



Universidad
Tecnológica
del Perú

Facultad de Ingeniería

Trabajo de Investigación

*“Diseño de sistema electrónico para prótesis
de extremidad para animales inferiores
(Canes)”*

Autor: Saul Alexis Travezaño Cadillo - 1521131

Para obtener el Grado de Bachiller en:

Ingeniería Electrónica

Lima, Julio 2018

**Declaración de Autenticidad y No Plagio
(Grado Académico de Bachiller)**

Por el presente documento, yo Saul Alexis Travezaño Cadillo, identificado/a con DNI N° 46106486, egresado de la carrera de Ingeniería Electrónica, informo que he elaborado el Trabajo de Investigación denominado “ *Diseño de sistema electrónico para prótesis de extremidad para animales inferiores (Canes)*”, para optar por el Grado Académico de Bachiller en la carrera de Ingeniería Electrónica, declaro que este trabajo ha sido desarrollado íntegramente por el/los autor/es que lo suscribe/n y afirmo que no existe plagio de ninguna naturaleza. Así mismo, dejo constancia de que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo, por lo que no se ha asumido como propias las ideas vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos como en Internet.

Así mismo, afirmo que soy responsable solidario de todo su contenido y asumo, como autor, las consecuencias ante cualquier falta, error u omisión de referencias en el documento. Sé que este compromiso de autenticidad y no plagio puede tener connotaciones éticas y legales. Por ello, en caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a lo dispuesto en las normas académicas que dictamine la Universidad Tecnológica del Perú y a lo estipulado en el Reglamento de SUNEDU.

Lima, 02 de Julio de 2020.



(firma)

RESUMEN

La presente investigación tiene como interés el área de prótesis ortopédica donde se plantea el diseño de un sistema electrónico para prototipo de prótesis ortopédica aplicada a perros discapacitados, el objetivo principal es mejorar la calidad de vida de los perros con discapacidad.

Se utiliza la aplicación de tecnología de procesamiento de señales mioeléctricas, las cuales solo son usadas actualmente en las prótesis para humanos más avanzadas. De esta forma se usa el control mioeléctrico con un diseño de prótesis mecánica y aplicando procesamiento de señales. Así también el uso de electrodos, batería con una dependencia de horas de uso, sistema embebido.

Los principales resultados obtenidos para el diseño del prototipo se logran mediante el procesamiento de señales, especificaciones técnicas de la prótesis electromecánica y materiales a usarse. Finalmente se logra como resultado un diseño de prototipo de prótesis que hace uso de control mioeléctrico con un diseño de prótesis electromecánico, con el fin de mejorar la calidad de vida los perros con discapacidad.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mi familia especialmente a mis padres quienes siempre me apoyaron de manera incondicional en cada etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la universidad y a sus profesores quienes me ayudaron a obtener los conocimientos que me ayudaron a desarrollar el presente trabajo, especialmente al Ing. Leopoldo Félix Yabar Escribanel.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

CAPITULO 1: ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

- 1.1 Planteamiento del problema
- 1.2 Definición de Objetivos
 - 1.2.1 Objetivo general
 - 1.2.2 Objetivos específicos
- 1.3 Alcance de la investigación

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

- 2. 1 Problemas similares y análisis de soluciones empleadas
- 2.2 Tecnologías/técnicas de sustento
 - 2.2.1 Situación Actual
 - 2.2.2 Justificación

CAPITULO 3: PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN

- 3.1 Soluciones a evaluar
 - 3.1.1 Benchmarking
- 3.2 Criterios de selección: Conclusión de Benchmarking
 - 3.2.1 Tabla de Benchmarking
- 3.4 Recursos necesarios
 - 3.4.1 Metodología propuesta del proyecto
- 3.5 Estudio de viabilidad técnica

CAPITULO 4: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

- 4.1 Resultados esperados
- 4.2 Impactos
- 4.3 Estrategias de comunicación
- 4.4 Indicadores de logro de los objetivos

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCIÓN

En nuestro país debido a tener poca cultura en lo que respecta al cuidado de mascotas, estas no siempre gozan de buena calidad de vida, en muchos casos relegadas a trabajo de guardián fuera del hogar o también abandonas. Lo cual los deja expuestas a peligros en las calles, principalmente atropellos que suelen ser mortales y muchos casos dejándoles discapacitados.

En cuanto a la atención de canes discapacitados en nuestro país es casi nula, solo existe un albergue de perros discapacitados el cual se encarga de cuidado pero no cuenta con ayuda del gobierno, se mantiene solo con donaciones y la voluntad de su fundadora. Su cuidado se limita a alimentarlos y mantenerlos sanos, muchos de estos tienen alguna extremidad amputada o ninguna movilidad.

En ese marco, el presente trabajo de investigación propone realizar un prototipo de sistema electrónico para prótesis de extremidad para canes, este dispositivo contara con sistema de control mioeléctrico junto con una prótesis mecánica adecuada a la extremidad. Con esto se intenta lograr regresarle lo más posible la movilidad al can y así mejorar su calidad de vida.

CAPITULO 1: ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

1.1. Planteamiento del problema

Incremento de perros discapacitados, el albergue “Milagros perrunos” el único albergue para perros discapacitados en el Perú ha duplicado la cantidad de ocupantes desde su fundación (2015) de 30 perros a ya casi 60, con muy pocas adopciones de canes discapacitados. [1] Así mismo, la Universidad Católica Santa María estima que la población de perros vagabundos en el distrito de Cayma (Arequipa) es de 268 perros, estos perros están más propensos a adquirir enfermedades, las cuales pueden producir inmovilidad de las extremidades, en algunos casos quedan discapacitados. [2]

Atropellos de perros, durante la campaña “No los atropelles, déjalos cruzar”, el colectivo “Hermanos Menores” de Trujillo calcula que una docena (12) de perros son atropellados en distintas partes de la ciudad, que en su mayoría termina en la muerte del animal, pero en algunos casos estos quedan con alguna discapacidad. [3] Así mismo la Universidad Femenina del Sagrado Corazón El refugio muestra que la cantidad de perros abandonados está en aumento, más de 4 millones en EEUU, por lo que planteo la construcción de un albergue para perros en estado de abandono ubicado en Lurín [4].

Calidad de vida de los perros, durante un plan de control de población canina en Surquillo se estimó 60% de la población no consideran importante hacerse cargo de sus mascotas ya que consideran que solamente sirven para labores específicas, este desinterés por el bienestar del perro aumenta si este tiene alguna discapacidad [5]. De la misma forma, en Villa el Salvador es común tener perros para la seguridad de las casas, cerca del 45% de las viviendas tienen al menos un perro, muchos de ellos en total abandono de higiene siendo portadores de pulgas, garrapatas, parásitos. [6]

¿Qué tanto beneficiaría una prótesis en la calidad de vida de un perro?

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo general

El objetivo principal es el Diseñar un sistema electrónico para prótesis de extremidades para animales inferiores (canes) con la finalidad de mejorar la calidad de vida del can

1.2.2 Objetivos específicos

- Obtener señales mioelectrica caninas para el control de la prótesis mediante el uso de electrodos.
- Conseguir las variables de velocidad y articulación para el control de prótesis electro/mecánica.
- Diseñar un sistema de control para prótesis electro/mecánica para canes basándose en la composición de prótesis para humanos.

1.3 Alcance de la investigación

El sistema que se presenta busca mejorar la calidad de vida de los canes discapacitados brindando una opción nueva en lo que respecta prótesis de extremidad para canes, ya que las opciones actuales para canes se limitan a prótesis mecánicas sin algún tipo de control electrónico. El presente trabajo de investigación se limitara en presentar una propuesta teórica de un prototipo de sistema electrónico de prótesis para canes. Actualmente no existen prótesis con sistemas electrónicos para animales lo cual convierte esta propuesta de proyecto como innovadora.

CAPITULO 2: MARCO TEORICO

2.1 Problemas similares y analisis de soluciones empleadas

En el 2006 en Corea del sur una investigación sobre prótesis y el uso electrodos para recibir las señales mioelectricas para el control de una mano robótica, la cual tuvo buenos resultados [7]. En el 2007 en USA se hizo una cirugía de reemplazo de rodilla protésica, siendo un éxito. [8] En el 2010 en Polonia se hizo u investigación sobre un tipo de infección que afectaba a las prótesis de cadera para perros [9]. En 2013 en Japón se realizó una cirugía para colocar una prótesis de retina, se colocaron electrodos para estimular el funcionamiento de dispositivo, se obtuvo resultados parcialmente positivos [10].

En el 2007 una investigación en Colombia usó las señales mioelectricas producidas por el cuerpo para el control de un brazo robótico, con el cual se logró un control limitado. [11]. En 2008 en Brasil la rodilla de u can fue reemplazada por una prótesis de rodilla artificial, el perro logro apoyarse en su pata luego de 10 días [12]. En 2012 en México se realizó una investigación sobre el diseño de cadera protésica para perros. [13] En el 2017 en Argentina se inauguró la clínica veterinaria Ringo Ortopedia canina dedicada al diseño de prótesis y órtesis para perros, amputaciones problemas de ligamentos problemas de movilidad. [14]

En 2006 la UNMSM se examinaron 37408 casos, para establecer la frecuencia de la dermatitis alérgica por la picadura de pulga de los canes que fueron llevados a la Clínica Veterinaria durante el período 2000 - 2004, se encontró a 5.3% con dermatitis, de éstos el 16.4% fueron diagnosticados con dermatitis alérgica por picadura de pulga [15].El 2015 se llevó una investigación acerca de qué factores influían en la agresividad de los perros, se determinó que la edad es un factor fundamental [16] El 2017 la primera prótesis para perro es creada en Perú por medio de la tecnología de impresión 3D.[17]

2.2 Tecnologías/Técnicas de sustento

2.2.1 Situación Actual

En Estados Unidos, la institución “Veterinary Evidence” realizó una investigación sobre los resultados de los perros que usaban prótesis, de 24 pacientes, el 91.66% pudieron usar la prótesis, el 87.5% pudieron caminar, el 79.17% pudieron trotar; El 70.83% pudieron subir escaleras, el 54.17% pudieron saltar sobre los muebles, el 79.17% fueron capaces de jugar [18]. En China, una investigación sobre la artroplastia total de rodilla, la cual tiene una complicación por el uso, por esto se realizó un experimento en conejos donde se implantaba una prótesis de titanio y se observa la evolución y consecuencia de la prótesis sobre el Tejido [19].

En Argentina, se realizó una investigación sobre la distribución de los vasos sanguíneos que constituyen el sistema extrínseco en la irrigación del nervio isquiático. De esto surge que el segmento distal en el nivel del tercio medio y distal del fémur, está irrigado por ramas de la arteria femoral caudal distal, esto debe tenerse en cuenta en maniobras quirúrgicas y traumatológicas [20]. En México se desarrolló un prototipo de prótesis de tobillo y pie que se controla a través de la actividad muscular. Un microprocesador predice factores tales como la posición del pie cuando se realiza un paso y el torque necesario para impulsarlo [21].

En el Perú, en la Universidad Peruana Cayetano Heredia se realizó un estudio para clasificar los diferentes tipos de fracturas de huesos largos en perros y estas fueron clasificadas según las variables edad, sexo, tamaño y raza, también se registró cuáles son las fracturas más comunes [22]. En la Universidad Católica del Perú se realizó un diseño de una prótesis activa transfemoral, esta prótesis busca tener movimientos y reacciones similares a la que produce una extremidad, con la finalidad de reducir el esfuerzo de usar de una prótesis pasiva y reducir las lesiones a consecuencia del esfuerzo y movimientos anormales [23].

2.2.2 Justificación

En Eslovaquia se realizó una cirugía para colocar una endo-prótesis y se realizó un seguimiento del paciente por varios días para observar los efectos de la prótesis, como reaccionaba el cuerpo en el tiempo de uso de esa prótesis, observar sus ventajas y desventajas, así como también si los materiales usados provocan rechazo [24]. Así mismo en España se hizo uso de la tecnología de impresión 3D como alternativa a la construcción de piezas para prótesis de perro para brindar al mercado de implementos de fácil acceso para quienes quieran adquirirla puedan hacerlo [25]

En Estados Unidos, Norma Bachman realizó una investigación sobre las amputaciones de extremidades de perros con el fin de crear tipos de prótesis que sean de bajos costos para poder brindar a los perros discapacitados de mayor movilidad [26]. En Reino Unido, *Wefstaedt Patrick* se realizó una investigación sobre prótesis de cadera para perros en el cual por medio de captura de movimiento por computadora se pudo analizar el movimiento del perro y se obtuvo buenos resultados, pero se descubrió que un punto importante es el aflojamiento aséptico [27].

En la Universidad del Valle de México se utilizó una prótesis de titanio pulido para reemplazar parcialmente una rodilla, se buscó obtener una articulación muy lisa para minimizar el roce entre la rótula y la superficie articular, gracias a ello se mejorara la condición de la rodilla y podrá correr [28]. En Chile el médico veterinario Fredy Herrera diseña prótesis y silla de ruedas para perros, trabaja con ingenieros y técnicos mecánico para el diseño de plantillas, cada prótesis es a medida para cada perro brindando así libertad de movimiento al can [29]

CAPÍTULO 3: PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN

3.1 Soluciones a evaluar

3.1.1 Benchmarking

Las investigaciones respecto prótesis ortopédicas para canes se han realizado en diversos países, por ello se realizó una revisión de investigaciones de países como USA, Turquía, Rumania, Suiza, México Ecuador y Perú, con esto se elaborara el benchmarking de las mismas, con el cual se pretende desarrollar una metodología propia que se detalla en el diagrama de bloques.

La sociedad de ingeniera en medicina y biología de Estados Unidos uso un modelo de prótesis que usa una extremidad sana para mejorar el control y rehabilitación del can, el control del modelo neuromuscular es una alternativa prometedora para controles de prótesis existentes, se obtuvo que el control de prótesis propuesto conduce a caminata más robusta comparado al método de control de impedancia [30]. En Turquía para el control mioeléctrico de prótesis de brazo humano se usan algoritmos de aprendizaje automático. Este estudio presenta dos comparaciones diferentes basadas en la extracción de características y métodos que son modelos de series de tiempo usando la transformada wavelet de la señal EMG. Finalmente, de la caracterización de EMG para prótesis de brazo ha sido evaluada con el este algoritmo obteniendo resultados óptimos [31]

En Rumania, la clínica veterinaria Scientific Works se desarrolló un nuevo método para curar fracturas de huesos largos en perros, en vez del uso del método tradicional de placas y tornillos de fijación en el hueso fracturado se usó una varilla metálica como soporte y un alambre metálico para rodear el hueso fracturado, con este nuevo método se obtuvo hasta un 95% de recuperación. [32] En Suiza en el simposio internacional de Wearable Computers se expuso el desarrolló un dispositivo con el nombre “Proyecto FIDO” que consistía en un sistema de alarma activado por el propio can, el cual se activa por diferentes tipos de sensores, el dispositivo fue diseñado para los canes que tengan actividades como trabajo policial, reconocimiento o rescate sin embargo su uso puede ampliarse a diferentes áreas como la veterinaria. [33]

En México en el Instituto politécnico nacional se desarrolló e implementó un prototipo de prótesis canina para miembro posterior, este prototipo tiene como objetivo beneficiar significativamente al animal, mejorando su calidad de vida, para esto la fabricación de un socket fue necesaria ya que es la parte que une el muñón y la prótesis, el socket fue diseñado con software de diseño 3d tomando en cuenta la forma del muñón. Finalmente, se obtuvieron resultados favorables ya que éste se puede desplazar con mayor facilidad. [34] En Ecuador en la Universidad de las américas se desarrolló una prótesis para canes adaptable a extremidades delanteras y traseras en el cual se usó conocimiento de diseño industrial y gráfico con el objetivo de agregar al mercado de su país de una alternativa de solución para perros discapacitados. [35]

En Perú Mauricio Cavero Alprecht médico veterinario comienza con el uso de la tecnología 3D, el método usado por el médico veterinario consiste en realizar las medidas de las extremidades, tipo de muñón, peso y raza del can; estos datos son enviados a una empresa de diseño por computadora, diseñan las partes de la prótesis y se crea un archivo diseño para un software compatible con impresora 3D y se envía el archivo a la clínica; y esta usa el archivo para crear una impresión 3D de las piezas para la prótesis con esto se busca ayudar a todas a los canes que tengan alguna discapacidad para que vuelvan a ser los mismos, que puedan a tener una mejor calidad de vida, un perro al tener menos extremidades puede desarrollar otras dolencias como artrosis es por eso que es recomendable el uso de prótesis lo más pronto posible [36].

3.2 Criterios de selección: Conclusión de Benchmarking

Conclusión del benchmarking

El presente trabajo de investigación contribuye en una nueva propuesta de prótesis para canes, las características elegidas en el prototipo son tomadas de las referencias estudiadas y se realizó la tabla de Benchmarking con estas.

3.2.1 Tabla del Benchmarking

CARACTERÍSTICAS	R. 30	R. 31	R. 32	R. 33	R. 34	R. 35	R. 36
Uso de electrodos	√	√	X	X	X	X	X
Sistema embebido	√	X	X	√	X	X	X
Sistema mecánico	√	X	X	X	√	√	√
Procesamiento de señal mioeléctrica	√	√	X	X	X	X	X
Estructura de plástico	X	X	X	X	√	X	√
Diseño ergonómico para canes	X	X	√	√	√	√	√
Soporte de muñón	X	X	X	X	√	X	X
Uso de batería	√	X	X	√	X	X	X

R.30: Referencia 30. √: Contiene característica. X: No contiene característica.

3.3 Recursos Necesarios

El siguiente proyecto de investigación necesitara los siguientes fundamentos teóricos: Señales mioelectricas, anatomía canina básica [37], los tipos de muñones de miembros amputados en perros [38]. Así como también se requerirá de fundamento teóricos en la parte tecnológica: acondicionamiento de señales, amplificación y filtrado de señales mioelectricas, microcontroladores, programación enfocada a microcontroladores, diseño de prótesis, sistemas de control, sistemas mecánicos [39], sensibilidad de sensores, procesamiento de señales [40].

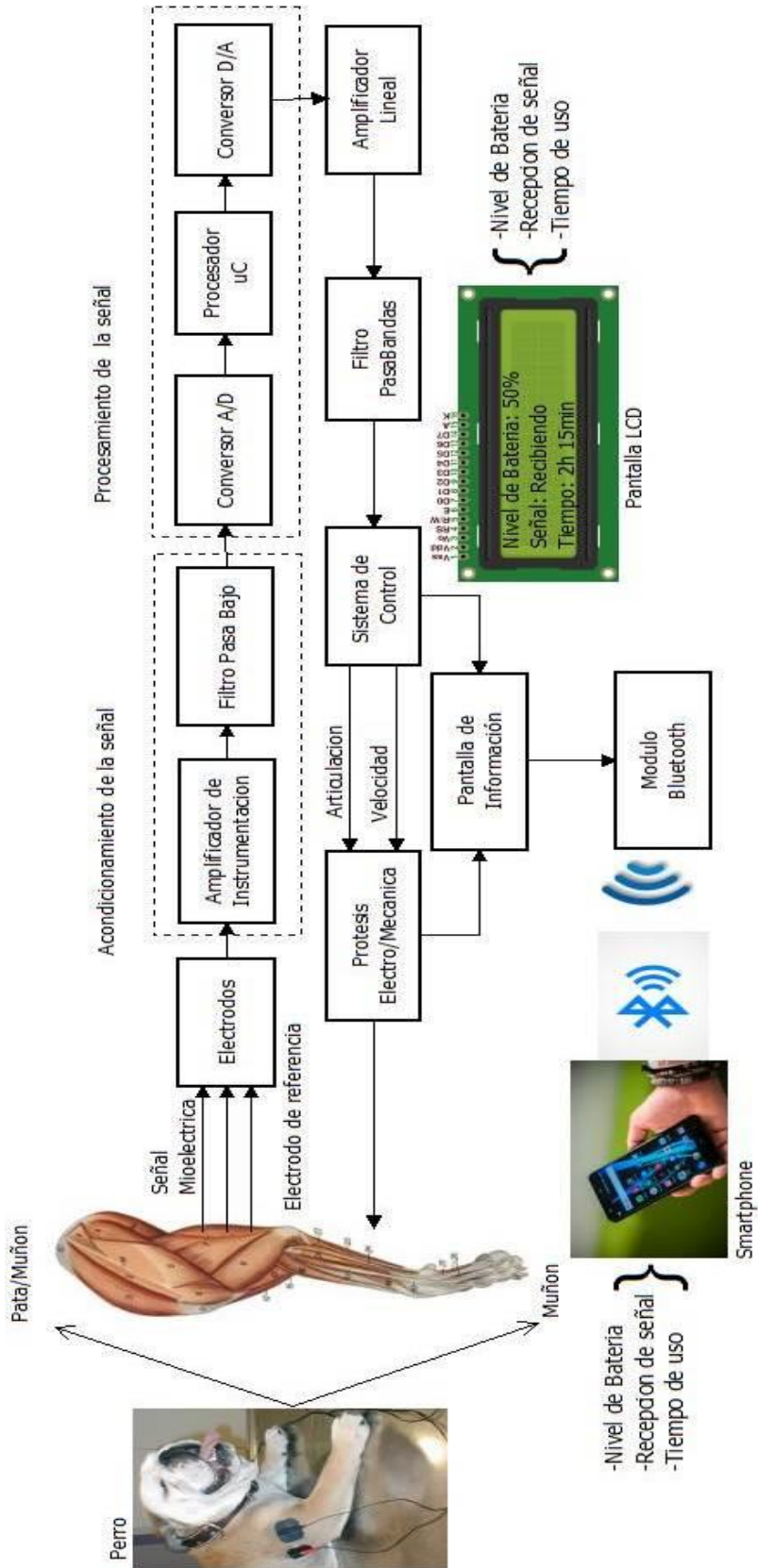
En la elaboración de este sistema electrónico se requiere los siguientes materiales: tres (3) electrodos, servomotores, conversor analógico / digital, conversor digital / analógico, batería compacta, circuito cargador de batería, amplificador de instrumentación AD620 AN, osciladores, filtro pasa altos LM741CN, amplificador lineal, pantalla LCD 2x16, estructura metálica, controlador de potencia. Además, se requerirá de equipos e instrumentos especializados como: software de programación, microprocesador, osciloscopio para observar la señal, computadora para realizar toda la programación que ira al microprocesador.

3.3.1 Funcionamiento del prototipo

El proceso se inicia cuando las señales mioelectricas del cuerpo del can son captadas por los tres (3) electrodos, dos (2) son para captar la señales mioelectricas de control y el tercero como referencia (tierra), luego la señal de los electrodos será amplificada por el AD620 AN y filtradas por el LM741CN para después pasar por un conversor analógico/digital luego la señal digital pasara por el procesador, en el cual por medio de un algoritmo ya programado con un lenguaje de programación compatible con el procesador, en cual se asignara las señales que corresponderán a determinados movimientos y luego de ser procesada será nuevamente convertida a una señal analógica[41] [42], esta pasa por un amplificador lineal y luego por un filtro pasa bandas para entrar al sistema de control, luego las señales de control pasan a la prótesis electro/mecánica, la cual está compuesta por servomotores y estructura de plástico, estos servomotores controlan las articulaciones de las prótesis además la prótesis está conectada a una pantalla LCD 2x16 que indica el estado de la prótesis, nivel de batería, recepción de señal y tiempo de uso, esta es información es relevante para el monitorio del correcto funcionamiento de la prótesis. Además, esta información será enviada a

un smartphone por medio de bluetooth, así el encargado del can puede monitorear el estado de la prótesis de manera remota. Todo el sistema será alimentado por una batería de larga duración recargable [43] [44]. Con todo esto la prótesis irá acoplada al muñón del miembro del can. Por último una vez encendida la prótesis la información mostrada en el LCD es información a tiempo real sobre el estado de las señales y la prótesis.

3.3.2 Diagrama de bloques



3.4 Estudio de viabilidad técnica

3.4.1 Impactos

El primer impacto social que se espera es una alternativa para mejorar la calidad de vida de canes discapacitados ya que en la actualidad no existe una prótesis con control por medio de señales mioeléctricas para canes en el Perú ni en el mundo. Sin embargo, el prototipo diseñado propuesto será capaz de controlar una prótesis por medio de las señales mioeléctricas del can. Por otra parte, se tendrá un impacto tecnológico (menciona el impacto luego justificarlo) al proponer una nueva alternativa de solución usando tecnología nunca antes usada en prótesis para animales.

3.4.2 Estrategias de comunicación

En el proyecto se busca usar las siguientes estrategias de comunicación: como primera medida, se usará exposiciones tecnológicas organizadas por las universidades y/o empresas interesadas y dar incentivos a los profesionales realicen más investigaciones en campos relacionados, y aceptar sugerencias que mejoren el prototipo actual. De la misma forma, se realizarán publicaciones en revistas y webs tecnológicas. Así como la difusión en programas de los medios de comunicación como radio y televisión que traten asuntos tecnológicos para promover la investigación tecnológica en el país.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Resultados esperados

Dentro de los resultados tenemos: La captación de las señales mioeléctricas por medio de electrodos y su manipulación para que sean adecuadas para el procesamiento, controlar una prótesis electro/mecánica por medio de las señales mioeléctricas, monitorear del estado de la prótesis, de las señales de entrada y tiempo de uso por medio de una pantalla, envío de la información sobre el nivel de batería, recepción de señal y tiempo de uso de la prótesis a un Smartphone por medio de Bluetooth y ergonomía para el animal inferior (can). Además, que la batería dura el tiempo adecuado para un uso práctico y que sea cómoda de usar para el can.

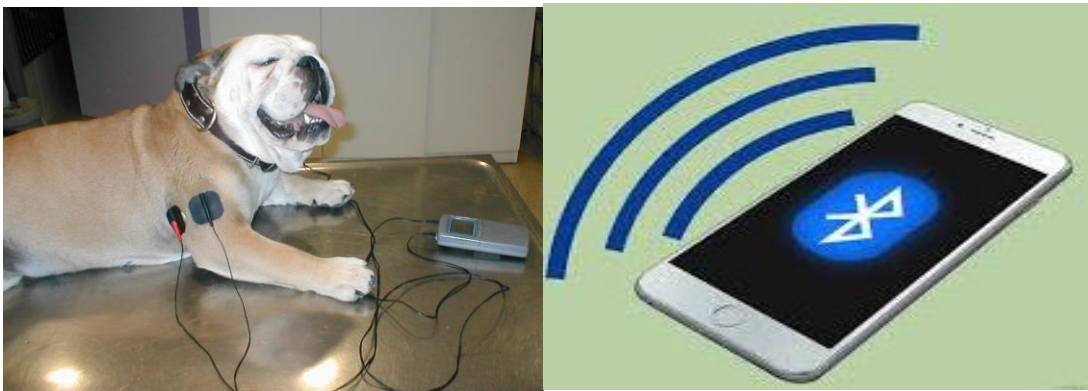


Grafico 1: Captación de señal mioeléctrica con electrodos Grafico 2: Envío de información por Bluetooth a un smartphone

4.4 Indicadores de logro de los objetivos

OBJETIVOS ESPECIFICOS	INDICADORES DE LOGROS
Obtener señales mioelectricas caninas para el control de la prótesis mediante el uso de electrodos.	Nivel de señal mioelectrica
	Nivel de sensibilidad de los electrodos
	Nivel de control de la prótesis
	EMG de canes
Conseguir las variables de velocidad y articulación para el control de prótesis electro/mecánica.	Nivel de velocidad
	Nivel de articulación de la prótesis
	Potencia de los servomotores
	Duración de servomotores
Diseñar un sistema de control para prótesis electro/mecánica para canes basándose en la composición de prótesis para humanos.	Nivel de similitud entre prótesis humana y canina
	Conexionado de todas las señales
	Composición de prótesis
	Bosquejo del prototipo de prótesis canina

Conclusiones

Dentro de los resultados del prototipo se concluye lo siguiente:

1. El control de una prótesis será mayor si se incorpora el uso de señales mioeléctricas para su control, mejorando la movilidad del can.
2. Se obtiene un diseño ergonómico específico para los perros, tomando como muestra el tipo de muñón.

Recomendaciones

Se consideran algunas recomendaciones:

1. Para obtener un control de prototipo óptimo se debería realizar varias lecturas de las señales mioeléctricas para poder conseguir valores más específicos y así mejorar el control de la prótesis.
2. Usar materiales ligeros para la prótesis ya que va dirigida a animales pequeños y si es muy pesado sería contraproducente al objetivo.

Bibliografía

1. Albergue “Milagros Perrunos”, 2017
2. Carpio Peralta Christian Favio (2013), Determinación de la población de perros vagabundos (cannis lupus) estimada del distrito de Cayma, Arequipa, Universidad Católica Santa María.
3. Colectivo “Hermanos Menores”, 2017
4. Dordán Barboza (2016), Katherine, Refugio para perros en estado de abandono en Lurín, Universidad Femenina del Sagrado Corazón,
5. Carla Arata Azcárate (2016), Programa de control de la población canina en el distrito de surquillo, Universidad Peruana de ciencias aplicadas.
6. Plan Distrital De seguridad ciudadana del distrito de villa el salvador, 2016
7. Gi-Won Choi (2006), Development of surface myoelectric sensor for myoelectric hand prosthesis, Korea del Sur.
8. William D. Liska (2007), Reemplazo de rodilla total personalizado en un perro con pérdida de hueso condilar femoral, USA.
9. Jacek Miedzobrodzki (2010,) El primer caso de un Staphylococcus pseudintermedius Infección después de la implantación conjunta de prótesis en un perro, Polonia.

10. Feasibility of 2nd generation STS retinal prosthesis in dogs (2013), Japón, 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC).
11. Bryant Fernando Salas Flórez (2007), Análisis de señales mioeléctricas orientadas a la robótica, Colombia, Universidad de la Salle.
12. Cássio Ricardo Auada Ferrigno (2008), Prótese total articulada de joelho utilizada no tratamento de osteossarcoma apendicular em cão, Brasil.
13. Joel Francisco Pava (2012), Validación del diseño para la manufactura de una prótesis de cadera, México.
14. Ringo Ortopedia canina (2017), Argentina.
15. Mallaopoma Soriano, Rubén (2006), Frecuencia de dermatitis alérgica por picadura de pulga en caninos (*Canis familiaris*) atendidos en la Clínica de Animales Menores de la Facultad de Medicina Veterinaria - Universidad Nacional Mayor de San Marcos: estudio clínico, período 2000-2004, UNMSM.
16. Miranda Mejía, Carol Sthefany (2015), Factores de riesgo asociados a agresividad por dominancia en perros atendidos en la Clínica Veterinaria Arhen, Universidad privada Antenor Orrego.
17. Fundación Rayito, 2017.
18. Brittany Jean Carr (2017.), Retrospective Study on External Canine Limb Prosthesis used in 24 patients, USA, Veterinary Evidence.

19. Hao Xu (2017), Micrometer-Sized Titanium Particles Induce Aseptic Loosening in Rabbit Knee, China.
20. Llano, E.G (2017), Irrigación del nervio isquiático en caninos, UNNE, Argentina.
21. O. U. Álvarez-Maldonado (2017), Prótesis Automatizada de Tobillo y Pie Controlada por Señales Electromiografías, México.
22. Flores Jáuregui Peter Alexis (2017), Caracterización de fracturas para huesos largos en perros presentadas en el servicio radiológico de la Clínica Veterinaria Docente Cayetano Heredia, UPCH.
23. Villota Cerna Elizabeth (2017), Diseño mecánico de una prótesis activa transfemoral, PUCP.
24. M. Žitňanský (2007), Investigation and implantation of endo-prosthesis in biological experiment on animals, Institute of Materials Science, Faculty of Materials Science and Technology, Slovak University of Technology, Slovakia.
25. Pardo Jiménez, Miguel Ángel (2017), Diseño de una prótesis canina para extremidades delanteras, UPNA, España.
26. Norma Bachman (2017), Design of a Prosthesis for Canines with Front Limb Deformities, WPI, USA.
27. Wefstaedt Patrick (2009), Multi-body simulation of a canine hind limb: model development, experimental validation and calculation of ground reaction forces, Reino Unido.

28. Hospital Veterinario UVM (2017), México.
29. En 2ruedas Ortopedia canina, 2014.
30. Recuperación del equilibrio con prótesis de pierna usando el control del modelo neuromuscular (2014), IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, USA.
31. Algoritmos de aprendizaje automático para la caracterización de Señales EMG (2015), International Journal of Information and Electronics Engineering, Turquía.
32. Método de reconstrucción ósea por cerclaje en fracturas conminutas de huesos largos perro y gato (2015), Scientific Works. Series C. Veterinary, Rumania.
33. Facilitando Interacciones para Perros con Ocupaciones: Interfaces usables activadas por perros (2015), International Symposium on Wearable Computers, Suiza.
34. Análisis Numérico y experimental de un prototipo de prótesis canina para extremidad (2016), INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, México.
35. Una patita, una vida: diseño de prótesis para extremidades caninas e identidad visual para su comercialización (2016), Universidad de las Américas, Ecuador.
36. Bionic Pet Lab (2017), Perú.
37. Stanley H. Done (2010), Atlas en color Anatomía veterinaria, España.

38. Miguel Ruiz Pérez (2011), Rehabilitación y fisioterapia canina.
39. Fernando Reyes Cortes (2009), ROBOTICA control de robots manipuladores, México.
40. Shuvra S. Bhattacharyya (2010), Handbook of Signal Processing Systems, USA
41. Reátegui, J. E (2012), Prototipo de prótesis mioeléctrica de miembro superior transradial: Diseño de módulo de Adquisición y Procesamiento, VII CONGRESO BOLIVARIANO DE INGENIERIA MECANICA, PUCP.
42. Luis Elías Ortega Ponce (2017), Robótica y Automatización con Arduino, Xpotron 2017, Universidad Autónoma San Francisco.
43. Jos Vander Sloten (2009), ISRIS: congreso sobre robots asistenciales, para rehabilitación y prótesis, Rumania.
44. Dr. Rubén Garrido Moctezuma (2017), Servomecanismos en la Robótica, XIX COMRob, México.

ANEXO 1: GLOSARIO

Prototipo: Modelado que sirve como representación o simulación de un producto final permitiendo verificar su diseño y característica.

Señales Mioelectricas: Son impulsos eléctricos que aparecen en la contracción de músculos

Control electro/mecánico: *Son aquellos sistemas híbridos de variables mecánicas y eléctricas.*

Impresión 3D: Tecnología que permite imprimir un objeto en 3 dimensiones.

Microcontrolador: Un microcontrolador (μC) es un circuito integrado programable.

Sistema de control: Es un conjunto de dispositivos encargados de administrar el comportamiento de un sistema.

Sensibilidad de sensor: Valor mínimo requerido para producir una señal de salida

Procesamiento de señales: Es la manipulación de señales para su uso o interpretación.

Electrodos: En la medicina, los electrodos son dispositivo que conducen la electricidad desde un instrumento hasta un paciente, también pueden llevar las señales eléctricas de los músculos hasta los aparatos de registro.

Servomotor: Es aquel que convierte el movimiento mecánico (giros del eje) en pulsos digitales interpretados por un controlador de movimiento.

Convertor análogo/digital: Es un dispositivo electrónico capaz de convertir una señal analógica en una señal digital.

Convertor digital/análogo: Es un dispositivo para convertir señales digitales con datos binarios en señales de corriente o de tensión analógica.

Oscilador: Es un circuito electrónico que produce una señal electrónica oscilante y periódica, a menudo una onda senoidal o una onda cuadrada.

Potencia: Es la proporción por unidad de tiempo con la cual la energía eléctrica es transferida por un circuito eléctrico.

Algoritmo: Es una secuencia de instrucciones que representan un modelo de solución.

Señal analógica: Es un tipo de señal generada por algún tipo de fenómeno electromagnético, puede encontrarse en la naturaleza.

Bluetooth: Es un tipo de red inalámbrica de área personal que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos.

Velocidad: Magnitud física que relaciona un cambio de posición con el tiempo.

Articulación: Es una conexión entre dos sólidos que convergen en el mismo eje o punto de apoyo, esto permite el movimiento de ambos en un mismo tiempo.

Anexo 2:

Ficha de Trabajo de Investigación en opción al Grado de Bachiller en la carrera de Ingeniería Biomédica

Línea de Investigación: Investigación, desarrollo e innovación en la Ingeniería Eléctrica y de Potencia, Electrónica, Robótica y las Telecomunicaciones

1. Diseño de sistema embebido para control protésico de miembros superiores.
2. Número de alumnos posibles a participar en este trabajo: 2.
3. El trabajo tiene perspectivas de continuidad para la titulación por la modalidad de tesis.
4. Palabras clave: control protésico, sistema embebido, interface máquina-cerebro
5. Posible asesor del trabajo:
6. El trabajo propone el diseño de un sistema integrado que adquiera las señales bioeléctricas, realice el procesamiento de las mismas y provea la realimentación sensorial durante el control de la extremidad artificial. Se debe prestar atención a las señales de salida dirigidas a los elementos electromecánicos para los diferentes tipos de agarre de un paciente específico.
7. Aunque la robótica ha tenido un desarrollo considerable durante las últimas décadas, aún se hace necesario alcanzar una mayor funcionalidad en los miembros protésicos. De igual manera se debe trabajar por garantizar mayores niveles de confiabilidad y comodidad en los mismos.
8. Búsqueda de información sobre los antecedentes, situación actual y la problemática referida al trabajo planteado.
Búsqueda de información de investigaciones validadas con el fin de justificar el trabajo que se está planteando.
Búsqueda de información sobre conocimientos específicos o fundamento teórico sobre el tema planteado.
Búsqueda de información sobre metodologías válidas existentes y/o mecanismos que se utilizan para el desarrollo del trabajo planteado.
Búsqueda de información sobre los recursos (personal, materiales, instrumentos y equipos) que se requerirán para el trabajo que se está planteando.
Planteamiento de los objetivos específicos según el propósito del trabajo planteado y el análisis de la información encontrada.
Planteamiento en un diagrama de bloques sobre el trabajo propuesto según metodologías válidas existentes.
Planteamiento de los resultados esperados pudiendo ser: aportes a la solución del problema planteado o prototipo como un nuevo producto.
Planteamiento sobre los impactos y limitaciones sobre el trabajo propuesto.
Planteamiento sobre los impactos y limitaciones sobre el trabajo propuesto.
9. La búsqueda de la información debe realizarse tanto a nivel nacional como internacional.
Identificar información específica sobre: Sistemas integrados para la adquisición de señales cerebrales, control de miembros protésicos, realimentación de señales de control.

Es recomendable seleccionar información: cronológica, protocolos, prototipos, producción, aspectos económicos, productos comerciales existentes, ventajas y desventajas, desarrollos tecnológicos actuales, beneficios, aplicaciones, procedimientos, seguridad, estándares de diseño, normatividad nacional e internacional.

También se sugiere acopiar: estadísticas, indicadores, gráficos y tablas, todo referido al trabajo que se está planteando. Esta información debe ser acopiada a nivel nacional como internacional.

10. Docente que elaboró la Ficha de Investigación: Osniel Pozo Mederos.

Fecha: 12/07/2017.

Hora: 5:50 p.m.