días, los innovadores están trabajando en la creación de animatrónicos que pueden interactuar con la gente de uno-a-uno.

El zoológico de Huachipa (Lima) posee una exhibición permanente de dinosaurios animatrónicos. Esta exhibición es interesante porque los dinosaurios se mueven, hay luces y sonidos que nos llevan a imaginar cómo pudo ser el hábitat de estos seres prehistóricos.

El Parque de la Imaginación fue recientemente remodelado e incluye una exhibición sobre la vida animal que te deja ver algunos dinosaurios y además se divierten los asistentes con los experimentos y las distintas exhibiciones orientadas a las ciencias.

La construcción de los diversos componentes utilizados en el dispositivo animatrónicos general toma más tiempo. Hay cuatro categorías principales en las que el trabajo se divide, con el desarrollo que ocurre simultáneamente a través de las categorías. Aunque básicamente similar, los procesos de diseño y producción de animatrónicos en cine varían mucho de animación para los parques temáticos y otros lugares permanentes.

A la hora de implementación, los ingenieros mecánicos se encargan de diseñar y construir el sistema mecánico, desde los engranajes básicos de la hidráulica sofisticados. Los ingenieros electrónicos desarrollan los sistemas de control necesarios para operar el dispositivo animatrónico. Por lo general a partir de cero y crear sus propias tarjetas de circuitos personalizados, estos ingenieros construyen básicamente juguetes teledirigidos gigantes. Casi todo el movimiento es manipulado por los sistemas de control remoto especializados conocidos como dispositivos de telemetría. Todos los componentes electrónicos y mecánicos que necesite algo a lo que para fijar y controlar, y la piel debe tener un marco para mantener su forma. Esto se realiza mediante la construcción de un marco de acero y plástico para aumentar el realismo, y debido a que es la forma natural de diseñarlo. La superficie "piel" se hace a menudo a partir de caucho de espuma, que es un muy ligero, de caucho esponjoso hecho por la mezcla de aire con caucho de látex líquido y luego curación de la misma. Mientras que hay otros compuestos, tales como la silicona y uretano que son más fuertes y duran más. La solución se vierte en cada molde y se dejó curar. Como se mencionó anteriormente, las partes del marco están integrados con la goma espuma en ciertos puntos. Para reforzar aún más la piel, una pieza de tela se corta al tamaño e incrustado en el caucho de espuma después de que se vierte en el molde. Una vez curado, cada pieza de piel se tira de su molde² y sus principales componentes son:

² ANIMATRONICS, una Guía para Displays, de Fiesta Animados – Edwin Wise

El servo: Es el “músculo” detrás de la mayoría de los movimientos de los animatrónicos, en general consisten de un motor, un circuito integrado, un potenciómetro y un eje, recibe una señal electrónica de posición desde un dispositivo de entrada (R/C) y transmite el movimiento, ya sea directo a la pieza en cuestión o a otro elemento (hilo, chicote, gancho, palanca, etc.). Existen de diferentes fuerzas, y son muy comunes en el pasatiempo de vehículos de radio control.

El pistón lineal: Este es un mecanismo simple de pistón (se mueve linealmente), es una versión limitada en función, de un servo, con la opción de poder ser más grande, fuerte y veloz.

El potenciómetro: Es una resistencia de control, en forma lineal o rotacional. Su movimiento transmite una posición en forma mecánica (como la perilla de un estéreo viejo) o electrónica (R/C).

Los R/C: Radio Control: Es un método inalámbrico de control de servos, pistones lineales, motores y otros sistemas electro-mecánicos, para que los animatrónicos no tengan un gran cordón umbilical colgando de ellos.

Motor eléctrico: El motor eléctrico es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas, son máquinas eléctricas rotatorias compuestas por un estator y un rotor.

Motor neumático: La neumática es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. El aire es un material elástico y, por tanto, al aplicarle una fuerza se comprime, mantiene esta compresión y devuelve la energía acumulada cuando se le permite expandirse.

Motor hidráulico: Un motor hidráulico es un actuador mecánico que convierte presión hidráulica y flujo en un par de torsión y un desplazamiento angular, es decir, en una rotación o giro, los cilindros hidráulicos obtienen la energía de un fluido hidráulico presurizado, que es típicamente algún tipo de aceite, puede ser:

Motor de engranajes: Son de tamaño reducido y pueden girar en los dos sentidos, pero el par es pequeño, son ruidosos, pueden trabajar a altas velocidades pero de forma análoga a los motores de paletas, su rendimiento cae a bajas velocidades.

Motor de paletas: Tienen la misma estructura que las bombas de paletas, pero el movimiento radial de las paletas debe ser forzado, mientras que en las bombas se debe a la fuerza centrífuga.

Algunas de las principales empresas de animatrónica son «Garner Holt Productions, Inc.» en San Bernardino, California; «UCFab International, LLC» en Apopka, Florida; «Sally Corporation» en Jacksonville, Florida; o «Lifeformations» en Bowling Green (Ohio).

Entre sus clientes se encuentran, además de la industria cinematográfica, parques temáticos, museos, restaurantes y muchos otros negocios que requieren la tematización de un ambiente.

También los Animatrónicos tienen el papel protagonista en varias películas. En 1980, el creador de los Muppets Jim Henson produjo "The Dark Crystal", una película de fantasía poblado por marionetas mecanizadas. "Jurassic Park" fue otra película digna de mención, con una lista de los reptiles animatrónicos integrados con animaciones por ordenador.

Figura1 y Figura 2 : Creación de animatronic para la cinematografía



Tyrannosaurus rex animatrónico, durante su emplazamiento en el Combe Martin Wildlife and Dinosaur Park en Devon, Inglaterra. (figuras 3-4)

Figura3 y 4: Animatrónico durante su emplazamiento en el Combe Martin Wildlife and Dinosaur Park en Devon, Inglaterra.



La animatrónica se dedica a la creación de muñecos /objetos /criaturas cuyos movimientos se controlan por sistemas digitales. Mucho más abajo comparado con la arquitectura tecnológica de un robot (donde todo el sistema tiene un mismo mecanismo de respuesta), en la animatrónica los seres creados poseen

movimientos limitados (algunos rasgos de la cara, movimientos de mano, etc.) y la mayoría de las veces son utilizados para dotar de realismo a ciertos efectos y/o seres creados por el cine.

Los animatrónicos son réplicas tanto animales como humanas de cuerpo entero o de partes, animadas mediante mecanismos interiores. La base del movimiento de los animatrónicos es análoga a la de un ser vivo, que tiene la piel flexible, músculos que tiran de ésta y un esqueleto que permite el anclaje de dichos músculos.³

La principal utilidad de la animatrónica se da en el campo de la cinematografía y los efectos especiales, aunque también se emplea con frecuencia en los parques temáticos y en otras ramas de la industria del entretenimiento. Su principal ventaja respecto a las imágenes generadas por ordenador o la técnica de stop motion es que no consiste en una simulación de la realidad, sino que presenta ante la cámara auténticos objetos que se mueven en tiempo real. Con los años, la tecnología que da soporte a la animatrónica se hace más y más complejo, produciendo marionetas cada vez más realistas y, aparentemente, vivas.

Los muñecos animatrónicos se emplean en cine y televisión para representar personajes que no existen en el mundo real, en situaciones de riesgo o en las que no sería rentable el uso de actores o animales, o en aquellas en que las acciones a realizar no podrían conseguirse con personas o animales auténticos. La animatrónica de hoy en día emplea dispositivos controlados por ordenador, así como controles por radio o manuales.

Los movimientos específicos se consiguen mediante motores eléctricos, cilindros neumáticos o hidráulicos y mecanismos controlados por cable. El tipo de elemento a utilizar se decide en función de los parámetros del personaje, los movimientos

³ Animatronics – Swathi Nirosha.

concretos que se requieren y las limitaciones del proyecto. La tecnología avanza al punto de que los muñecos animatrónicos pueden llegar a ser indistinguibles de sus contrapartidas vivas.⁴

El stop motion, animación en volumen, parada de imagen, paso de manivela, foto a foto o cuadro por cuadro es una técnica de animación que consiste en aparentar el movimiento de objetos estáticos por medio de una serie de imágenes fijas sucesivas. En general se denomina animaciones de stop motion a las que no entran en la categoría de dibujo animado, ni en la animación por ordenador; esto es, que no fueron dibujadas ni pintadas, sino que fueron creadas tomando imágenes de la realidad.

Hay dos grandes grupos de animaciones stop motion: la animación con plastilina o cualquier otro material maleable, llamada en inglés claymation, y las animaciones utilizando objetos rígidos.

La animación con plastilina puede hacerse al "estilo libre", cuando las figuras se van transformando en el progreso de la animación, puede también orientarse a personajes que mantienen una figura consistente en el transcurso de la película.

La ventaja del animatrónicos con respecto a las otras formas de animación es su realidad, además en exposiciones o museos se puede lograr una interacción que no es posible por otros métodos como la animación 3D, los dibujos, el stop motion, o una figura plástica.

Los Animatrónicos ganaron popularidad en la década de 1980 debido al uso en los centros de entretenimiento familiar como los espectáculos Pizza Place y Chuck E. Cheese's. También se utilizan en el cine y la televisión para los efectos especiales.

⁴ Artículo: "El Arte de la Animatrónica" – Manuel Cosio <http://www.cassetteblog.com/2011/10/curiosidades-el-arte-de-la-animatronica-por-manuel-cosio/>

Varios pasajeros y la tripulación de un Pioneer Zephyr están representados en una muestra de este histórico tren a Chicago Museo de Ciencia e Industria. Pulcramente vestido con el buen estilo de los pasajeros de primera clase de su época, comenta sobre la vestimenta casual de los visitantes, la George Washington Memorial Masónico Nacional ofrece un Animatronic de George Washington.

Se dice a menudo que John Wardley lleva animatrónicos al Reino Unido, utilizando un concepto llamado Movimiento Ramped, lo que permitió hacer más suaves los movimientos de las figuras.

John apareció en la mañana del Mundo en los años 70 con un toque Animatronic, programado para la música. Su primer proyecto fue la creación de la animación espectáculo "50 años gloriosos" para Tussaud's "Realeza y Exposiciones Imperio" a Winzsor.

El triceratops es un género de dinosaurios ceratopsianos ceratópsidos, que vivieron a finales del período Cretácico, hace aproximadamente 68 y 65 millones de años, en el Maastrichtiano, en lo que hoy es Norteamérica. Es uno de los últimos géneros en aparecer antes del gran evento de extinción masiva del Cretácico-Terciario. Llevaba un gran volante del cuello óseo y tres cuernos; cuerpo grande sobre cuatro fornidas patas, y con semejanzas en aspecto con el moderno rinoceronte, triceratops es uno de los más reconocidos de todos los dinosaurios, aunque compartiera el territorio con el temible Tyrannosaurus y fuera cazado por él, no está claro si los dos lucharon de la manera representada a menudo en exhibiciones de museo o en imágenes populares. El triceratops es único por su forma, sus extensos cuernos y su fornido cuerpo, lo cual lo hace muy llamativo y diferente a los otros animales prehistóricos, que se ve representado en numerosas ocasiones, uno de los ejemplos por la marca audio-animatrónicos.

Audio-Animatrónicos es la marca registrada de una forma de robótica creada por Walt Disney Imagineering para espectáculos y atracciones en los parques temáticos de Disney y posteriormente ampliados y utilizados por otras empresas. Los robots se mueven y hacen ruido, por lo general en canciones. Los Audio-Animatrónicos tienen movimientos programados en base a una obra musical o con efectos de sonido. Son diferentes a los robots-androides en el sentido de que estos se mueven por procesamiento de estímulos externos y responden a ellos, animatrónicos se convirtió en un nombre genérico para los robots similares creados por otras empresas que no son de Disney.

Sus músculos (neumáticos) no eran lo bastante potentes para mover objetos de mayor tamaño, como un brazo artificial humano, por lo que la hidráulica se utiliza para las grandes cifras. El movimiento que poseen los Audio-Animatrónicos, como se dijo anteriormente, se basa en un sistema "ON/OFF", esto quiere decir que primero se mueve una parte y luego otra, no son posibles los movimientos simultáneos. Para que parezca más real se utiliza un sistema analógico. El sistema digital se utilizó con los pequeños neumáticos en movimiento en extremidades (párpados, picos, en los dedos), y el sistema analógico se utiliza para la gran hidráulica la alimentación humana o animal (brazos, cabezas) moviendo las extremidades.

Para permitir un alto grado de libertad, se parecen a las botellas en miniatura, típico neumático o cilindros hidráulicos, pero montar la parte trasera de la botella en una articulación de rótula y varilla roscada. Esta articulación de rótula permite de los cilindros a flotar libremente en el interior del marco, como cuando la muñeca rota y conjunta flexiona.

La tecnología Disney no es infalible. El aceite se derrama de vez en cuando por goteo o fuga, a veces es necesario hacer contacto para reparar trabajo, o tirar

algunas partes debido a fugas de fluidos dentro. El Tiki Room sigue siendo un neumático teatral conjunto, principalmente debido a las fugas se refiere - Disney no quiere que los fluidos hidráulicos de goteo hacia abajo en el público durante un espectáculo.

Porque cada cilindro requiere su propio control / canal de datos, el original de audio animatronics, las cifras son relativamente simples en su diseño para reducir el número de canales necesarios. Por ejemplo, los primeros diseños humanos (se refiere a internos de Disney como la serie A-1) incluidos los cuatro dedos de la mano como un actuador. Con los ordenadores digitales modernos y grandes de almacenamiento de datos, el número de canales es prácticamente ilimitado. Las versiones actuales (serie A-100) cuentan ahora con actuadores individuales para cada dedo, y mejoras similares se extiende a lo largo de las cifras.

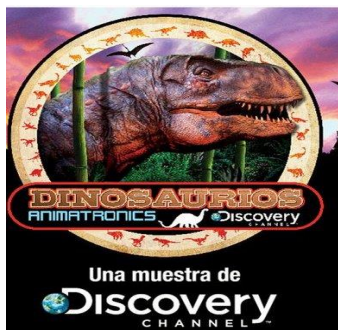
El cumplimiento es una nueva tecnología que permite una más rápida respuesta a los movimientos realistas, sin sacrificar el control mecatrónico. En cifras mayores, un rápido movimiento de las extremidades podría causar agitaciones extrañas en la estructura. En el Imagineers por tanto, había que programar los movimientos más lentos, sacrificando la velocidad para hacerse con el control. Esto fue frustrante para los animadores, que querían más rápido los movimientos en muchos casos. El cumplimiento mejora la situación de movimiento permitiendo que las extremidades anteriores tengan libertad para seguir los puntos en que están programadas para detenerse, luego regresar rápidamente a la posición inicial. Por mucho que el animatónico simule partes del cuerpo reales y/o sean orgánicas, los diversos movimientos lentos también se detienen en sus diversas posiciones dando el tiempo necesario, en lugar de utilizar las posiciones estacionarias inmediatas que provocaron la agitación no deseada. Estos parámetros absorben la inercia del movimiento.

La piel de un Audio-Animatrónicos (abreviatura AA) está hecha de caucho de silicona. Debido a que el cuello es mucho más estrecho que el resto del cráneo. La piel cubierta tiene una cremallera hasta la parte posterior para permitir la fácil remoción. La apariencia facial está pintada en la goma. También se utilizan maquillaje y cosméticos estándar, para darle una apariencia más humana a los Animatronics. Con el tiempo la pintura se afloja y se cae, de manera que el maquillaje y el repintado de trabajo son obligatorios.

En general, como la piel de caucho es flexible, el estrés hace que esta se seque y comienzan a agrietarse. Los que no tienen un alto grado de flexibilidad de movimiento (como los antiguos A-1 serie de Lincoln) necesitan un reemplazo de piel cada 10 años. La más reciente A-100 series AA humanos (como la de Bill Clinton) también incluyen la flexión actuadores que se mueven las cejas y mejillas para permitir las expresiones más realista, pero la piel se agota más rápidamente y las necesidades de reemplazo, al menos, cada cinco años.

La peluca de un AA se hace de cabello humano natural para el más alto grado de realismo, pero el uso del cabello real crea sus propios problemas ya que los cambios en la humedad constante y rápido movimiento de los elementos móviles de hardware AA transporte a lo largo del día causa que el pelo lentamente a pierda su estilo, que requieren los retoques antes de cada día de muestra.

Figura5. Dinosaurios animatronics



Los dinosaurios Animatronics de Discovery Channel, esta muestra es única en el mundo, son 14 dinosaurios a tamaño real, entre ellos el famoso Tyrannosaurus Rex, de 13 metros de largo y 6 de alto. Junto con fósiles reales, y el primer esqueleto Animatronics de un dinosaurio carnívoro que se expuso en Sudamérica.

La exhibición incluye una presentación de fósiles, donde guías preparados estarán disponibles para contestar y educar sobre este misterioso mundo perdido, más una sala de cine 3D para sumergirse en el extraordinario mundo de hace 65 millones atrás.

En este evento, orientado para toda la familia, los niños y adultos podrán convertirse en verdaderos paleontólogos en una zona interactiva de excavaciones. Es una buena experiencia educativa e interactiva.

La muestra de estos animatronics viaja por todo el mundo, exponiendo estos ejemplares de tamaño real, con una muy buena respuesta del público visitante.

La historia de la robótica va unida a la construcción de "artefactos", que trataban de materializar el deseo humano de crear seres a su semejanza y que lo descargasen del trabajo. El ingeniero español Leonardo Torres Quevedo (GAP) (que construyó el primer mando a distancia para su automóvil mediante telegrafía sin hilo, el ajedrecista automático, el primer transbordador aéreo y otros muchos ingenios acuñaron el término "automática" en relación con la teoría de la automatización de tareas tradicionalmente asociadas.

Karel Čapek, un escritor checo, acuñó en 1921 el término "Robot" en su obra dramática Rossum's Universal Robots / R.U.R., a partir de la palabra checa *robot*, que significa servidumbre o trabajo forzado. El término robótica es acuñado por Isaac Asimov, definiendo a la ciencia que estudia a los robots. Asimov creó

también las Tres Leyes de la Robótica. En la ciencia ficción el hombre ha imaginado a los robots visitando nuevos mundos, haciéndose con el poder, o simplemente aliviando las labores caseras.

La tecnología es tan antigua como el hombre mismo. Los hombres se convirtieron en tecnólogos cuando aprendieron a aprovechar los materiales y fenómenos físicos del mundo que los rodea. Cuando un hombre fabrica una herramienta es por q tiene en mente un uso para ella: la planificación y la resolución de problemas forman el núcleo de la tecnología

Este proceso de resolución de problemas y aplicación de los conocimientos adquiridos redunda como parte de un desarrollo evolutivo en una gran variedad de tecnológicas. Cada una de amplía el potencial humano de una manera particular.

El mito del robot ya se construye como: “el hombre” y desde que existe, trata de rebasarse y/o prolongarse, tanto en el plano físico como el mecánico.⁵

4.1 MOTOR PASO A PASO.

El motor paso a paso es un dispositivo electromecánico que convierte una serie de impulsos eléctricos en desplazamientos angulares discretos, lo que significa es que es capaz de avanzar una serie de grados (paso) dependiendo de sus entradas de control. El motor paso a paso se comporta de la misma manera que una conversión digital-analógica y puede ser gobernado por impulsos procedentes de sistemas lógicos.

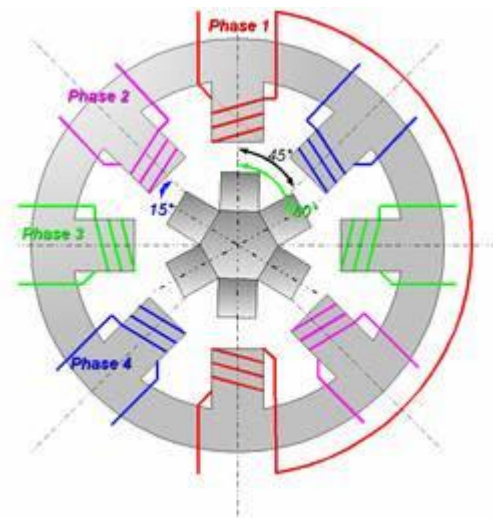
Este motor presenta las ventajas de tener alta precisión y repetitividad en cuanto al posicionamiento. Entre sus principales aplicaciones destacan como motor de

⁵ ROBÓTICA: Guía teórica y práctica – Gonzalo Zabala.

frecuencia variable, motor de corriente continua sin escobillas, servomotores y motores controlados digitalmente.

Existen 3 tipos fundamentales de motores paso a paso: el motor de reluctancia variable, el motor de magnetización permanente, y el motor paso a paso híbrido.

Figura6. Tipos de motores paso a paso



El motor de paso de rotor de imán permanente: Permite mantener un par diferente de cero cuando el motor no está energizado, dependiendo de la construcción del motor, es típicamente posible obtener pasos angulares de 7.5, 11.25, 15, 18, 45 o 90°. El ángulo de rotación se determina por el número de polos en el estator.

El motor de paso de reluctancia variable (VR): Tiene un rotor multipolar de hierro y un estator devanado laminado, y rota cuando los dientes del rotor son atraídos a los dientes del estator electromagnéticamente energizados. La inercia del rotor de un motor de paso de reluctancia variable es pequeña y la respuesta es muy rápida, pero la inercia permitida de la carga es pequeña. Cuando los devanados

no están energizados, el par estático de este tipo de motor es cero, generalmente, el paso angular de este motor de paso de reluctancia variable es de 15°

El motor híbrido de paso: Se caracteriza por tener varios dientes en el estator y en el rotor, el rotor con un imán concéntrico magnetizado axialmente alrededor de su eje. Se puede ver que esta configuración es una mezcla de los tipos de reluctancia variable e imán permanente, este tipo de motor tiene una alta precisión y alto par y se puede configurar para suministrar un paso angular tan pequeño como 1.8° .

Motores paso a paso Bipolares: Estos tienen generalmente 4 cables de salida, necesitan ciertos trucos para ser controlados debido a que requieren del cambio de dirección de flujo de corriente a través de las bobinas en la secuencia apropiada para realizar un movimiento.

Motores paso a paso unipolares: estos motores suelen tener 5 o 6 cables de salida dependiendo de su conexionado interno. Este tipo se caracteriza por ser más simple de controlar, utilizan un cable común a la fuente de alimentación y posteriormente se van colocando las otras líneas a tierra en un orden específico para generar cada paso, si tienen 6 cables es porque cada par de bobinas tiene un común separado, si tiene 5 cables es porque las cuatro bobinas tiene un solo común; un motor unipolar de 6 cables puede ser usado como un motor bipolar si se deja las líneas del común al aire.

Los motores, tanto de corriente continua como de corriente alterna, son muy efectivos en muchas labores cotidianas desde la tracción de grandes trenes hasta el funcionamiento de lava-ropas, pero debido a problemas tales como la inercia mecánica o su dificultad para controlar su velocidad, se desarrollaron otro tipo de motores cuya característica principal es la precisión de giro. Este tipo de motores son ideales cuando lo que queremos es posicionamiento con un elevado grado de exactitud y/o una muy buena regulación de la velocidad.

Sus principales aplicaciones se pueden encontrar en robótica, tecnología aeroespacial, control de discos duros, flexibles, unidades de CDROM o de DVD e impresoras, en sistemas informáticos, manipulación y posicionamiento de herramientas y piezas en general, están constituidos por dos partes:

Estator: parte fija construida a base de cavidades en las que van depositadas las bobinas.

Rotor: parte móvil construida mediante un imán permanente, este conjunto va montado sobre un eje soportado por dos cojinetes que le permiten girar libremente.

La precisión y repetitividad que presentan esta clase de motores lo habilitan para trabajar en sistemas abiertos sin realimentación.

Aún basado en el mismo fenómeno que los motores de corriente continua, el principio de funcionamiento de los motores paso a paso es más sencillo que cualquier otro tipo de motor eléctrico. Los motores eléctricos, en general, basan su funcionamiento en las fuerzas ejercidas por un campo electromagnético y creadas al hacer circular una corriente eléctrica a través de una o varias bobinas. Si dicha bobina, generalmente circular y denominada estator, se mantiene en una posición mecánica fija y en su interior, bajo la influencia del campo electromagnético, se coloca otra bobina, llamada rotor, recorrida por una corriente y capaz de girar sobre su eje. Al excitar el estator, se crean los polos N-S, provocando la variación del campo magnético formado.

La respuesta del rotor será seguir el movimiento de dicho campo (tenderá a buscar la posición de equilibrio magnético), es decir, orientará sus polos NORTE-SUR hacia los polos SUR-NORTE del estator, respectivamente. Cuando el rotor alcanza esta posición de equilibrio, el estator cambia la orientación de sus polos y

se tratará de buscar la nueva posición de equilibrio, manteniendo dicha situación de manera continuada, se conseguirá un movimiento giratorio y continuo del rotor, produciéndose de este modo el giro del eje del motor, y a la vez la transformación de una energía eléctrica en otra mecánica en forma de movimiento circular.

Al número de grados que gira el rotor, cuando se efectúa un cambio de polaridad en las bobinas del estator, se le denomina "ángulo de paso"; existe la posibilidad de conseguir una rotación de medio paso con el control electrónico apropiado, aunque el giro se hará con menor precisión.

Los motores son fabricados para trabajar en un rango de frecuencias determinado por el fabricante, y rebasado dicho rango, provocaremos la pérdida de sincronización. Los motores paso a paso, se controlan por el cambio de dirección del flujo de corriente a través de las bobinas que lo forman, controlan el desplazamiento del rotor en función de las tensiones que se aplican a las bobinas, con lo que podemos conseguir desplazamientos adelante y atrás, también podemos controlar el número de pasos por vuelta y la velocidad del motor.

Además estos motores poseen la habilidad de poder quedar enclavados en una posición (si una o más de sus bobinas está energizada) o bien totalmente libres (si no circula corriente por ninguna de sus bobinas).

Unipolares: se llaman así porque la corriente que circula por los diferentes bobinados siempre circula en el mismo sentido. Tienen las bobinas con un arrollamiento único.

Bipolares: la corriente que circula por los bobinados cambia de sentido en función de la tensión que se aplica. Por lo que un mismo bobinado puede tener en uno de sus extremos distinta polaridad (bipolar). Tienen las bobinas compuestas por dos arrollamientos cada una.

Algunos motores tienen los bobinados de tal manera que en función de puentes pueden convertirse en unipolares o bipolares. Lo más importante de un motor es saber el tipo de motor que es, la potencia, el número de pasos, el par de fuerza, la tensión de alimentación y poco más si son motores sencillos.

4.2 SERVOMECANISMO

Un servomecanismo es un sistema formado de partes mecánicas y electrónicas que en ocasiones son usadas en robots, con parte móvil o fija, puede estar formado también de partes neumáticas, hidráulicas y controladas con precisión, ejemplos: brazo robot, mecanismo de frenos automotor. Desde la segunda mitad del siglo XIX los ingenieros inventaron máquinas capaces de regular su actividad por sí mismas; llamamos servomecanismos a estas máquinas. Se trata de dispositivos capaces de captar información del medio y de modificar sus estados en función de las circunstancias y regular su actividad de cara a la consecución de una meta.

A partir de 1948, Wiener, el fundador de la cibernética, mostró que las categorías mecanicistas tradicionales y, en particular, la causalidad lineal, no servían para entender el comportamiento de estos sistemas. Los servomecanismos muestran un comportamiento teleológico y una estructura causal circular, como en el caso del sistema formado por un termostato y una fuente de calor. Un error típico es confundir un servomecanismo con un servomotor, aunque las partes que forman un servomotor son mecanismos. En otras palabras, un servomotor es un motor especial al que se ha añadido un sistema de control (tarjeta electrónica), un potenciómetro y un conjunto de engranajes, que no permiten que el motor gire 360 grados, solo aproximadamente 180. Los servomotores son comúnmente usados en modelismo como aviones, barcos, helicópteros y trenes para controlar de manera eficaz los sistemas motores y los de dirección.

4.3 ARDUINO

Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un micro controlador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.

El hardware consiste en una placa con un microcontrolador Atmel AVR y puertos de entrada/salida. Los microcontroladores más usados son el Atmega168, Atmega328, Atmega1280, ATmega8 por su sencillez y bajo coste que permiten el desarrollo de múltiples diseños, por otro lado el software consiste en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje de programación Processing/Wiring y el cargador de arranque que es ejecutado en la placa.

Desde octubre de 2012, Arduino se usa también con microcontroladores CortexM3 de ARM de 32 bits⁵, que coexistirán con las más limitadas, pero también económicas AVR de 8 bits. ARM y AVR no son plataformas compatibles a nivel binario, pero se pueden programar con el mismo IDE de Arduino y hacerse programas que compilen sin cambios en las dos plataformas. Eso sí, las microcontroladores CortexM3 usan 3.3V, a diferencia de la mayoría de las placas con AVR que generalmente usan 5V. Sin embargo ya anteriormente se lanzaron placas Arduino con Atmel AVR a 3.3V como la Arduino Fio y existen clones de Arduino Nano y Pro como Meduino en que se puede conmutar el voltaje.

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. Arduino puede tomar información del entorno a través de sus entradas y controlar luces, motores y otros actuadores; el microcontrolador en la placa Arduino se programa mediante el lenguaje de programación Arduino (basado en Wiring) y el entorno de desarrollo

Arduino (basado en Processing). Los proyectos hechos con Arduino pueden ejecutarse sin necesidad de conectar a un computador.

4.4. LÁTEX.

El látex natural es una suspensión acuosa coloidal compuesta de grasas, ceras y diversas resinas gomosas obtenida a partir del citoplasma de las células laticíferas presentes en algunas plantas angiospermas y hongos.

Es frecuentemente blanco, aunque también puede presentar tonos anaranjados, rojizos o amarillentos dependiendo de la especie, y de apariencia lechosa.

En ningún caso se debe confundir al látex con otras sustancias como pueden ser el caucho, la resina o las gomas vegetales, ya que el hecho de que tengan composiciones químicas, apariencia y funciones similares no quiere decir que se trate del mismo compuesto. El caucho o hule (hidrocarburo con fórmula C_5H_8) es una sustancia natural (aunque existe una variedad sintética obtenida a partir de hidrocarburos insaturados) caracterizada por su insolubilidad en agua, su resistencia eléctrica y su elasticidad, que se encuentra en forma de suspensión coloidal en el látex. Debido a sus múltiples aplicaciones comerciales (los neumáticos, la ropa impermeable y ciertos productos adhesivos están constituidos por esta sustancia), el látex es extraído de las plantas productoras con el objetivo de obtener las partículas de caucho que se encuentran dispersas en él. Las resinas naturales engloban a un grupo de sustancias con composiciones químicas diferentes, aunque generalmente todas ellas presentan carbono, hidrógeno y oxígeno. Éstas manan de las heridas de las plantas productoras, evitando la entrada de organismos patógenos en el vegetal y la pérdida excesiva de savia. Finalmente, las gomas vegetales son una sustancia gelatinosa que es exudada por algunas especies vegetales, que se encuentra compuesta por ácidos orgánicos complejos y sales variadas (por ejemplo, la goma arábiga está formada

por sales cálcicas, potásicas y magnésicas de arabina). Incoloras e inodoras, las gomas tienen una textura semejante a la cola cuando se mojan o humedecen (son muy solubles en agua, a diferencia del látex).

El látex de ciertas plantas resulta tóxico y venenoso, como el del cardón (*Euphorbia canariensis*), que es utilizado para cazar peces, o el de *Calotropis gigantea*, que los nativos del sur de Asia usan para envenenar las puntas de sus flechas. En otras ocasiones es dulce y comestible, como el producido por el árbol de la leche, o sumamente acre e irritante, como sucede en el caso de la higuera (*Ficus carica*).

También existen otros productos derivados del látex natural como la gutapercha (material amarillo o pardo producido a partir del látex de *Palaquium oblongifolia*), la balata (material duro muy similar al caucho que se obtiene principalmente del látex de *Manilkara bidentata*) y el chicle (sustancia de color rosáceo o pardo extraída del látex de *Achras sapota*) que tienen gran importancia comercial.

El látex como herramienta en acabados, se utiliza en la industria de la cinematografía para darle a los personajes creados por medio de la robótica y animatrónica un realismo en cuando a su piel y efectos necesarios, gracias a sus propiedades se maneja muy fácilmente, y produce una similitud con las características de la piel de un ser vivo.

Su característica final después de ser preparado, es que se produce un tono blanco, una propiedad de estiramiento y acople a cualquier superficie, después de su aplicación al contorno o a la pieza se le da un acabado con pintura facial, para hacer más real el acabado que se desea.

5 METODOLOGÍA

5.1 TIPO DE PROYECTO

Investigativo: Puede dar como beneficio un manejo adecuado en nuestro país de la animatronics como en parques temáticos y porque no, en producción de películas.

5.2 MÉTODO

Científico: ya que estudia los distintos estados del fenómeno (animatronics), desarrolla sus contradicciones y múltiples relaciones con la naturaleza, sociedad y pensamiento humano. Tomamos como base un proyecto perteneciente al grupo de aprendizaje en robótica pedagógica educativa (garpe) al cual estamos vinculados para investigar si existen otros tipos de funcionamientos y/o aplicaciones dentro de la sociedad.

5.3 FUENTES DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

5.3.1 Fuentes Primarias: Repotencializar el concepto de “animatrónico”, realizando no sólo la parte investigativa, sino también el prototipo de la cabeza de un dinosaurio velociraptor funcional.

5.3.2 Fuentes secundarias: Búsqueda de documentos y libros que nos guiaran más a fondo en dicha parte

6 RESULTADOS DEL PROYECTO

En primera instancia se toman varios prototipos que se relacionen con nuestra cabeza animatrónica, elaboramos nuestro diseño; a partir de este momento se realiza la compra de los materiales a utilizar en este proyecto.

Evaluamos los materiales por medio de pruebas físicas para brindarle un buen funcionamiento a todas las partes tanto mecánicas y electrónicas que garantizaran el funcionamiento de esta cabeza.

Después de experimentar componentes plásticos, optamos por construir la cabeza en fibra de vidrio (ver figura7) para el control mecánico de la cabeza animatrónica.

Figura7: primera composición plástica de la cabeza animatrónica.



Continuamos con la parte de ensamble llevada a cabo a partir de los recursos técnicos que habíamos evaluado a los componentes electrónicos y los servomotores correspondientes ideales para las medidas y magnitudes utilizadas en el diseño establecido.

Procedimos con las pruebas físicas de los servomotores para luego poder dar inicio a la programación de estos y así realizar pruebas de campo para nuestra cabeza animatrónica e identificar las zonas de más riesgo de fallos para mejorarlos, corregir o prevenirlos.

Las pruebas de campo revelaron que los motores levantan determinado peso y al levantar ese peso, la mandíbula se rajó, entonces se hizo un ensamble hecho en lámina de zinc para reforzarla (ver fig 8) que ayuda a que gire

Figura8: Refuerzo de mandíbula con la lámina de zinc.



Después de debatir asuntos de estética, se modificó la piel, el color de los ojos, se anchó y aparte de la fibra de vidrio, se utilizó algodón para lograr una muy buena proporción (ver figura9)

Figura9: Cabeza animatrónica con modificaciones y ensamblada en su base.



7 CONCLUSIONES

Este proyecto nos deja como conclusión que se pueden realizar diferentes diseños electrónicos por medio de la mecatrónica, ya que esta nos permite explorar y experimentar más allá de lo esencial que utilizamos a diario (energía), dando así vida a un ROBOT permitiendo que su comportamiento sea muy similar al humano.

Nos ayudó a conocer herramientas que podemos explorar y experimentar en el desarrollo y programación de nuestro animatrónicos (software y hardware), y así poder desarrollar un elemento útil para la gente que busque sobre la misma información y le sea de fácil acceso.

Buscamos que el comportamiento del ANIMATRONIC sea lo más parecido al humano, ya que el uso de esta tecnología nos permitió el poder tener un control directo sobre las reacciones del” robot” a partir de los estímulos aplicados.

8 RECOMENDACIONES

Debido a la existencia de sensores, sistemas de control y actuadores de alto valor económico, se debe tener especial cuidado en ubicarlo sobre una base rígida y evitar que el traslado de un lugar a otro sea brusco.

En caso de haber desarmado el animatrónicos y se requiera nuevamente su ensamblado, se debe tener en cuenta que la posición neutra de los servos no corresponde a la posición neutral de los sistemas de movimientos, por lo que se requiere modificar los rangos en los que funcionara el sistema robótico.

Se puede utilizar el control que más se adecue al prototipo, por lo que se recomienda aplicar un sistema de control difuso, ya que de esta manera se podrá mejorar el realismo en la interacción y obtener una emoción casi auténtica.

BIBLIOGRAFÍA

NIROSHA, Swathi .Animatronics

ZABALA, Gonzalo Robótica: guía práctica y teórica

HIBBELER, R.C. Mecánica de materiales - Prentice hall

ANGULO USAPEGUI, José María. SANCHEZ DE LEON José, Guía fácil de robótica, editorial Paraninfo, Madrid 1986.

RODRIGUEZ Félix, Autómatas y robótica. CARROBLES MAESO Macial, editorial cultural, Madrid 1999.

LÓPEZ, Miguel Ángel. (ing. Robótica industrial) Diseño y construcción animatrónica (PDF), Instituto Politécnico Nacional

G. Michel. Robótica, manipuladores y robots móviles, Editorial Marcombo

CENTIKUNT, Sabri. Mecatrónica, Editorial patria

SVOBODA, Dorf. Circuitos eléctricos, Editorial alfa omega

HIBBELER, R.C. Mecánica de materiales, Prentice hall

CIBERGRAFÍA

<https://www.google.es/#q=autores+de+desarrollos+rob%C3%B3ticos>

<http://www.webislam.com/articulos/39526-el-desarrollo-de-la-robotica.html>

https://www.google.com.co/search?q=robot+cabeza+de+lobo&oq=robot+cabeza+d+e+lobo&aqs=chrome..69i57.4195j0j7&sourceid=chrome&espv=210&es_sm=93&ie=UTF-8#q=laparoscopia+es+un+proceso+robotico%3F

<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/007339.htm>

<http://scielo.isciii.es/pdf/aue/v30n1/v30n1a01.pdf>

https://www.google.com.co/search?q=como+se+llama+el+sistema+robotizado+par+a+el+ensamble+de+veh%C3%ADculos&oq=como+se+llama+el+sistema+robotizado+para+el+ensamble+de+veh%C3%ADculos&aqs=chrome..69i57.22787j0j7&sourceid=chrome&espv=210&es_sm=93&ie=UTF-8

https://www.google.com.co/search?q=prospectiva+de+la+robotica&oq=prospectiva+de+la+robotica&aqs=chrome..69i57j0l2.8274j0j8&sourceid=chrome&espv=210&es_sm=93&ie=UTF-8

<http://inngeniar-futuro.blogspot.com/2008/09/los-robots-nos-superarn-2050.html>

<http://www.sabersinfin.com/articulos-2/ciencia-y-tecnologia/921-antecedentes-y-prospectiva-de-la-robica.html?start=1>

<http://inngeniar-futuro.blogspot.com/2010/06/robotica-su-evolucion-sera-similar-la.html>

ANEXOS

- <http://pijamasurf.com/2014/03/esta-perturbadora-y-sensual-muneca-animatronica-te-persiguira-hasta-en-tus-suenos/>
- <http://www.youtube.com/watch?v=IVtY1Pp-kPM>
- http://www.youtube.com/watch?v=xadZ8s_3sa0
- <http://www.youtube.com/watch?v=smuUBQheVrs>



