



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL

Reaprovechamiento de máquina de coser mecánica modificada,
reciclando residuos eléctricos para generar energía renovable
doméstica.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Donoso Pacheco, Yohana Lesly (ORCID: 0000-0003-3560-1626)
Pumachayco Cuestas, Williams Junior (ORCID: 0000-0001-9438-6837)

ASESOR:

Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales (ORCID: 0000-0003-1504-2089)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y gestión de los residuos

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Queremos dedicarle el presente trabajo a las personas que están comprometidas con el Perú y están dando todo para que sea un país mejor. Darle las gracias a nuestras familias y amigos; les damos gracias a ellos por apoyarnos en cada decisión, proyecto o tarea y por permitirnos cumplir con la excelencia, a través de la realización de esta investigación.

AGRADECIMIENTO

Darle gracias a Dios por darnos salud y del mismo modo permitirnos realizar la presente tesis en estos momentos tan críticos

Darle infinitas gracias a nuestros padres (Sr. Wilfredo Pumachayco y Sra. Martha Cuestas, Maritza Pacheco Tello y Luis Donoso Esteban) por nunca perder la fe y su apoyo incondicional. También darle muchísimas gracias a la Srta. Estefany Aguirre por el apoyo emocional en estos años de formación académica y personal.

A nuestra casa de estudios, la Universidad César Vallejo por brindarnos los conocimientos requeridos y necesarios para nuestra formación profesional, especialmente a la Escuela de Ingeniera Ambiental que en estos últimos años ha demostrado ser una de las mejores que hay en nuestro país siendo una de las pocas que están en proceso de acreditación.

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras y gráficos	vi
Resumen	vii
Abstract	viii

Índice de contenidos

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	13
3.2. Variables y operacionalización.....	13
3.3. Población, muestra y muestreo.....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5. Procedimientos.....	17
3.6. Método de análisis de datos.....	26
3.7. Aspectos éticos.....	27
IV. RESULTADOS.....	28
V. DISCUSIÓN.....	41
VI. CONCLUSIONES.....	43
VIII. RECOMENDACIONES.....	45
REFERENCIAS:.....	46
ANEXOS	

Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1. Consumo, revoluciones en tres tipos de máquinas de coser	10
Tabla 2. Variables de investigación	14
Tabla 3. Jueces expertos	16
Tabla 4. Características de la batería	25
Tabla 5. Equipos utilizados en el sistema	26
Tabla 6: Características iniciales de la máquina de coser	28
Tabla 7. Revoluciones por minuto en la Polea 1	28
Tabla 8. Pruebas de normalidad	29
Tabla 9. Correlación Genero del Operador- Revoluciones por minuto	29
Tabla 10. Inercia inicial en la máquina de coser	31
Tabla 11. Velocidad angular de la polea 1	32
Tabla 12: Potencia mecánica inicial de máquina de coser	32
Tabla 13. Máquina de coser modificada	33
Tabla 14. Revoluciones por minuto en la polea 3	33
Tabla 15. Inercia de la polea 3 de la máquina de coser modificada	34
Tabla 16. Velocidad angular de polea 3 de la máquina de coser modificada	34
Tabla 17. Potencia mecánica de la máquina modificada	35
Tabla 18. Datos del operador	35
Tabla 19. Voltaje de la energía obtenida en tres horas de pedaleo (operario femenino)	36
Tabla 20. Voltaje de la energía obtenida en tres horas de pedaleo (operario masculino)	37
Tabla 21. Intensidad de corriente	37
Tabla 22. Potencia eléctrica	38
Tabla 23. Tiempo de funcionamiento de aparatos electrónicos	39

Índice de gráficos y figuras

	Pág.
Figura 1. Excéntrica – biela palanca (ISSUU)	9
Figura 2. Máquina de coser mecánica	9
Figura 3. Rueda biela y pedal	11
Figura 4. Mapa de procesos	17
Figura 5. Adquisición de máquina de coser 1	18
Figura 6. Mapa de ubicación máquina de coser 1	19
Figura 7. Adquisición de máquina de coser 2	20
Figura 8. Mapa de ubicación máquina de coser 2	20
Figura 9. Mapa de ubicación motor de bomba de lavadora	21
Figura 10. Desarmado de las partes de la máquina de coser	22
Figura 11. Velocidad de la máquina de coser antes de ser modificada	24
Figura 12. Tren de poleas	24
Figura 13. Interpretación de correlación de Pearson y Spearman	31
Gráfico 1. Características iniciales y características del operador	30

RESUMEN

Actualmente el uso de aparatos electrónicos y electrodomésticos ha facilitado la vida de todos, sin embargo, ellos traen consigo problemas que afectan al medio ambiente y en un futuro a las mismas personas que los utilizan.

El empleo de energía eléctrica que se obtiene a través de la combustión de combustibles fósiles y la incipiente gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), son parte de los principales agentes causantes del desgaste ambiental a nivel mundial. La búsqueda de nuevas alternativas para obtener una energía eléctrica limpia y ecoamigable, además de la valorización de los RAEE, es esencial para frenar o en todo caso revertir este proceso de destrucción ambiental.

Por lo tanto, este trabajo de investigación propone la implementación de un sistema a través de la recuperación y adaptación de una máquina de coser mecánica, junto a un generador obtenido de una bomba de drenaje de una lavadora para obtener energía eléctrica renovable. La máquina de coser mecánica fue puesta en mantenimiento y se agregó un sistema de poleas con el principio de transmisión por correas para optimizar la cantidad de revoluciones por minuto y así llegar a generar energía eléctrica. Se pudo cargar una batería de 12 voltios en un tiempo de trabajo de 3 horas diarias por dos días y la energía recolectada se usó para el funcionamiento en simultaneo de aparatos electrónicos de bajo consumo eléctrico, como carga de celulares, iluminación por focos led y una radio. Este sistema en general, tienen el potencial de aumentar la sostenibilidad con respecto al uso de energía eléctrica y es un aporte a la gestión de los RAEE

Palabras clave: máquina de coser mecánica, bomba de lavadora, RAEE, energía eléctrica.

ABSTRACT

Currently the use of electronic devices and appliances has made life easier for everyone, however, they bring with them problems that affect the environment and in the future the very people who use them.

The use of electrical energy obtained through the combustion of fossil fuels and the incipient management of waste electrical and electronic equipment (WEEE), are part of the main agents causing environmental wear worldwide. The search for new alternatives to obtain clean and eco-friendly electrical energy, in addition to the recovery of WEEE, is essential to halt or in any case reverse this process of environmental destruction.

Therefore, this research work proposes the implementation of a system through the recovery and adaptation of a mechanical sewing machine, together with a generator obtained from a washing machine drainage pump to obtain renewable electrical energy. The mechanical sewing machine was put into maintenance and a pulley system with the principle of belt transmission was added to optimize the number of revolutions per minute and thus to generate electric energy. A 12-volt battery could be charged in a working time of 3 hours per day for two days and the collected energy was used for the simultaneous operation of electronic devices with low power consumption, such as cell phone charging, LED lighting and a radio. This system in general, has the potential to increase sustainability with respect to the use of electrical energy and is a contribution to the management of WEEE.

Keywords: mechanical sewing machine, washer pump, WEEE, electric power.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, donde todo se facilita gracias a los aparatos electrónicos, debemos ser conscientes más allá de la utilidad, pues la energía que se consume es de gran importancia para el medio ambiente, ya que en su producción se realizan procesos en los que se generan elementos contaminantes. Por lo cual la generación de energía renovable mediante el uso de máquinas de coser adaptadas y unidas a un generador rescatado de aparatos eléctricos en desuso, que pueda transformar la energía mecánica de estas en energía eléctrica es factible, puesto que disminuirían la cantidad de energía que se consume en estas jornadas laborales, así como aprovechar la energía generada y almacenarla para otros motivos que puedan beneficiar a terceros. Rodriguez y Weil mencionan que el reciclado de aparatos eléctricos y electrónicos tiende a considerarse beneficioso para el medio ambiente, ya que la recuperación de materiales valiosos, como metales, plásticos y vidrio- podría evitar la extracción y el procesamiento de nuevos materiales.

La generación de energía obtenida mediante la quema de combustibles fósiles se ha convertido en uno de los problemas que engloba la contaminación, que afecta a varios países a nivel global, ya que las emisiones de gases de efecto invernadero se ven incrementadas según la demanda de la población que en la actualidad requiere en demasía de la energía eléctrica. El ministerio de protección ambiental de Israel en el 2015 realizó una publicación acerca de la problemática en la que se encontraban, en ella indica que el sector eléctrico es el principal causante de contaminación atmosférica por la combustión; esto sumado a la falta de energía eléctrica en diferentes poblados del territorio nacional es ya un problema mayor que afecta la población más vulnerable del Perú, es por ello que el estado debe priorizar la generación, implementación y uso de energías limpias y amigables con el ambiente, promover la investigación en base al uso de energías renovables y la eficiencia energética. Además de solucionar la problemática de la falta de energía eléctrica en los distintos centros poblados en todo el Perú.

Siendo el problema general de la investigación: ¿Qué tan eficiente es la energía renovable producida desde una máquina de coser modificada, reciclando la

bomba de agua de lavadora para generar energía renovable doméstica? y Los problemas específicos: ¿Cuáles serán las características iniciales de la máquina de coser mecánica para la generación de energía renovable doméstica? ¿Cómo será la modificación del sistema de la máquina de coser para la generación de energía renovable doméstica? ¿En cuánto influyen las características del operador en la generación de energía renovable doméstica?

La **justificación** se centra en el punto teórico, donde el uso de un generador de energía proveniente de la recuperación de residuos de aparatos eléctricos, añadido a una máquina de coser sea una alternativa de solución, a nivel ambiental por la disminución en la demanda de energía eléctrica que a futuro se podrá convertir en una fuente de energía sin necesidad de la quema de combustibles fósiles y por ende la disminución de gases de efecto invernadero y al mismo tiempo aportando a la solución del manejo de residuos eléctricos, dándoles un nuevo uso. El impacto social al que conlleva sería la concientización de la población para que no solo se enfoque en un tipo de energía, sino que pueda aprovechar sus recursos para poder auto-sustentarse. A nivel económico puede beneficiar especialmente a los talleres textiles, ya que por la energía que se genere a través de máquinas de coser podrían almacenar esa energía y usarla en la iluminación del taller, esto hace posible la disminución en la facturación de corriente eléctrica.

El objetivo general fue determinar qué tan eficiente es la energía renovable obtenida de la máquina de coser mecánica modificada reciclando la bomba de agua de lavadora doméstica y **los objetivos específicos fueron:** Identificar las características iniciales de la máquina de coser mecánica para la generación de energía renovable doméstica. Determinar la modificación del sistema de la máquina de coser mecánica, para la generación de energía renovable doméstica. Determinar de qué manera las características del operador influyeron en la generación de energía renovable doméstica.

Hipótesis general fue: La eficiencia de la máquina de coser mecánica modificada fue mayor del 50 % para la generación de energía renovable doméstica y las **Hipótesis específicas** fueron: Las características iniciales de la máquina de coser

influyen en la generación de energía renovable doméstica. La modificación de la máquina de coser influye en el aumento de la velocidad angular del sistema, para generación de energía renovable doméstica. Las características del operador influyen en la generación de energía renovable doméstica.

II. MARCO TEÓRICO

Para los antecedentes consideraremos fuentes bibliográficas que hablen sobre el sistema de transmisión por banda para generar electricidad y generadores de energía renovable.

Entre los antecedentes internacionales se encuentran:

Adeola (2018) expresó que la rápida innovación, la obsolescencia planificada, la reducción de la vida útil de los productos, el crecimiento de la población urbana y la creciente demanda de tecnologías de la información y las comunicaciones y otros dispositivos electrónicos son algunos de los factores que impulsan la acumulación de desechos electrónicos y han surgido métodos informales como el reciclaje y el reúso de estos como una solución improvisada pero con una mala gestión puede conllevar a graves problemas, no solo ambientales sino también, en la salud de las personas. Un dato muy importante como el que expreso **Kaya (2018)** es que, en 2014, el promedio mundial de desechos electrónicos generados por habitante fue de 5,9 kg. La tasa de generación de desechos electrónicos aumenta un 10% cada año y la mayor parte de los desechos electrónicos se generaron en Asia.

MD Sajid, et al. (2018) utilizaron la energía humana que se pierde al pedalear, y lo transformaron en electricidad. Usaron para ello un motor de inducción monofásico, se convierte en un alternador monofásico de 4 polos cambiando su parámetro. Como aplicación la utilizaron para cargar una batería.

Así también, **Zurita (2018)** diseño e implementó una máquina que generadora de corriente continua para auto sustentarse y poder cargar otros dispositivos de baja potencia. Se obtuvieron los siguientes resultados: el peso de impulso 20kg, la fuerza aplicada (196N), longitud de la biela 0.1 m, el torque (19.6 Nm); la revolución promedio 50 RPM equivalente a 5.2 rad/s como su velocidad y la potencia mecánica (102w). Además, se hicieron pruebas de funcionamiento en el sistema para el correcto funcionamiento del prototipo utilizando medidores externos como el osciloscopio, multímetro, tacómetro y oxímetro. De igual manera, **Deshmukh, D. et al. (2017)** Realizaron un

prototipo cosechador de energía biomecánica como una fuente alternativa de energía. Consideraron la masa promedio de 65kg y el tiempo de pedaleo de 60 minutos. Se obtuvieron los siguientes resultados: rotación del pedal 72 RPM, relación del pedal a la rueda de engranaje 1:2, velocidad de rotación del alternador 1400 RPM, salida de voltaje 14.2 voltios, corriente de salida 9.8 amperios y 139.16 vatios de potencia. El tiempo de cargar una batería de 12V, fue de 7 horas y el consumo de energía de una bombilla LED de 10 vatios, tiempo de encendido será de 15 horas. **Rodriguez y Weil (2016)** hicieron referencia a que las publicaciones científicas acerca del ciclo de vida de los residuos de aparatos electrónicos eléctricos (RAEE), se ha dado en mayor número en las mismas revistas que publican acerca de los residuos sólidos, notando que la gestión del ciclo de vida de los RAEE es un tema nuevo que empieza a surgir y que es de gran interés para los diversos campos de estudio. **Menad (2016)**, mencionó que los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) se han convertido en un recurso de reciclado muy importante y prometedor en el último decenio, debido al rápido aumento de las cantidades y de los valiosos componentes contenidos en ellos que deben ser recuperados y al segundo uso que se les puede otorgar.

Siguiendo con el tema de reducción de emisiones gracias al uso de energías alternativas, **Celemín (2016)** analizó la producción de un sistema de paneles solares. Para que se lleve a cabo el cálculo de emisiones de CO₂ se empleó el correspondiente a un Sistema fotovoltaico dado en Toneladas de CO₂ por Megavatio y el valor de 0.374 TonCO₂/MWh como factor de emisión de gases, obtuvo como resultado que la simulación del diseño del sistema fotovoltaico genera 1956 kWh de energía eléctrica al año, teniendo como fuente la energía solar, y de esta manera se reduce la emisión de 730kg de CO₂ en la atmósfera por el mismo periodo de tiempo. En tanto, **Ullah et al. (2015)** proyectaron y ejecutaron un sistema de potencia de ejercicio con bicicletas de gimnasio para cargar una batería de 12V, 55AH, tomaron en consideración tres componentes: la conversión de energía, el circuito de cosecha y acondicionamiento y el almacenamiento de energía. Se utilizó un alternador magnético, un transformador, un circuito rectificador, un circuito controlador de carga, un sensor de corriente (ACS 712), un divisor de voltaje, software (ARDUINO) y una pantalla led. Una vez

implementado el sistema se obtuvieron los siguientes resultados: la eficiencia del sistema (48.02%), el voltaje de salida 14.4V, la corriente promedio 4.4 A y el promedio de la potencia de salida 63.36. **Warongkidh (2015)** implementó un sistema con pequeñas fuentes de energía eléctrica basado en una bicicleta estática u otros sistemas generadores de energía renovable que puedan ser conectadas a un sistema de alimentación distribuida, el autor propone también la viabilidad de un sistema eléctrico de transmisión de energía del sistema de distribución de energía de CC por el generador de energía humana basado en bicicletas estáticas estacionarias.

Entre los antecedentes **nacionales** se encuentran a **Tapia (2018)** quien convirtió una bicicleta estacionaria, en un generador de energía eléctrica dentro de una casa. Como resultados obtuvo que la fuerza promedio de un joven es de 245.25 kg/N, el torque 41.7 kg.N/m, la relación de transmisión 225.7, las revoluciones por minuto del rotor del alternador 3385.8 rpm, revoluciones por minuto de la llanta 56.3, las revoluciones por minuto que trabaja el alternador 3385 rpm y la potencia del alternador fue de 700 watts/hora. **Palomino (2016)** implementó una bicicleta elíptica que funcione como un prototipo de generador de energía renovable, para la iluminación en un ambiente de gimnasio. Las pruebas en las que se midió el tiempo de encendido de 1 bombilla por 2 horas de uso de la bicicleta fue de 3 horas 37 minutos, de 2 bombillas por 2 horas de uso fueron 3 horas 15 minutos y de 3 bombillas por 2 horas de uso 2 horas 49 minutos. /voltaje mínimo 5.69 y máximo de 6.95 voltios. Con respecto al uso de energías renovables, **Chercca (2014)** implementó un sistema de energía renovable compuesta por paneles fotovoltaicos y aerogeneradores para cubrir la demanda de energía de carácter doméstico en zonas agrarias. Determinó la demanda de energía para 76 viviendas además de la potencia y energía resultante de los dos sistemas, de esta manera pudo concluir tras implementar el Sistema de energía eólica – fotovoltaica, una disminución en CO₂ emitidos a la atmósfera de 9,833 Ton CO₂/año.

La **energía** es una proporción en la que se puede medir la capacidad de un sistema para realizar un trabajo mecánico (LEXUS, 2007, p.328). También se puede definir a la energía de forma genérica como todo principio capaz de producir un trabajo, y su manifestación es precisamente representación de su fuerza (José, J., 2003, p.5). Estas pueden ser: mecánica, eléctrica y cinética.

Con respecto a la **energía mecánica**, es la responsable de la energía cinética y potencial. El almacenamiento de energía mecánica moderna convierte la energía eléctrica en energía mecánica y almacena la energía como cinética en forma de rueda giratoria o como energía potencial en forma de agua bombeada. La unidad que convierte la energía entre energía eléctrica y mecánica es un motor eléctrico que actúa como un generador eléctrico al descargar la energía almacenada (ODNE, S., 2017).

La **energía eléctrica** resulta de partículas cargadas negativa y positivamente dentro de un campo eléctrico y magnético en donde se produce un intercambio de carga continuo, de esa manera los electrones interactúan formando intercambio de cargas produciendo corriente eléctrica en el interior de los conductores, por acción de los campos eléctricos establecidos dentro de estos. Con respecto a la energía luminosa o electromagnética, es aquella transportada por las ondas electromagnéticas (O.E.M.) y que puede verse como la energía transportada por la partícula que está relacionada a la onda, que recibe el nombre de fotón. Esta partícula transporta la energía $E = h \cdot f$, siendo f la frecuencia de la onda y $h = 6,6252 \times 10^{-34}$ J.s, la constante de Planck (MARIE, J. et al., 2003, p.5).

La **energía cinética** se asocia al movimiento de los cuerpos. Tiene como componentes al movimiento de la masa y la velocidad del objeto es representada por: $E_c = 1/2mv^2$ (ROMERO, 2017, p.16).

La **energía renovable** se sigue produciendo en el presente y su consumo es repuesto constantemente: entre ellas están: la energía eólica, la biomasa, la solar, la hidráulica y la debida a mareas, olas y gradientes térmicos permanentes (MARIE, J. et al., 2003, p.5). También son conocidas por proporcionar energía sustentable, confiable, segura y en el aspecto económico resulta ser llamativo por la disminución de costos. Los recursos renovables pueden ser producidos y consumidos de manera regular, conformando un ciclo equilibrado que es capaz de producir energía constante, sin que se puedan agotar (EDUCACIÓN AMBIENTAL, 2008, p.117).

La conversión de unas formas de energía en otras se puede demostrar, por ejemplo, si se varía el flujo que tiene un campo magnético a través de lo que se llama un circuito conductor, se produce en este una fuerza electromotriz de esta manera produciendo corriente eléctrica. En eso se resume la transformación que se da en la

energía mecánica hacia la corriente eléctrica, esta fue descubierta por Faraday y Henry en 1930 (JOSÉ, J., 2003, p.5). Según **Potter y Elaine (2018)** indican que "un sistema puede poseer varias formas diferentes de energía. Si se suponen propiedades uniformes en todo el sistema".

Se le llama **generatriz** a la máquina que transforma energía: de mecánica a eléctrica (LEXUS EDITORES S.A., 2007, p. 420).

En cursos de física elemental, el estudio de la **conservación de energía** destaca cambios en energía cinética y potencial y sus relaciones con un trabajo. Una forma más general de conservación de energía incluye los efectos de transferencia térmica y cambios en energía interna (POTTER & ELAINE, 2006, p 76). Esta forma es conocida de forma más general como la primera ley de la termodinámica, cuyo principio es mantener la energía y comprende de dos sistemas: el de transferir calor y ejercer un trabajo. Otra forma igualmente importante es incrementar el rendimiento de los mecanismos de conversión de energía que se utilizan. La **eficiencia de la energía** es el porcentaje de energía total de entrada que realiza un trabajo útil es decir que este no se convierte en un tipo de energía de poca calidad ni calor inútil en un sistema de conversión de energía (TYLER, 2002, p.115).

Las **fuentes renovables** producen de manera constante energía y se va recomponiendo, de forma que la energía consumida se vuelve a recuperar periódicamente. Principalmente se consideran a las energías renovables de mayor interés para los pueblos en vías de desarrollo, que serán las de más fácil uso por requerir de menos recursos tecnológicos y menor inversión para su aplicación (MARIE, J. et al., 2003, p.5).

Hay dos **tipos de corriente** que son: La corriente continua o directa que se refiere a una corriente de dirección fija y una magnitud constante. Mientras que la corriente alterna cambia su dirección de forma periódica a través del tiempo y tiene una magnitud que no es constante (PEREIRA, 2016, p.8).

En la Figura 1 se observa el **sistema excéntrica-biela-palanca** permite obtener un movimiento giratorio continuo a partir de uno oscilante o viceversa, este podemos encontrarlo en las máquinas de coser, en la que se obtiene el movimiento giratorio necesario a partir del oscilante del pie (ISSUU, 2014, párr.1).



Fuente: Concurso.cnice.mec.es

Figura 1. Excéntrica-biela-palanca (ISSUU)

La **máquina de coser** fue inventada en 1839 por un mecánico de Boston llamado Elias Howe fabricó la primera máquina de coser, pero fue rechazado por alto costo que pedía por su fabricación, luego Isaac Merrit, fundador de Singer Sewing Machine Company mejoró la idea a un menor precio y fue patentada. Hubo otras patentes antes de él, pero a comparación del resto, su máquina era más práctica para el uso doméstico y más económico (LOPEZ, 2016, p.104), además, la máquina de coser mecánica, como se aprecia en la Figura 2 sólo puede realizar una función, que es la de coser en línea recta. (WATKINS, 2020, p.2).



Fuente: Portal web clasf

Figura 2. Máquina de coser mecánica

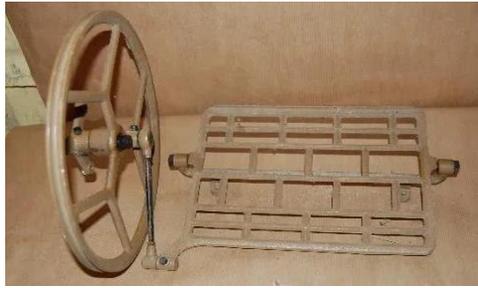
Como se observa a continuación en la Tabla 1, el consumo de energía de las máquinas de coser varía de acuerdo al modelo y revoluciones de cada una de ellas, siendo la máquina de coser mecánica la que no consume energía eléctrica.

Tabla 1. Consumo, revoluciones en tres tipos de máquinas de coser

Máquina de coser	Consumo (watts)	Velocidad de costura
M. industrial (Marca Quilong_#modelo:8500) 	250 w	5000 R.P.M (pasos x min)
M. industrial computarizada (Marca TYPICAL_ serie: GC0303D) 	750 w	2200 (RPM)
M. mecánica (Marca Carnation_JA1-1) 	0 w	1000 RPM

Fuente: spanish.alibaba.com

Entre los componentes básicos de un sistema excéntrica-biela- palanca, como se observa en la Figura 3, están los componentes mecánicos (pedal o palanca, biela, excéntrica o rueda y faja de transmisión) y los componentes eléctricos (alternador, batería, inversor de corriente).



Fuente: Revista todocolección

Figura 3. Rueda, biela y pedal

Un **sistema de transmisión por banda**, consta de dos poleas unidas por medio de una correa, tiene como finalidad transmitir fuerzas y velocidades angulares entre árboles paralelos que se encuentran a una cierta distancia. La fuerza es transmitida gracias al efecto de rozamiento que pone la correa sobre la polea. El movimiento que se le da a la rueda conducida tiene el mismo sentido que el movimiento de la rueda conductora, mientras que su módulo.

De acuerdo al punto de vista del sector eléctrico 2013 – 2027 la producción en una termoeléctrica convencional en función de combustibles fósiles genera una contaminación de 0.144 kg/kW.

Con respecto a la **gestión de residuos sólidos**:

Economía circular. - La creación de valor no se limita al consumo definitivo de recursos, considera todo el ciclo de vida de los bienes. Debe procurarse eficientemente la regeneración y recuperación de los recursos dentro del ciclo biológico o técnico, según sea el caso. b) Valorización de residuos. - Los residuos sólidos generados en las actividades productivas y de consumo constituyen un potencial recurso económico, por lo tanto, se priorizará su valorización, considerando su utilidad en actividades de: reciclaje de sustancias inorgánicas y metales, generación de energía, producción de compost, fertilizantes u otras transformaciones biológicas

Los **aparatos eléctricos – electrónicos (AEE)**, se definen como cualquier artículo de uso doméstico o comercial con circuito o componentes eléctricos con alimentación o batería. Los **Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos**

(RAEE) que es un residuo incluyendo todos los componentes electrónicos (CE), subconjuntos y consumibles, que forman parte del producto en el momento de su desecho.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación fue de tipo aplicada debido a que busca aplicar conocimientos que ya se encuentran definidos en la ciencia para poder desarrollar una nueva tecnología. Para ello se apoya de manera estratégica en la investigación científica, y de esta manera corroborar que la investigación realizada puede aplicarse en diversos escenarios, y posteriormente pueda difundirse como solución ante una problemática de acuerdo al entorno de estudio (RODRÍGUEZ, 2018).

Asimismo, es de enfoque cuantitativo debido a que se centra en mediciones numéricas y utiliza la recolección de datos para corroborar la hipótesis, además de análisis estadístico para probar teorías y patrones de comportamiento (CAMPOS, 2017, pg.15).

El diseño de la investigación fue experimental, debido a la manipulación de la variable independiente por parte del investigador, la cual pasará por un previo tratamiento. Asimismo, esta manipulación se realiza con la finalidad de determinar con certeza la relación causa- efecto que se efectúa en la variable independiente (TAM et al, 2008). Específicamente la investigación es pre experimental ya que se trabaja con un grupo experimental.

3.2. Variables y operacionalización

En la Tabla 2, se clasificaron las variables que se estudiaron en la investigación:

Tabla 2. Variables de investigación

Variable de Investigación	
Variable Independiente	Máquina de coser modificada
Variable dependiente	Energía renovable domestica

Fuente: Elaboración Propia

A. Variable Independiente: Máquina de coser modificada.

La primera máquina de coser Singer fue construida por Isaac M. Singer de acuerdo con su patente de 1851. Es una máquina de coser de la cual el transbordador es impulsado por un conductor movido por un pasador de manivela en el eje inferior debajo de la mesa. McLoughlin, J., & Mitchell Manchester, A. (2013).

B. Variable dependiente: Energía renovable domestica

En la última década, la proporción de electricidad procedente de fuentes renovables ha visto un crecimiento notable. Entre 2006 y 2016, las energías renovables crecieron en un promedio del 5,3% anual en la Unión Europea, alcanzando un total del 66,6% sobre 10 años. En 2016, casi el 90% de la nueva capacidad de generación de energía provenían de los recursos de energía renovable, principalmente eólicos y solares. Marrasso, E. et. al. (2019).

3.3. Población, muestra y muestreo

La población es un conjunto de individuos que ocupa una determinada área, que constituirán los temas para la selección de la muestra, y debe cumplir

varias características y criterios distintos, los cuales pueden estar sometidos a una evaluación estadística mediante muestreo. La población de estudio estuvo conformada por la máquina de coser mecánica. Gómez, J. et al. (2016)

Por el tipo de investigación, la población y la muestra estuvieron constituidas por una máquina de coser mecánica. Según Pacheco (2020), la muestra estadística se encuentra definida como el procedimiento que tiene relación con la observación de manera independiente y selección de datos de una determinada población. De igual manera brinda el soporte adecuado para elaborar inferencias estadísticas para la representación total de los datos que se plantea en el estudio (párr. 1). El tipo de muestreo fue no probabilístico y se dio por conveniencia, debido a que se eligieron 03 tipos de dispositivos electrónicos, los cuales presentaron las características físicas adecuadas para que pueda desarrollarse el experimento. Para Otzen y Manterola (2017) el término **muestreo** hizo referencia a las relaciones que se identifican entre la distribución de una variable en la muestra de estudio con la distribución de la misma variable en la población determinada (p.227).

La unidad de análisis estuvo comprendida como los fragmentos de contenido que han sido reunidos y analizados en un estudio para generar información (Reguera, 2008). La unidad de análisis estuvo conformada por dispositivos electrónicos pertenecientes a una vivienda unifamiliar.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las **técnicas de recolección de datos** se basan en la observación y medición directa, las cuales permiten la reunión de datos tras la aplicación de un estímulo, con la ayuda de instrumentos y de uno o más observadores. Según Tinitana, dicha técnica se puede definir como "las técnicas más usadas en la titulación de universidades eran las encuestas y las entrevistas, seguidas por el proceso de observación y por el alcance de las

investigaciones el método de análisis se desarrollaba mediante resúmenes, expresadas en cuadros estadísticos de frecuencia y gráficos” (2019).

En esta investigación se usó la técnica de observación directa, ya que se hizo una recolección de información en base a la experiencia que fue adquirida mediante el trabajo de campo y laboratorio.

Con respecto a los **instrumentos de recolección de datos**, estos deben reunir tres requisitos esenciales: Confiabilidad, validez y objetividad (Tamayo, p. 26).

Para comprobar la **validez** de los instrumentos, que permite obtener el grado de medición que representa a la variable fue mediante un juicio de expertos y el juicio crítico del investigador, para obtener resultados con los instrumentos de medición. La validez se refiere a lo que un instrumento mide y su efectividad. Según Haradhan Kumar MOHAJAN (2017) La fiabilidad se refiere a la fe que se puede tener en los datos obtenidos del uso de un instrumento, es decir, el grado en que cualquier instrumento de medición controla el error aleatorio. El resultado de la validación de muestra en la tabla 3.

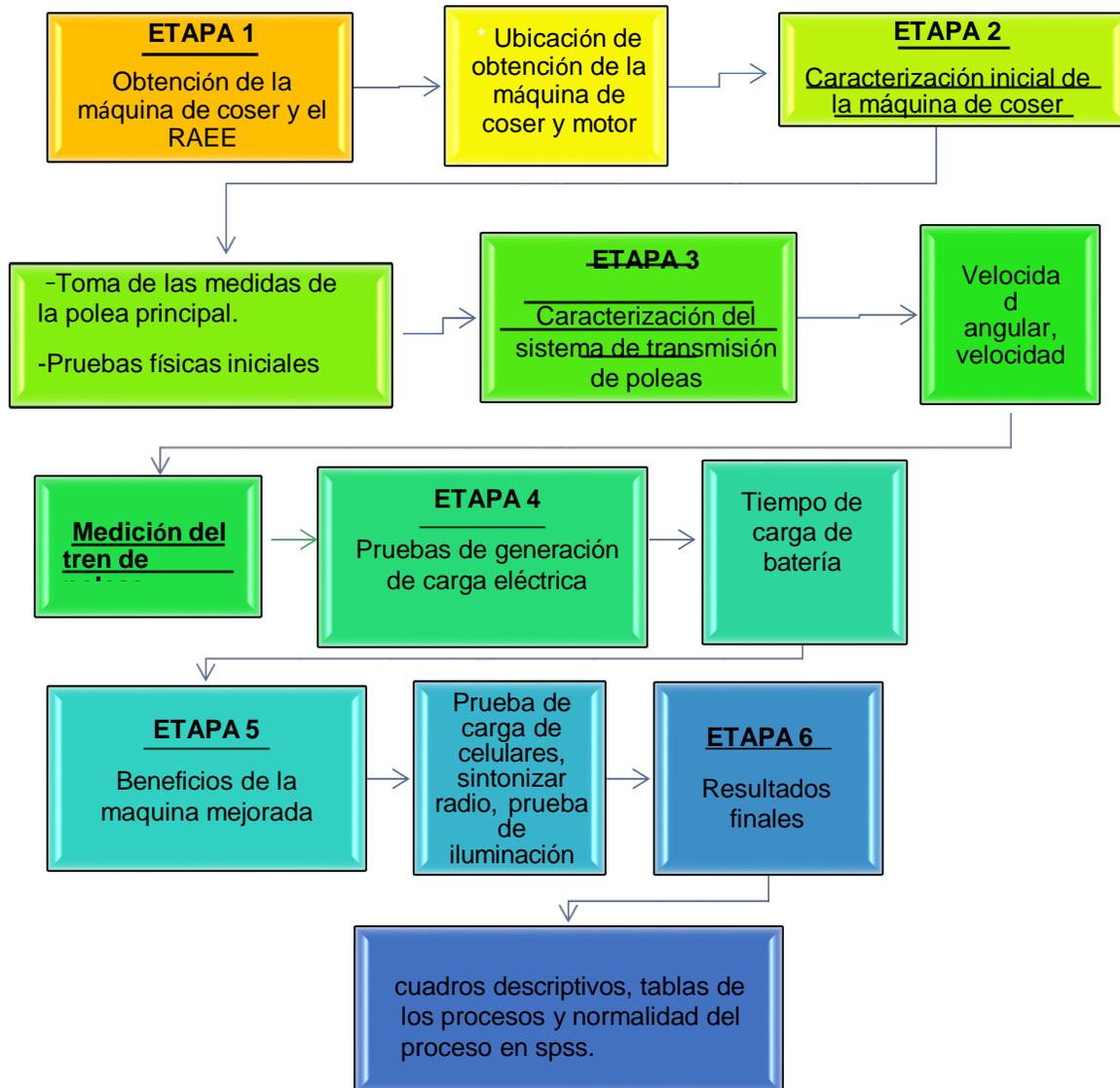
Tabla 3. Jueces expertos

Nº	Experto	Promedio de valoración
01	Dr. Ing. Elmer Benites Alfaro CIP N°: 71998	90%
02	Dr. Ing. Carlos Cabrera Carranza CIP N°: 46572	90%
03	Dr. Ing. Julio Ordoñez Gálvez CIP N°: 89972	90%

Fuente: Elaboración propia

3.5. Procedimientos

El procedimiento del desarrollo de investigación del reaprovechamiento de las máquinas de coser mecánicas y utilización de RAEE, como se muestra en la figura 4, se realizó de la siguiente manera:



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Mapa de procesos

Etapa 1

Obtención de la máquina de coser y del generador RAEE

La compra (obtención) de la máquina de coser fue una pieza fundamental para el inicio de la estructura del sistema, es por ello (justificar) que fue la primera cosa que compramos.

Máquina de coser 1: Calle Vesta 315, Rímac (Referencia: Frente al hospital de la policía Augusto B. Leguía, Alt. de la cuadra 5 de Pizarro)

- Costo: S/ 90.00
- Observaciones: No presenta máquina de coser, le falta un cajón y le faltan tornillos al sistema (mesa inestable) como se observa en la figura 5.
- Marca: Sistema (SINGER) y máquina (no tiene)
- Fecha y hora: 18/09/2020 a las 13:00 horas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Adquisición de máquina de coser 1

La máquina de coser mecánica (SINGER) se compró mediante un enlace de Facebook, puesto que era una fuente confiable viéndolo desde el modo de pago (contra entrega) el lugar de compra se observa en la figura 6.



Fuente: Google maps

Figura 6. Mapa de ubicación, máquina de coser 1

- **Máquina de coser 2:** Av. Los próceres con Av. Central (Referencia: Espalda del mercado Villasol).
 - Costo: S/ 80.00
 - Observaciones: El sistema estuvo oxidado, presenta máquina de coser algo desgastado, como se observa en la figura 7.
 - Marca: Sistema (No especifica) y máquina de coser (SINGER)
 - Fecha y hora: 19/09/2020 a las 10:00 horas.

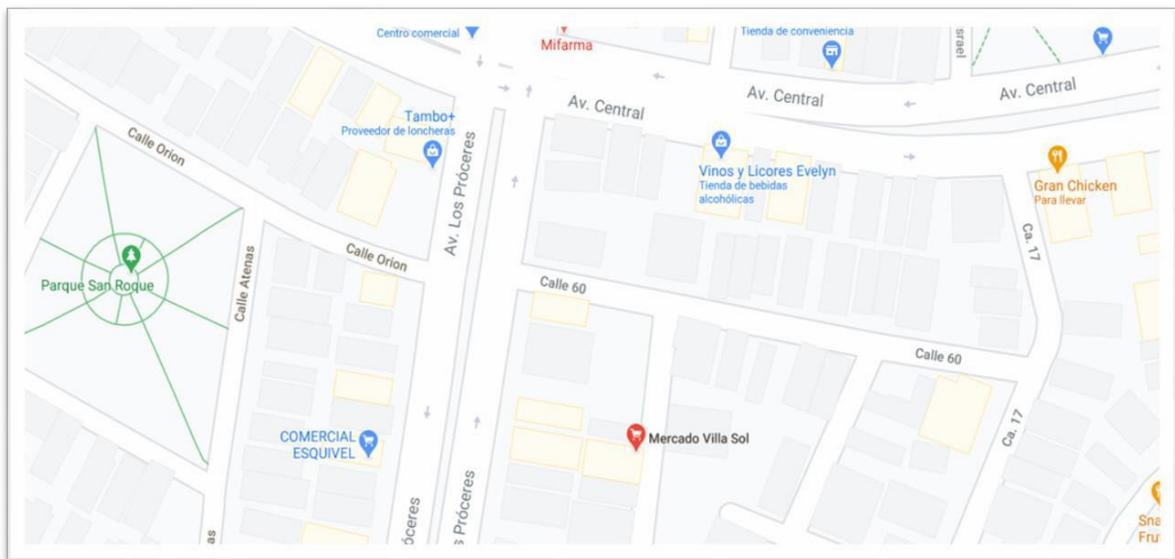


Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Adquisición de máquina de coser 2

COMPRA:

La máquina de coser mecánica y el sistema (SINGER) se compraron en un recorrido por el mercado Villasol, en el distrito de los Olivos, como se observa en la figura 8. Método de pago (efectivo).



Fuente: google maps

Figura 8. Mapa de ubicación máquina de coser 2

NOTA: La compra de los materiales del sistema generador de energía eléctrica renovable se dieron en lugares diferentes, las dos máquinas de coser

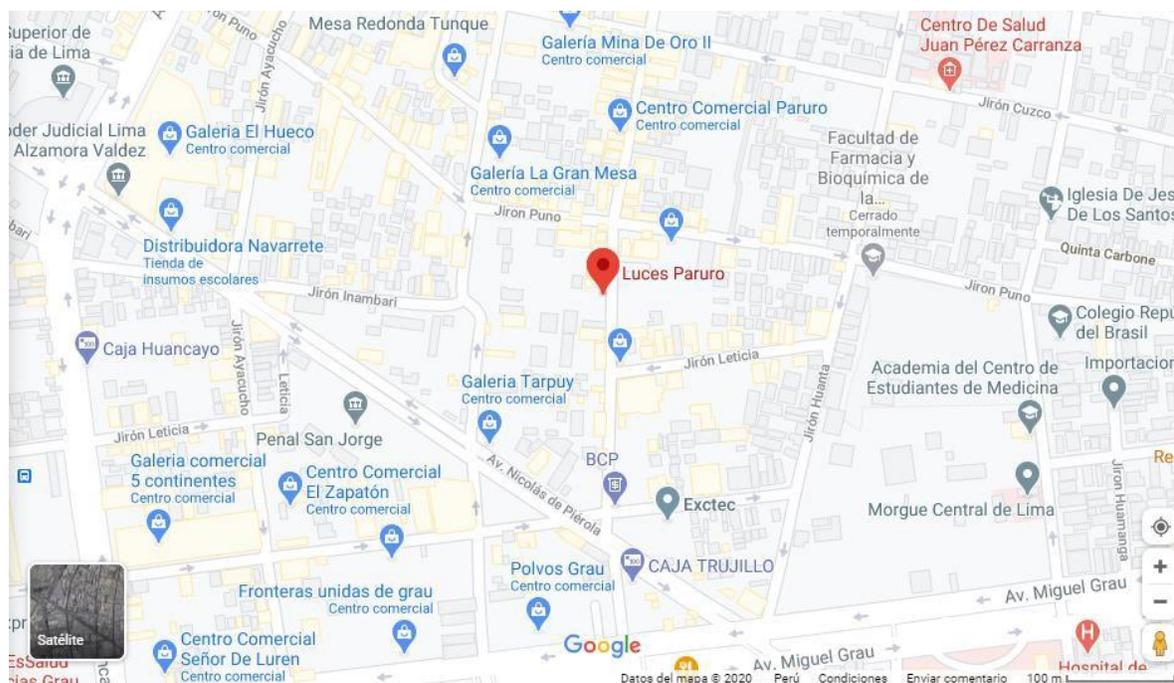
se obtuvieron en pésimas condiciones con la intención de darles mantenimiento, desarmarlas y construir el sistema modificando para encontrar la eficiencia de este mismo.

- **Motor de drenaje de lavadora en desuso:** Jirón Leticia, Paruro (Referencia: Donde se venden motores en desuso de lavadoras)

- Costo: S/ 35.00
- Marca: Lavadora moderna LG
- Fecha y hora: 02/10/2020 a las 13:00 horas.

COMPRA:

El motor de bomba de la lavadora se compró en un recorrido por el Jirón Paruro, distrito del cercado de Lima, como se observa en la figura 9. Método de pago (efectivo).



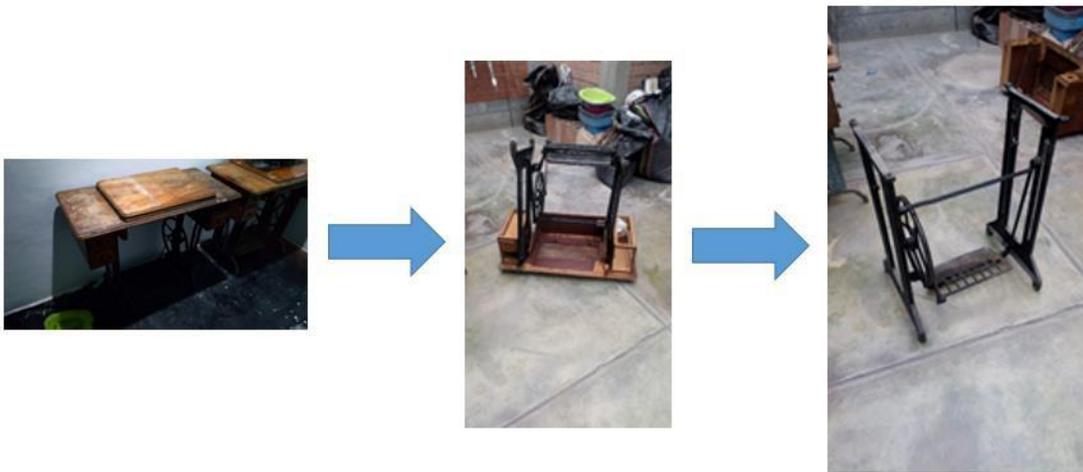
Fuente: Google maps

Figura 9. Mapa de ubicación Motor de bomba de lavadora.

Etapa 2

Caracterización inicial de la máquina de coser y de la bomba de drenaje

Esta etapa fue realizada inicialmente con el desarmado de la máquina, como se observa en la figura 10, con la finalidad de poder realizar su mantenimiento en todo su sistema de funcionamiento además de poder realizar el reconocimiento de cómo se tuvo que realizar su mejora, además tomar los datos de su estructura física y funcionamiento inicial.



Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Desarmado de las partes de la máquina de coser

Mediciones posteriores: Debido a que era importante saber cuál era el tamaño de la rueda de la máquina de coser, se procedió a medir con la ayuda de un flexómetro cada una de ellas.

Se midieron los componentes mecánicos (pedal, biela, rueda), ya que estos intervendrán en el proceso de la generación de energía; dichos datos se encuentran en los resultados del informe.

Pruebas físicas iniciales

Las pruebas fueron realizadas utilizando procedimientos físicos de medición y utilizando un tacómetro certificado para la fiabilidad del proceso. Se midieron el diámetro de la polea, la masa de la polea como también la longitud de la faja con respecto al cabezal inicial de la máquina, seguidamente se realizó la medición de la velocidad angular de la rueda, para finalmente evaluar la potencia mecánica de la maquina datos que se encuentran en las tablas 9 y 11 de resultados.

Ecuaciones:

$$\dot{\omega} = \frac{\Theta}{t}$$

$\dot{\omega}$: Velocidad angular (rad/segundos)

Θ : RPM (número de vueltas)

t: Tiempo (segundos o minutos)

$$P = \frac{T}{t}$$

P: Potencia en (Joules/segundo = W)

T: Trabajo realizado (Joules)

t: Tiempo que se realiza el trabajo (segundos)

Etapa 3

Caracterización del sistema de transmisión de poleas

Se hicieron mediciones iniciales antes de la implementación del sistema de transmisión por correas, como se observa en la figura 11.

Medición del tren de poleas como se ve en la figura 12, fue realizada de manera inicial cuando ya se colocaron las poleas de aumento

de velocidad donde se utilizó la ecuación 1:

$$\omega_{P1} * \text{Diámetro de P1} = \omega_{P2} * \text{Diámetro de P2} \dots \boxed{1}$$

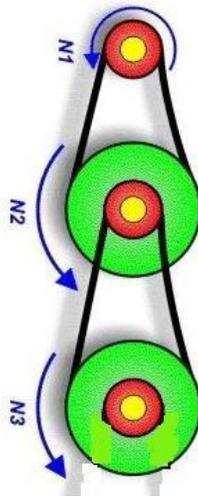
ω = velocidad angular

Además, se tomaron en cuenta los diámetros de cada polea y su peso como sus revoluciones para así conocer la velocidad que serviría para la generación de energía eléctrica en todo el sistema.



Fuente: Elaboración propia

Figura 11: Velocidad de la máquina antes de ser modificada



Fuente: CEJAROSU

Figura 12. Tren de poleas

Luego se procederá a calcular la potencia mecánica:

Para calcular la inercia con la Ecuación 2 se pesó la rueda y se midió el radio, se tuvo en cuenta que la rueda es un cilindro hueco de pared delgada.

$$I = mr^2$$

2

I= Inercia de un cuerpo cilíndrico hueco de pared plana

m= masa de la rueda

Etapa 4

Pruebas de generación de carga eléctrica

Tiempo de carga de batería: Esta prueba se realizó en dos días para alcanzar la recarga de la batería hasta una carga de 11.45 voltios DC para trabajar con un vatiaje de 12 watts. Los resultados se encuentran en las tablas 19 y 20 de resultados. Las características de la batería se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Características de la batería

EQUIPO	MARCA	SERIE	VOLTAJE	CAPACIDAD
Batería	ALDRICH	YTX9L - BS	12 V	9 AH

Fuente: Elaboración propia

Etapa 5

Beneficios de la máquina mejorada

Los beneficios que propuso la presente investigación consiguieron los objetivos trazados ya que se pudo poner en funcionamiento un cargador de celulares empleando ya transformados de voltajes para pequeños equipos y

esto no sean dañados, además se puso un radio portátil que fue sintonizado colocando un convertidor de corriente continua a corriente alterna, como también se pudo colocar un foco leds de 12 W, de acuerdo a las pruebas que se realizaron esta carga tiene una duración de 6 a 7 horas las que teniendo un uso sostenible va solucionar los problemas básicos en viviendas rurales como en viviendas que se encuentra en los cerros de lima donde existe extrema pobreza. Los equipos utilizados en el sistema para conectar los aparatos beneficiados, se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Equipos utilizados en el sistema

Equipo	Características	Voltaje (v)
Bomba de drenaje de lavadora	35 W	220
Convertidor	CD/CD	12 – 3
Convertor automático	CD/AC	12 - 220

Fuente: Elaboración propia

Etapa 6

Resultados finales

El resultado de toda la investigación realizada se encuentra en el capítulo de resultados teniendo como fundamento los principios físicos que se utilizaron para la obtención de los resultados además de ha realizado una estadística descriptiva como su normalidad.

3.6. Método de análisis de datos

Se aplicó un primer nivel de análisis descriptivo, en el cual se determinaron las causas de los fenómenos y su funcionamiento. Así también se utilizó un método de análisis inferencial, para generalizar las

características encontradas, por medio del programa estadístico SPSS, en los que se realizaron pruebas de normalidad y correlación, así como cuadros estadísticos del programa Excel, para lograr observar el comportamiento de los datos.

3.7. Aspectos éticos

Esta investigación será elaborada con los lineamientos brindados por el Vicerrectorado de investigación en base a la Guía de productos de investigación, se empleó la ISO 690 para citar las referencias bibliográficas, se ha tenido en cuenta la Resolución Rectoral N 0089-2019/UCV y las líneas de investigación N 0126-2017/UCV, N 0200-2018/UCV. Se presentó un 13% de similitud en el turnitin (Software) en relación al cuidado intelectual del autor, además de tener en cuenta las consideraciones que brindó la Universidad, junto con las observaciones del docente, la ética relacionada y el comportamiento.

IV. RESULTADOS

Caracterización Inicial de la máquina de coser

Las mediciones a las características iniciales de la máquina de coser mecánica, se observan en la tabla 6. Estos resultados se emplearon posteriormente para el cálculo de la inercia que se encuentra en la tabla 10 de resultados.

Tabla 6: Características iniciales de la máquina de coser

Código	Diámetro de polea (cm)	Peso de la masa de la Polea (gr)	Longitud de faja de la maquina (cm)	Altura del eje de la polea 1 al suelo (m)
CI- MC	31.5	2158	131	0.36

Fuente: Elaboración propia

CI- MC: caracterización inicial de la máquina de coser

Se realizó una comparación de revoluciones generadas por un operador masculino y un operador femenino, como se observa en la tabla 7.

Tabla 7: Revoluciones por minuto en la Polea 1

Código	Tiempo de pedaleo (min)	Velocidad de la polea 1 RPM (Operario Masculino)	Velocidad de la polea 1 RPM (Operario Femenino)
CI-MC	10	141	205
CI-MC	20	181	232
CI-MC	30	194	215
CI-MC	40	188	213
CI-MC	50	264	214
CI-MC	60	294	211
CI-MC	70	257	213
CI-MC	80	221	209
CI-MC	90	264	220
CI-MC	100	245	217

Fuente: Elaboración propia

Para verificar la relación entre las revoluciones generadas y el género del operario en la máquina de coser mecánica sin modificar, se realizó una prueba de normalidad que se muestra a continuación en la tabla 8.

Tabla 8. Pruebas de normalidad

	Género del operador	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Revoluciones por minuto polea 1	femenino	,195	10	,200*	,893	10	,184
	masculino	,163	10	,200*	,954	10	,717

Fuente: Elaboración propia

Género: Es una muestra normal

Significancia >0.05: se acepta la hipótesis nula (muestra normal)

Significancia menor a 0.05: se rechaza la hipótesis nula (muestra anormal)

En este caso se acepta la hipótesis nula con respecto las características del operario y se emplea la correlación de Rho de Spearman, como se observa en la tabla 9.

Tabla 9. Correlación Género del Operador- Revoluciones por minuto

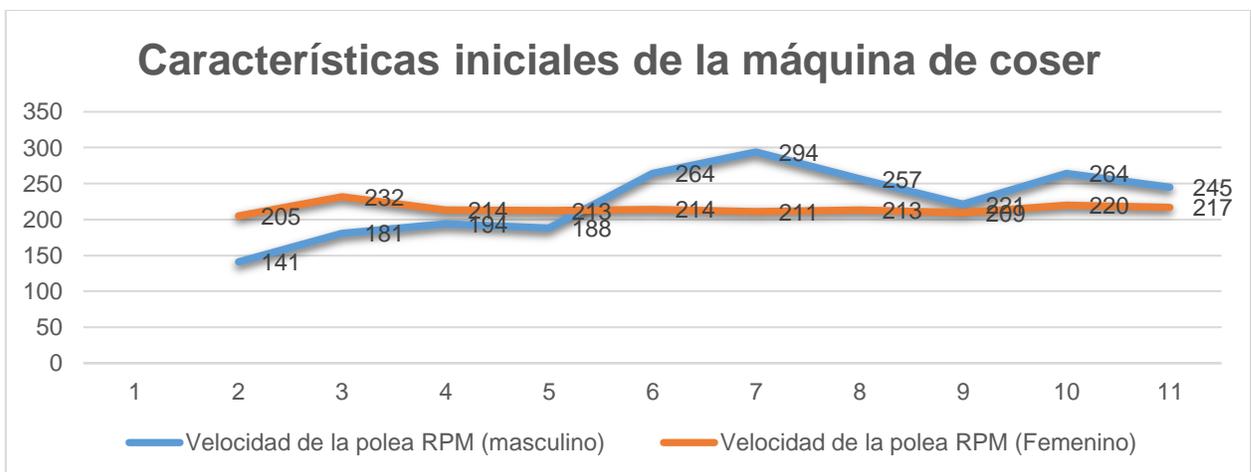
		Género del operador		Revolución es por minuto polea 1
Rho de Spearman	Género del operador	Coeficiente de correlación	1,000	,156
		Sig. (bilateral)	.	,511
	N		20	20
	Coeficiente de correlación		,156	1,000

Revoluciones por minuto polea 1	Sig. (bilateral) N	,511 20	.
---------------------------------	-----------------------	------------	---

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 1 se observó que ambos operadores mantuvieron similares resultados con respecto a las revoluciones por minuto con algunas variaciones al pasar el tiempo en donde se observa que el operador de género masculino, incrementa en número de revoluciones.

Gráfico 1: Características iniciales y características del operador



Fuente: elaboración propia

Tabla: Correlación lineal entre dos variable:

Valores de r	Tipo y grado de correlación
-1	Negativa perfecta
$-1 < r \leq -0.8$	Negativa fuerte
$-0.8 < r < -0.5$	Negativa moderada
$-0.5 \leq r < 0$	Negativa débil
0	No existe
$0 < r \leq 0.5$	Positiva débil
$0.5 < r < 0.8$	Positiva moderada
$0.8 \leq r < 1$	Positiva fuerte
1	Positiva perfecta

Figura 13. Interpretación de correlación de Pearson y Spearman

Las correlaciones del género con respecto a las revoluciones por minuto según los resultados anteriores fueron positivas débiles.

En la tabla 10 se realizó el cálculo de la inercia o la resistencia que ejerce el cuerpo para realizar un trabajo, en este caso rotacional.

Tabla 10. Inercia inicial en la máquina de coser

Código	Masa kg	Radio de polea m	Inercia de polea Kgxm ²
CI – MC	2.158	0.1575	0.0535

Fuente: Elaboración propia

Las revoluciones generadas por cada operador se pasaron a rad/s (velocidad angular), como se observa en la tabla 11, para el posterior cálculo de la energía cinética rotacional. Además, se diferenciaron los valores máximos, mínimos y promedios de la velocidad angular por cada operario.

Tabla 11. Velocidad angular de la polea 1

Código	Tiempo de pedaleo (min)	Velocidad angular rad/s (Operario Masculino)	Velocidad angular rad/s (Operario Femenino)
CI-MC	10	14.77	21.47
CI-MC	20	18.95	24.25
CI-MC	30	20.32	22.36
CI-MC	40	19.69	22.25
CI-MC	50	27.65	22.43
CI-MC	60	30.79	22.06
CI-MC	70	26.91	22.31
CI-MC	80	23.14	21.93
CI-MC	90	27.65	23.04
CI-MC	100	25.66	22.75
Velocidad angular mínima		14.77	21.47
Velocidad angular máxima		30.79	24.25
Velocidad angular promedio		23.55	22.49

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 12 se observa la potencia mecánica inicial obtenida de la máquina de coser sin modificar, en la que se tiene en cuenta la energía cinética rotacional, la energía potencial y la energía mecánica en un tiempo determinado de 600 segundos.

Tabla 12. Potencia mecánica inicial de máquina de coser

POLEA 1	Energía cinética rotacional (ECr) joule	Energía potencial (EP) joule	Energía mecánica (ECr+EP) joule	Tiempo seg	Potencia mecánica watt
Mínima (operador masculino)	5.84	7.613	13.453	600	0.0224
Máxima (operador masculino)	25.36	7.613	32.973	600	0.0549
Promedio (operador masculino)	14.84	7.613	22.453	600	0.0374

Mínima (operador femenino)	12.33	7.613	19.943	600	0.0332
Máxima (operador femenino)	15.73	7.613	23.343	600	0.0389
Promedio (operador femenino)	13.53	7.613	21.143	600	0.0352

Fuente: Elaboración propia

Modificación del sistema de la máquina de coser

Las características de la modificación de la máquina de coser mecánica, estuvieron dadas por el peso de la polea del generador, el diámetro de la polea y la altura del eje al suelo, como se observa en la tabla 13.

Tabla 13. Máquina de coser modificada

Código	Diámetro de polea 3 cm	Peso de la masa de la Polea 3 gr	Altura del eje de la polea 3 al suelo (m)
MCM	2.54	65	0.897

Fuente: Elaboración propia

MCM: Máquina de coser modificada

Se midieron las revoluciones como se observan en la tabla 14 de resultados para su posterior conversión a velocidad angular, como figura en la tabla 16. Esta conversión fue necesaria para hallar la potencia mecánica de la máquina modificada.

Tabla 14. Revoluciones por minuto en la polea 3

Código	Tiempo de pedaleo (min)	Velocidad de la polea 3 RPM (Operario Masculino)	Velocidad de la polea 3 RPM (Operario Femenino)
MCM	10	1985	1982
MCM	20	2116	2065
MCM	30	2138	2150
MCM	40	2126	2092
MCM	50	2356	2108

MCM	60	2400	2100
MCM	70	2451	1995
MCM	80	2241	2005
MCM	90	2274	1958
MCM	100	2245	2110

Fuente: Elaboración propia

El cálculo de la inercia que se muestra en la tabla 15 a continuación, se empleó para el cálculo de la energía cinética rotacional.

Tabla 15. Inercia de la polea 3 de la máquina de coser modificada

Código	Masa kg	Radio de polea m	Inercia de polea Kgxm ²
MCM	0.065	0.0127	1.048 x 10 ⁻⁵

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Velocidad angular de polea 3 de la máquina de coser modificada

Código	Tiempo de pedaleo (min)	Velocidad angular de la polea3 rad/s (Operario Masculino)	Velocidad angular de la polea3 rad/s (Operario Femenino)
MCM	10	207.87	207.55
MCM	20	221.59	216.25
MCM	30	223.89	225.15
MCM	40	222.63	219.07
MCM	50	246.72	220.75
MCM	60	251.33	219.91
MCM	70	256.67	208.92
MCM	80	234.68	209.96
MCM	90	238.13	205.04
MCM	100	235.10	220.96
Velocidad angular mínima		207.87	205.04
Velocidad angular máxima		256.67	225.15
Velocidad angular promedio		233.86	215.36

Fuente: Elaboración propia

La potencia mecánica de la máquina modificada es menor, como se observa en la tabla 17, ya que el trabajo que ejerce la máquina de coser modificada fue inferior al trabajo que empleó la máquina de coser inicialmente.

Tabla 17. Potencia mecánica de la máquina modificada

POLEA	Energía cinética rotacional (ECr) joule	Energía potencial (EP) joule	Energía mecánica (ECr+EP) joule	Tiempo seg	Potencia mecánica watt
Mínima (operador masculino)	0.23	0.571	0.801	600	1.34×10^{-3}
Máxima (operador masculino)	0.35	0.571	0.921	600	1.54×10^{-3}
Promedio (operador masculino)	0.29	0.571	0.861	600	1.44×10^{-3}
Mínima (operador femenino)	0.22	0.571	0.791	600	1.32×10^{-3}
Máxima (operador femenino)	0.27	0.571	0.841	600	1.40×10^{-3}
Promedio (operador femenino)	0.24	0.571	0.811	600	1.35×10^{-3}

Fuente: Elaboración propia

Características del operador

Como se vio en la tabla 9, las características del operario influyeron levemente en el número de revoluciones que se dio en el sistema. Las características del operador se presentan en la tabla 18 a continuación:

Tabla 18. Datos del operador

Código	Género	Edad (años)	Peso (kg)	Actividad física
CO-MC	Femenino	29	60	Óptima
CO-MC	Masculino	27	73	sedentario

Fuente: Elaboración propia

CO-MC: Características del operador de la máquina de coser.

Características de la energía obtenida del generador

Para hallar la eficiencia de la máquina de coser modificada para generar energía eléctrica, se realizaron las mediciones del voltaje obtenido por el sistema, como se ve en las tablas 19 y 20. Las mediciones se hicieron por cada operador, para diferenciarlo del género.

Tabla 19. Voltaje de la energía obtenida en tres horas de pedaleo (operario femenino)

Código	Tiempo de pedaleo (min)	Carga Voltios DC
CEO	0	7.15
CEO	10	7.18
CEO	20	7.26
CEO	30	7.32
CEO	40	7.42
CEO	50	7.51
CEO	60	7.59
CEO	70	7.68
CEO	80	7.82
CEO	90	8.00
CEO	100	8.12
CEO	110	8.29
CEO	120	8.44
CEO	130	8.60
CEO	140	8.73
CEO	150	8.85
CEO	160	8.97
CEO	170	9.13
CEO	180	9.26

Fuente: Elaboración propia

CEO: Características de la energía obtenida

Tabla 20. Voltaje de la energía obtenida en tres horas de pedaleo (operario masculino)

Código	Tiempo de pedaleo (min)	Carga Voltios DC
CEO	0	9.26
CEO	10	9.33
CEO	20	9.44
CEO	30	9.54
CEO	40	9.66
CEO	50	9.78
CEO	60	9.92
CEO	70	10.05
CEO	80	10.14
CEO	90	10.28
CEO	100	10.4
CEO	110	10.51
CEO	120	10.56
CEO	130	10.68
CEO	140	10.84
CEO	150	10.98
CEO	160	11.12
CEO	170	11.23
CEO	180	11.38

Fuente: Elaboración propia

Así mismo se realizó la medición de la intensidad de corriente en el sistema, como se observa en la tabla 21.

Tabla 21. Intensidad de corriente

	INTENSIDAD DE CORRIENTE (A) operario femenino	INTENSIDAD DE CORRIENTE (A) operario masculino
I (10)	1.63	1.52
I (20)	1.63	1.51
I (30)	1.62	1.5
I (40)	1.62	1.5
I (50)	1.62	1.49
I (60)	1.61	1.48
I (70)	1.60	1.48

I (80)	1.6	1.47
I (90)	1.59	1.47
I (100)	1.59	1.46
I (110)	1.58	1.46
I (120)	1.57	1.45
I (130)	1.56	1.45
I (140)	1.55	1.44
I (150)	1.54	1.43
I (160)	1.54	1.43
I (170)	1.53	1.42
I (180)	1.52	1.42

Fuente: Elaboración propia

Con los datos de las tablas anteriores se procedió a calcular la potencia eléctrica del sistema, como se ve en la tabla 22. En esta tabla se observó que la potencia eléctrica generada por el operario de género masculino es superior al operario de género femenino.

Tabla 22. Potencia eléctrica

tiempo de pedaleo	potencia eléctrica (operador femenino)	potencia eléctrica (operador masculino)
10	11.70	14.18
20	11.83	14.25
30	11.86	14.31
40	12.02	14.49
50	12.17	14.57
60	12.22	14.68
70	12.29	14.87
80	12.51	14.91
90	12.72	15.11
100	12.91	15.18
110	13.10	15.34
120	13.25	15.31
130	13.42	15.49
140	13.53	15.61
150	13.63	15.70
160	13.81	15.90

170	13.97	15.95
180	14.08	16.16
potencia eléctrica mínima	11.77	14.18
potencia eléctrica máxima	14.08	16.16
potencia eléctrica promedio	12.83	15.11

Fuente: Elaboración propia

Uso de la energía recolectada

El empleo de la energía obtenida debe ser de manera sostenible, en la tabla 23 se emplearon aparatos electrónicos de baja potencia, que ayudaron a que la energía recolectada tiempo de funcionamiento más prolongado.

Tabla 23. Tiempo de funcionamiento de aparatos electrónicos

La energía generada se recolectó en una batería de 12v	Beneficios de la energía generada	
	Especificaciones	Tiempo de uso
	Radio pequeña	+ transformador de 12V a 220V
Batería de celular (carga completa)	+ regulador de voltaje 4.5V	2 horas
Foco led	3 watts 12v conexión directa a batería	6 horas 50 minutos

Fuente: Elaboración propia

La eficiencia de la máquina de coser mecánica modificada para generar energía eléctrica domestica:

Método: Principio de continuidad de transmisión de fajas

El número de vueltas que generó la maquina modificada, sirvió para producir la energía eléctrica que se acumulará en una batería, con la finalidad de utilizarla en aparatos electrónicos de baja potencia, quiere decir que la energía producida está relacionada directamente a la parte mecánica y su modificación.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Energía útil}}{\text{Energía teórica}} \times 100\% \quad \dots \quad \boxed{3}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Número de vueltas final} - \text{número de vueltas inicial}}{\text{Numero de vueltas final}} \times 100\%$$

De la tabla 7 como número de vueltas final o máximo, se tuvo la cantidad de 294 rpm del operador masculino y el número de vueltas inicial o mínimo fue de 141 rpm, también del operador masculino.

Encontrando la eficiencia mecánica de la máquina modificada se obtuvo lo siguiente:

$$\text{Eficiencia} = \frac{294 - 141}{294} \times 100 = 52.04\%$$

Por lo tanto, la eficiencia de la máquina de coser modificada fue del 52.04%

V. DISCUSIÓN

En vista que se aceptó la hipótesis general, que estableció que las características mecánicas de la máquina modificada influyen en la generación de energía renovable domestica; ya que fue eficiente respecto a la cantidad de horas que se pudo usar el foco led, hacer funcionar un radio por más de dos horas y completar una carga de batería de celular. Además de ser un generador de energía y acumulador de la misma tiende a hacer funcionar distintos dispositivos de bajo voltaje y/o cargarlos en su totalidad.

En relación a las características iniciales de la máquina de coser y las características del operador influyen en las revoluciones por minuto de la polea 1, se observó que los dos operadores registraron similares resultados en revoluciones por minuto presentando una variación al transcurrir el tiempo debido a que hay un ligero aumento de revoluciones por parte del operador masculino.

Estos datos guardan relación con lo que sostiene TAPIA (2018) quien afirma que es necesario considerar las revoluciones necesarias para generar energía eléctrica. Esto concuerda con lo hallado en la presente investigación.

En relación a modificación de la máquina de coser influye en el aumento de velocidad angular del sistema; se demostró un incremento de las velocidades angulares después de la modificación del sistema de la máquina de coser.

Los resultados presentados y obtenidos guardan relación con lo que expresa Tapia (2018) quien afirma, que es necesario aumentar las revoluciones del generador con más poleas para aumentar la relación de transmisión. Esto concuerda con lo hallado en la presente investigación.

La máquina de coser influyó en el aumento de velocidad angular del sistema; ya que se demostró un incremento de las velocidades angulares después de la modificación del sistema de la máquina de coser. Además, la potencia mecánica en la polea 3 después de la modificación de la máquina de coser fue mucho mayor en comparación con la polea 1, ya que el tiempo

necesario para realizar el trabajo fue mucho menor que la polea 1 y presenta menor inercia.

Los resultados presentados y obtenidos guardan relación con lo que expresa ZURITA (2017) quien afirma que el rendimiento de generación de energía eléctrica tiende a ser afectado considerablemente por la fricción de los sistemas de transmisión mecánica. Esto concuerda con lo hallado en la presente investigación.

Con respecto a las mediciones eléctricas, los resultados presentados y obtenidos guardan relación con lo que expresa TAPIA (2018) quien o quienes afirman que el sistema generador de energía siempre debe estar conectada a una batería o algún elemento que le puede proporcionar una corriente de excitación para su funcionamiento

Es necesario aumentar las revoluciones del generador con más poleas para aumentar la relación de transmisión. Esto concordó con lo hallado en la presente investigación.

Con respecto al uso de la energía recolectada, se demostró un aumento en la energía de manera constante y gradual en donde la batería se utilizó como demostración de la carga, iniciando con 7.15 de voltaje y finalizando con 11.38 voltios.

Los resultados presentados y obtenidos guardan relación con lo que expresa PALOMINO (2016) quien afirma que es necesario aumentar las revoluciones del generador con más poleas para aumentar la relación de transmisión. Esto concuerda con lo hallado en la presente investigación.

Los resultados presentados y obtenidos guardan relación con lo que expresa ZURITA (2017) quien afirma que la generación de energía de baja potencia, sería de mucha utilidad en sectores rurales donde no hay iluminación pública o cuenta con un servicio deficiente. Esto concuerda con lo hallado en la presente investigación

VI. CONCLUSIONES

Después de ser evaluado el funcionamiento del sistema junto con la validación de resultados y la discusión de los mismos, llegamos a las siguientes conclusiones:

La energía renovable producida por un motor de bomba de agua de una lavadora, obtenida producto del funcionamiento mecánico del sistema modificado de la máquina de coser (reciclada) fue eficiente respecto al tiempo en horas y minutos, que se pudo usar para: encender un foco led, cargar de celulares y hacer funcionar un radio. Con ello se comprobó que el sistema además de ser un generador de energía y acumulador de la misma tiende a hacer funcionar al mismo tiempo distintos dispositivos de bajo voltaje y/o cargarlos en su totalidad.

En la primera parte del procedimiento se hizo el desarmado y el desmontaje del sistema de la máquina de coser mecánica con el objetivo de conocer todas sus piezas y el funcionamiento de las mismas, es por ello que se pudo evidenciar y evaluar las diferentes características iniciales que influyen de manera directa con la generación de la energía, ya que de aquellas características dependía el trabajo que realizó el sistema.

Mediante las mediciones obtenidas en la primera polea (rueda de la máquina de coser) y las características iniciales del sistema de la máquina de coser mecánica, se evaluó la relación que existe entre ambas utilizando la fórmula de transmisión por banda y se calculó que las revoluciones que se iban a obtener eran pocas para la generación de energía eléctrica; es por ello que se evaluó la implementación de una polea extra para obtener una mayor cantidad en revoluciones y reducir la inercia, logrando así la generación de energía renovable requerida en la investigación.

En la etapa de medición de las revoluciones obtenidas en la máquina de coser de mecánica y después de hacer las modificaciones de la misma

podimos evidenciar que había una diferencia con respecto a las revoluciones obtenidas por ambos operarios (masculino y femenino), en cuestión de resistencia y del tiempo de duración en el pedaleo, así como también en la frecuencia del pedaleo. Es por ello que se pudo concluir que algunas de las características influyen en el sistema tanto en las revoluciones como en la energía renovable obtenida, éstas son: edad (27 y 29); peso (60 y 73); actividad física (sedentario y óptimo).

VIII. RECOMENDACIONES

Establecidas las conclusiones antes citadas y con el fin de mejorar la eficiencia del sistema se recomienda:

Utilizar una polea adicional para aumentar el número de revoluciones obtenidas en el presente estudio, además considerar como una alternativa de mejora en la transmisión de revoluciones por banda el uso de fajas planas y acorde al grosor de las poleas a utilizar

Recomendamos también usar una polea con menor peso, que tenga huecos en el interior de la misma para que genere una mayor velocidad de giro tanto en revoluciones por minuto y en velocidades angular en la segunda y tercera polea del sistema.

Con el fin de solventar necesidades de mejorar la eficiencia del sistema mecánico y a su vez la generación de energía por parte de la bomba de agua de la lavadora se debe realizar la medición con operadores que estén con un estado físico óptimo.

REFERENCIAS:

ADEOLA, Francis O. WEEE generation and the consequences of its improper disposal, [en línea], 2018 [Fecha de consulta: 6 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102057-9.00002-0>. ISBN 9780081020579,

ANYANWU, Ikechukwu y ASHINZE, Anthony. Design and Fabrication of a Pedal Operated Power Generator (Diseño y fabricación de un generador de energía operado por pedal). Revista Innovative Systems Design and Engineering. [en línea]. Vol.7, No. 3, 2016 [Fecha de consulta: 6 de mayo de 2020]. Disponible en: www.liste.org. ISSN: 2222-2871

ARABKOOHSAR, A. Combined steam based high-temperature heat and power storage with an Organic Rankine Cycle, an efficient mechanical electricity storage technology (Almacenamiento combinado de calor y energía a alta temperatura a base de vapor con un ciclo orgánico Rankine, una tecnología eficiente de almacenamiento mecánico de electricidad). Revista Journal of Cleaner Production. [en línea]. Julio-octubre 2019 [Fecha de consulta: 2 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119098>

ARELLANO, Maria [et al]. Static technologies associated with pedaling energy harvesting through rotary transducers, a review. Revista Applied Energy. [en línea]. Agosto-febrero 2020, Volumen 263. 2020 [Fecha de consulta: 3 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114607>

ARIAS, Jesús; VILLASIS, Miguel y MIRANDA, María. Metodología de la investigación. Revista Alergia México. [En línea]. Abril-Junio 2016, vol. 63, núm. 2; pp. 201-206 [Fecha de consulta: 02 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>. ISSN: 0002-5151.

BASELGA, M. Inversores y convertidores (ISF). [en línea]. 2019 [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2020]. Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=mpmeDwAAQBAJ&lpg=PA123&dq=inversor%20de%20corriente&pg=PA123#v=onepage&q=inversor%20de%20corriente&f=false>

CAIN, Lady [et al]. DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE ENERGÍA LIMPIA. CASO: CARGADOR ECOLÓGICO PARA BICICLETA. Revista Caribeña de Ciencias. [en línea]. Julio – octubre 2018. [Fecha de consulta: 8 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/10/prototipo-energia-limpia.html>. ISSN: 2254-7630

CAMPOS, Melvin. Métodos de investigación académica. [en línea]. 2017 [Fecha de consulta: 09 de mayo de 2020]. (archivo académico). Disponible en: <https://v.gd/lvamTQ>

CARDOZO, Ramón y CARDOZO, Verónica. Prototipo generador de energía eléctrica a través del uso alternativo de la bicicleta. Revista difusiones. [en línea]. 2017. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://revistadifusiones.net/index.php/difusiones/article/view/73/145>

CEJAROSU. Revista ISSUU. Excéntrica-biela-palanca (ISSUU). [En línea]. [Fecha de consulta: 6 de mayo de 2020], 2005. Disponible en: http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec_excen-t-biela-palanca.htm.

CELEMIN, Mario. Estudio para la implementación de un sistema fotovoltaico como alternativa rural sostenible de la vereda San Roque en el municipio de Ortega-Tolima. [en línea]. 2016 [Fecha de consulta: 10 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/2891>

CHERCCA, Juan. Aprovechamiento del recurso eólico y solar en la generación de energía eléctrica y la reducción de emisiones de Co2 en el poblado rural la gramita de Casma. [en línea]. 2014 [Fecha de consulta: 20 de agosto de 2020].

Disponible en:
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/61278382/chercca_rj20191120

CRESPO, A., et al. "La energía eólica." Energías renovables para el desarrollo, by José Marie de Juana, et al., Paraninfo, 2003, pp. [148]-185. [en línea]. Gale eBooks. [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://link.gale.com/apps/doc/CX2188100011/GVRL?u=univcv&sid=GVRL&xid=c414de1a>.

DESHMUKH, D., DHARMARAJ, Pravin y PATIL, Ramkant et al. Design and Development of Human Operated Flywheel to Generate Electricity (Diseño y Desarrollo de Operado por Humanos Volante para generar electricidad). Revista International Conference Proceeding ICGTETM. [en línea]. Diciembre 2017. [Fecha de consulta: 1 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://www.ijcrt.org/papers/IJCRTICGT028.pdf>. ISSN: 2320-2882

Diccionario enciclopédico Lexus: Color, Lexus Editores S.A. p. 420. [en línea]. Gale eBooks. 2007 [Fecha de consulta: 8 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://link.gale.com/apps/doc/CX3086320672/GVRL?u=univcv&sid=GVRL&xid=a43a355f>.

HANNAN, M et al. Power electronics contribution to renewable energy conversion addressing emission reduction: Applications, issues, and recommendations (Contribución de la electrónica de potencia a la conversión de energía renovable para abordar la reducción de emisiones: aplicaciones, problemas y recomendaciones). Revista Applied Energy. [en línea]. Diciembre-mayo 2019. [Fecha de consulta: 7 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113404>

HIRAGAR, Yash. Design & Fabrication of Pedal Operated Multi- Purpose Machine (Diseño y fabricación de máquina multipropósito operada por pedal). Revista International Journal of Science Technology and Engineering. [en línea]. Abril 2018. [Fecha de consulta: 7 de mayo de 2020]. Disponible en:

https://www.academia.edu/37657559/Design_and_Fabrication_of_Pedal_Operated_Multi-Purpose_Machine?auto=download. ISSN: 2349-784X

ISRAEL MINISTRY OF ENVIRONMENTAL PROTECTION. Reduction of Pollution from Electricity Generation. [en línea] 22 de diciembre de 2015 [fecha de consulta: 22 de julio del 2020]. Disponible en: http://www.sviva.gov.il/English/env_topics/AirQuality/ElectricityGeneration/Pages/default.aspx

JAE, Yeong y WILSON, Charlie. Analysing future change in the EU's energy innovation system (Análisis del cambio futuro en el sistema de innovación energética de la UE). Revista Energy Strategy Reviews. [en línea]. Abril 2019, Vol. 24. [Fecha de consulta: 9 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.04.012>

JAHANGIRI, Mehdi ahangiri [et al]. Feasibility study on the provision of electricity and hydrogen for domestic purposes in the south of Iran using grid-connected renewable energy plants. (Estudio de viabilidad sobre el suministro de electricidad e hidrógeno para fines domésticos en el sur de Irán utilizando plantas de energía renovable conectadas a la red). [en línea]. Revista Energy Strategy Reviews. Enero 2019, Vol. 23. [Fecha de consulta: 9 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2018.12.003>

JOSÉ, Juana [et al]. "La energía." Energías renovables para el desarrollo, Paraninfo, 2003, pp. [4]-22. [en línea]. Gale eBooks. . [Fecha de consulta: 8 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://link.gale.com/apps/doc/CX2188100007/GVRL?u=univcv&sid=GVRL&xid=ea078f73>.

MARIE, J. [et al]. "La energía." Energías renovables para el desarrollo, Paraninfo, 2003, pp. [4]-22. [en línea]. Gale eBooks. [Fecha de consulta: 8 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://link.gale.com/apps/doc/CX2188100007/GVRL?u=univcv&sid=GVRL&xid=ea078f73>.

MARRASSO, E; ROSELLI, C y SASSO, M. Electric efficiency indicators and carbon dioxide emission factors for power generation by fossil and renewable energy sources on hourly basis (Indicadores de eficiencia eléctrica y factores de emisión de dióxido de carbono para la generación de energía por fuentes de energía fósiles y renovables por horas. Revista Energy Conversion and Management. [en línea]. Noviembre 2019, volumen 196. [Fecha de consulta: 02 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.148>.

DOI:10.1016/j.enconman.2019.06.079

MENAD, N.-E. Physical Separation Processes in Waste Electrical and Electronic Equipment Recycling. WEEE Recycling, 53–74. [en línea]. Gale eBooks, 2016 [Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2020]. Disponible en: [doi:10.1016/b978-0-12-803363-0.00003-1](https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803363-0.00003-1)

MD SAJID et al. Power Generation through Pedaling (Generación de energía a través del pedaleo). Grenze, revista internacional de ingeniería y tecnología. [en línea]. 2018 [fecha de consulta: 20 de mayo de 2020]. Disponible en: [http://thegrenze.com/pages/servej.php?fn=54.pdf&name=Power%20Generati on%20through%20Pedaling](http://thegrenze.com/pages/servej.php?fn=54.pdf&name=Power%20Generation%20through%20Pedaling) ISSN 2395-5295

MUDALIAR, Swati y SOMAN, Anagha. Electrical power generation harnessing human energy and its analysis (Generación de energía eléctrica aprovechando la energía humana y su análisis). Octubre 2015. [en línea]. Revista International Conference on Energy Systems and Applications. Octubre – noviembre 2015. [Fecha de consulta: 9 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7503366>. DOI: 10.1109/ICESA.2015.7503366

MUAMMER, Kaya Current WEEE recycling solutions, [en línea]. 2018 [fecha de consulta: 01 de diciembre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102057-9.00003-2>. p.33-93, ISBN 9780081020579

NIKOLAKAKIS, Thomas et al. Analysis of electricity investment strategy for Bosnia and Herzegovina (Análisis de la estrategia de inversión en electricidad para Bosnia y Herzegovina). Revista Energy Strategy Reviews. [en línea]. Enero 2019, Vol. 23. [Fecha de consulta: 9 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2018.12.002>

ONU. Evaluación de los impactos del cambio climático en la agricultura en Uruguay. [en línea]. 2020 [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=RBfRDwAAQBAJ&lpq=PP1&dq=impactos%20del%20cambio%20climatico&pg=PP1#v=onepage&q=impactos%20del%20cambio%20climatico&f=false>

OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Sampling Techniques on a Population Study (Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio). [en línea]. Revista International Journal of Morphology. Mar 2017, Vol. 35 Issue 1, p227-232. 8p. [Fecha de consulta: 9 de mayo de 2020]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037. DOI: 10.4067/S0717-95022017000100037.

PACHECO, Josefyna. Muestra estadística (características, tipos y ejemplo) [en línea]. 2020. [Fecha de consulta: 1 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.webyempresas.com/muestra-estadistica/>

PALOMINO, Kenny. Prototipo generador de energía eléctrica por el uso de una bicicleta elíptica para la iluminación de un ambiente de deporte. [en línea]. 2016. [Fecha de consulta: 1 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/UTP/237>

PEREIRA, Roberto. Definiciones fundamentales. [en línea]. 2019 [Fecha de consulta: 8 de mayo de 2020]. (ppts) Disponible en: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10130/Definiciones%20Fundamentales%20%28presentacion%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PEREZ, Héctor. Temas selectos de física [en línea] 2014 [Fecha de consulta: 24 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://v.gd/YWpY4f>

PEREZ, José, et al. Estudio de Señales Sonoras Producidas por un alternador para la generación de un módulo de pruebas y detección de fallas. Revista Jóvenes en la ciencia. [en línea]. Febrero 2020, Vol. 3. [Fecha de consulta: 1 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://148.214.50.9/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/2281/1774>.

ISSN 2395-9797

POTTER, Merle y SCOTT, Elaine. "Energía." Termodinámica, Cengage Learning, pp. 18-19. [en línea]. Gale eBooks. 2006 [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://link.gale.com/apps/doc/CX4060600017/GVRL?u=univcv&sid=GVRL&xid=f2d7c8a2>. Accessed 11 May 2020.

QUINTELA, F., REDONDO, R. y REDONDO, M. Definición de alternador (2007). [en línea]. Universidad de Salamanca: Facultad de Electricidad, 2007. [Fecha de consulta: 3 de mayo de 2020]. Curso de circuitos Disponible en: <https://electricidad.usal.es/Principal/Circuitos/Descargas/DefinicionAlternador.pdf>

Revista todocoleccion. [En línea]. [Fecha de consulta: 6 de mayo de 2020], 2011. Disponible en: <https://www.todocoleccion.net/antiguedades-tecnicas/rueda-pedal-maquina-coser~x23541860>.

RODRIGUEZ-GARCIA, G., & WEIL, M. Life Cycle Assessment in WEEE Recycling. WEEE Recycling, [en línea]. 2016 [Fecha de consulta: 8 de noviembre de 2020]. Disponible en: doi:10.1016/b978-0-12-803363-0.00007-9. P. 177-207

ROS, Juan, GONZÁLEZ, Roberto & IGLESIAS, Carlos. ACONDICIONAMIENTO HIGROTÉRMICO EN UN MÓDULO URBANO MEDIANTE CICLOENERGÍA ELÉCTRICA DE PROPULSIÓN HUMANA

PARA CLIMAS CÁLIDOS. Revista Architecture, City, and Environment. [en línea]. Febrero – Junio 2019. [Fecha de consulta: 8 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/172540/7035-8476-1-PB.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. ISSN: 1886-4805

TAMAYO, Carla y SILVA, Irene. UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS. Sin fecha. Ppts. <http://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/23.pdf>

TAPIA, Alejandro, PONCE, Mario y OLIVARES, Victor. Techniques used to synchronize multi-phase AC-DC converters for energy harvesting applications, a review (Técnicas utilizadas para sincronizar convertidores AC-DC multifase para aplicaciones de recolección de energía, una revisión). Revista Renewable and Sustainable Energy Reviews. [en línea]. Noviembre-marzo 2017, volumen 69. [Fecha de consulta: 5 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.148>

TAPIA, Rafael. Emisión de Gases de Efecto Invernadero y Contribución del Perú en Mitigación y Adaptación al Cambio Climático. (2018). Disponible en: [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con5_uibd.nsf/BC72B311EC8F33340525834A00758DB9/\\$FILE/EFEECTO_INVERNADERO_N_22.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con5_uibd.nsf/BC72B311EC8F33340525834A00758DB9/$FILE/EFEECTO_INVERNADERO_N_22.pdf)

TINITANA VILLALTA, D. A. et al. Estudio del diseño metodológico de los trabajos de titulación de pregrado. Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores, [en línea]. 2019, vol. 7. [Fecha de consulta: 21 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eue&AN=141222787&lang=es&site=eds-live>. Acesso em: 21 maio. 2020

ULLAH, M. T. et al. Harvesting green energy from wastage energy of human activities using gymnasium bicycle at Chittagong city (Recolectando energía verde del desperdicio de energía de actividades humanas usando la bicicleta

del gimnasio en la ciudad de Chittagong). Revista 2015 3rd International Conference on Green Energy and Technology (ICGET). [en línea]. Septiembre – noviembre 2015. [Fecha de consulta: 9 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7315085>. DOI: 10.1109/ICGET.2015.7315085

VARGAS, Carlos [et al]. Bicicleta estática generadora de energía eléctrica como aprendizaje en el uso eficiente de energía. Revista TECNOLOGÍA Y PRODUCTIVIDAD. [en línea]. Diciembre 2018, VOL. 4, No. 4. [Fecha de consulta: 8 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://revistas.sena.edu.co/index.php/rtyp/article/view/2332/2614>

WARONGKIDH, Ganchanasopa. An Exercise Bikes Assisted Main Energy Source In DC Distributed Power System (Una bicicleta de ejercicio asistió a la fuente de energía principal en el sistema de energía distribuida de CC). Revista 2017 9th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE). Phuket, Thailand

YANG, P. et al. Electrokinetic Supercapacitor for Simultaneous Harvesting and Storage of Mechanical Energy (Supercondensador electrocinético para la recolección y almacenamiento simultáneo de energía mecánica). Revista ACS Applied Materials & Interfaces. [en línea]. Febrero 2018, 10(9), 8010–8015. [Fecha de consulta: 2 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/acsami.7b18640>.

ZURITA, Paul. Diseño e implementación de un prototipo electrónico de maquina isotónica autosustentada con energía eléctrica de humano-propulsión. [en línea] Quito, 2018 [Fecha de consulta: 16 de junio del 2020] Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19299>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

“REAPROVECHAMIENTO DE MÁQUINA DE COSER MECÁNICA MODIFICADA, RECICLANDO RESIDUOS ELÉCTRICOS PARA GENERAR ENERGÍA RENOVABLE DOMÉSTICA”					
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES DE MEDIDA/ESCALA
máquina de coser mecánica modificada	La primera máquina de coser Singer fue construida por Isaac M. Singer de acuerdo con su patente de 1851. Es una máquina de coser de la cual el transbordador es impulsado por un conductor movido por un pasador de manivela en el eje inferior debajo de la mesa. McLoughlin, J., & Mitchell Manchester, A. (2013).	La máquina de coser mecánica modificada fue evaluada teniendo en cuenta sus características iniciales, las modificaciones que se realizaron en el sistema de la máquina y las características del operador.	Caracterización inicial de la máquina de coser	Diámetro de polea 1	cm
				Revoluciones de la polea 1	RPM
				Peso de la polea 1	Kg
				inercia de la polea 1	kg/m ²
				velocidad angular de la polea 1	rad/s
				Potencia mecánica inicial	watt
			Modificación del sistema de la máquina de coser (polea 3)	Diámetro de polea 3	cm
				Peso de la polea 3	Kg
				Revoluciones de la polea 3	RPM
				Tiempo de pedaleo	min
inercia de la polea 3	kg/m ²				

				velocidad angular de la polea 3	rad/s
				Potencia mecánica final	watt
			Características del operador	Género	Masculino/ femenino
				peso	Kg
				edad	años
				actividad física	Sedentario/ óptimo
Generación de energía renovable doméstica	En la última década, la proporción de electricidad procedente de fuentes renovables ha visto un crecimiento notable. Entre 2006 y 2016, las energías renovables crecieron en un promedio del 5,3% anual en la Unión Europea, alcanzando un total del 66,6% sobre 10 años. En 2016, casi el 90% de la nueva capacidad de generación de energía provenían de los recursos de energía renovable, principalmente eólicos y solares. Marrasso, E. et. al. (2019)	La generación de energía renovable doméstica se valoró teniendo en cuenta las características de la energía obtenida por el generador y el uso que se le dio a la energía recolectada.	Características de la energía obtenida del generador	Voltaje	Voltios
				Intensidad de corriente	Amperios
				Potencia eléctrica	watt
			Uso de la energía recolectada	tiempo de carga de la batería de almacenamiento	horas
				tiempo de funcionamiento de aparatos electrónicos	horas

Anexo 2: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS
<p>GENERAL:</p> <p>¿Qué tan eficiente es la energía renovable producida desde una máquina de coser modificada, reciclando la bomba de agua de lavadora para generar energía renovable doméstica?</p>	<p>GENERAL:</p> <p>Determinar qué tan eficiente es la energía renovable obtenida de la máquina de coser mecánica modificada reciclando la bomba de agua de lavadora doméstica.</p>	<p>GENERAL:</p> <p>La eficiencia de la máquina de coser mecánica modificada fue mayor del 50 % para la generación de energía renovable doméstica.</p>
<p>ESPECÍFICOS:</p> <p>¿Cuáles serán las características iniciales de la máquina de coser mecánica para la generación de energía renovable domestica? ¿Cómo será la modificación del sistema de la máquina de coser para la generación de energía renovable doméstica? ¿En cuánto influyen las características del operador en la generación de energía renovable doméstica?</p>	<p>ESPECÍFICOS:</p> <p>Identificar las características iniciales de la máquina de coser mecánica para la generación de energía renovable doméstica. Determinar la modificación del sistema de la máquina de coser mecánica, para la generación de energía renovable doméstica. Determinar de qué manera las características del operador influyeron en la generación de energía renovable doméstica.</p>	<p>ESPECÍFICOS:</p> <p>Las características iniciales de la máquina de coser influyen en la generación de energía renovable doméstica. La modificación de la máquina de coser influye en el aumento de la velocidad angular del sistema, para generación de energía renovable doméstica. Las características del operador influyen en la generación de energía renovable doméstica</p>

Anexo 3: Hoja de registro 1



FICHA 1. HOJA DE REGISTRO Características del operador de la máquina de coser			
TÍTULO	"REAPROVECHAMIENTO DE MÁQUINA DE COSER MECÁNICA MODIFICADA, RECICLANDO RESIDUOS ELÉCTRICOS PARA GENERAR ENERGÍA RENOVABLE DOMÉSTICA"		
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS		
RESPONSABLES	Donoso Pacheco Yohana Lesly	Pumachayco Cuestas Williams Junior	
ASESOR	Dr. Benites Alfaro, Elmer	FECHA	04/12/2020
Código	Datos del operador		
	Género	Edad (años)	Peso (kg)
CO - MC			
CO - MC			

CO-MC: Características del operador de la máquina de coser.


 Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP 71998

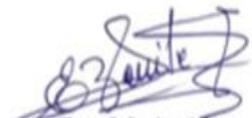

 Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
 CIP. 46572
 DNI.17402784

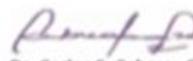

 Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
 CIP. 46572

Anexo 4: Hoja de registro 2

FICHA 2. HOJA DE REGISTRO Características de la máquina de coser				
TÍTULO	"REAPROVECHAMIENTO DE MÁQUINA DE COSER MECÁNICA MODIFICADA, RECICLANDO RESIDUOS ELÉCTRICOS PARA GENERAR ENERGÍA RENOVABLE DOMÉSTICA"			
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS			
RESPONSABLES	Donoso Pacheco Yohana Lesly	Pumachayco Cuestas Williams Junior		
ASESOR	Dr. Benites Alfaro, Elmer	FECHA	04/12/2020	
Código	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS			
	Diámetro de la polea (cm)	Peso/masa de la polea (gr)	Longitud de faja de la máquina (cm)	Altura de la estructura de la máquina (cm)
CI - MC				

CI- MC: caracterización inicial de la máquina de coser


Dr. Elmer G. Benites Alfaro
CIP 71998


Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
CIP. 46572
DNI.17402784


Juan Julio Pacheco Cuestas
DNI: 06447302

Anexo 5: Hoja de registro 3

FICHA 3. HOJA DE REGISTRO Operacionalización inicial de la máquina de coser				
TÍTULO	"REAPROVECHAMIENTO DE MÁQUINA DE COSER MECÁNICA MODIFICADA, RECICLANDO RESIDUOS ELÉCTRICOS PARA GENERAR ENERGÍA RENOVABLE DOMÉSTICA"			
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS			
RESPONSABLES	Donoso Pacheco Yohana Lesly		Pumachayco Cuestas Williams Junior	
ASESOR	Dr. Benites Alfaro, Elmer		FECHA	04/12/2020
Código	Operario 1 (Masculino)		Operario 2 (Femenino)	
	Tiempo (s)	Velocidad de la polea 1 (RPM)	Tiempo (s)	Velocidad de la polea 1 (RPM)
OI - MC (T1)				
OI - MC (T2)				
OI - MC (T3)				
OI - MC (T4)				
OI - MC (T5)				
OI - MC (T6)				
OI - MC (T7)				
OI - MC (T8)				
OI - MC (T9)				
OI - MC (T10)				

OI - MC: Operacionalización inicial de la máquina de coser


 Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP 71998


 Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
 CIP. 46572
 DNI. 17402784


 Juan Julio Pacheco Cuestas
 DNI: 06447308
 CP: 89972

Anexo 6: Hoja de registro 4

FICHA 4. HOJA DE REGISTRO Potencia mecánica inicial de la máquina de coser					
TITULO	"REAPROVECHAMIENTO DE MÁQUINA DE COSER MECÁNICA MODIFICADA, RECICLANDO RESIDUOS ELÉCTRICOS PARA GENERAR ENERGÍA RENOVABLE DOMÉSTICA"				
LINEA DE INVESTIGACIÓN	TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS				
RESPONSABLES	Donoso Pacheco Yohana Lesly		Pumachayco Cuestas Williams Junior		
ASESOR	Dr. Benites Alfaro, Elmer		FECHA	03/12/2020	
Código	CARACTERÍSTICAS INICIALES				
	Masa (kg)	Aceleración de la gravedad (m/s ²)	Trabajo (Joule-J)	Tiempo (s)	Potencia mecánica (watts)
PMI - MC					

PMI – MC: Potencia mecánica inicial de la máquina de coser



Dr. Elmer G. Benites Alfaro
CIP 71998



Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
CIP. 46572

DNI. 17402784



Juan Julio Pacheco Cuestas
DNI: 08447300

CIP: 89972

Anexo 7: Hoja de registro 5

FICHA 5. HOJA DE REGISTRO Determinación de la inercia inicial de la máquina de coser				
TITULO	"REAPROVECHAMIENTO DE MÁQUINA DE COSER MECÁNICA MODIFICADA, RECICLANDO RESIDUOS ELÉCTRICOS PARA GENERAR ENERGÍA RENOVABLE DOMÉSTICA"			
LINEA DE INVESTIGACIÓN	TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS			
RESPONSABLES	Donoso Pacheco Yohana Lesly		Pumachayco Cuestas Williams Junior	
ASESOR	Dr. Benites Alfaro, Elmer		FECHA	03/12/2020
Código	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS			
	Masa (kg)	Masa (gr)	Radio de polea (cm²)	Inercia de polea (Kg x cm²)
CI - MC				
DII - MC: Determinación de la inercia inicial de la máquina de coser				


 Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP 71998


 Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
 CIP. 46572
 DNI.17402784


 José Luis Pacheco Cuestas
 DNI: 08447302
 CIP: 89972

Anexo 8: Hoja de registro 6

FICHA 6. HOJA DE REGISTRO Velocidad angular inicial de la polea 1				
TÍTULO	"REAPROVECHAMIENTO DE MÁQUINA DE COSER MECÁNICA MODIFICADA, RECICLANDO RESIDUOS ELÉCTRICOS PARA GENERAR ENERGÍA RENOVABLE DOMÉSTICA"			
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS			
RESPONSABLES	Donoso Pacheco Yohana Lesly		Pumachayco Cuestas Williams Junior	
ASESOR	Dr. Benites Alfaro, Elmer		FECHA	03/12/2020
Código	OPERARIO 1		OPERARIO 2	
	Tiempo (min)	Velocidad angular (rad/seg)	Tiempo (min)	Velocidad angular (rad/seg)
VAI – P1 (T1)				
VAI – P1 (T2)				
VAI – P1 (T3)				
VAI – P1 (T4)				
VAI – P1 (T5)				
VAI – P1 (T6)				
VAI – P1 (T7)				
VAI – P1 (T8)				
VAI – P1 (T9)				
VAI – P1 (T10)				

VAI – P1: Velocidad angular inicial de la polea 1


 Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP 71998


 Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
 CIP. 46572
 DNI.17402784


 Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
 DNI: 06447308
 CP:89972

Anexo 9: Hoja de registro 7

FICHA 7. HOJA DE REGISTRO Velocidad angular final de la polea 3				
TITULO	"REAPROVECHAMIENTO DE MÁQUINA DE COSER MECÁNICA MODIFICADA, RECICLANDO RESIDUOS ELÉCTRICOS PARA GENERAR ENERGÍA RENOVABLE DOMÉSTICA"			
LINEA DE INVESTIGACIÓN	TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS			
RESPONSABLES	Donoso Pacheco Yohana Lesly		Pumachayco Cuestas Williams Junior	
ASESOR	Dr. Benites Alfaro, Elmer		FECHA	03/12/2020
Código	OPERARIO 1		OPERARIO 2	
	Tiempo (min)	Velocidad angular (rad/seg)	Tiempo (min)	Velocidad angular (rad/seg)
VAF - P3(T1)				
VAF - P3(T2)				
VAF - P3(T3)				
VAF - P3(T4)				
VAF - P3(T5)				
VAF - P3(T6)				
VAF - P3(T7)				
VAF - P3(T8)				
VAF - P3(T9)				
VAF - P3(T10)				

VAF - P3: Velocidad angular final de la polea 3


 Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP 71998


 Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
 CIP. 46572
 DNI. 17402784


 Dr. Juan Carlos Pacheco
 DNI: 08447302
 CP-89972

Anexo 10: Hoja de registro 8

FICHA 8. HOJA DE REGISTRO Tiempo de carga de la batería en tres horas					
TITULO	*REAPROVECHAMIENTO DE MÁQUINA DE COSER MECÁNICA MODIFICADA, RECICLANDO RESIDUOS ELECTRICOS PARA GENERAR ENERGIA RENOVABLE DOMESTICA*				
LINEA DE INVESTIGACION	TRATAMIENTO Y GESTION DE LOS RESIDUOS				
RESPONSABLES	Donoso Pacheco Yohana Lesly		Pumachayco Cuestas Williams Junior		
ASESOR	Dr. Benites Alfaro, Eimer		FECHA	03/12/2020	
Código	tiempo de trabajo (minutos)	carga DC (voltios)	Código	tiempo de trabajo (minutos)	carga DC (voltios)
MCM(T1)			MCM(T20)		
MCM(T2)			MCM(T21)		
MCM(T3)			MCM(T22)		
MCM(T4)			MCM(T23)		
MCM(T5)			MCM(T24)		
MCM(T6)			MCM(T25)		
MCM(T7)			MCM(T26)		
MCM(T8)			MCM(T27)		
MCM(T9)			MCM(T28)		
MCM(T10)			MCM(T29)		
MCM(T11)			MCM(T30)		
MCM(T12)			MCM(T31)		
MCM(T13)			MCM(T32)		
MCM(T14)			MCM(T33)		
MCM(T15)			MCM(T34)		
MCM(T16)			MCM(T35)		
MCM(T17)			MCM(T36)		
MCM(T18)			MCM(T37)		
MCM(T19)					

MCM: Máquina de coser modificada



Dr. Benites Alfaro, Eimer



Dr. Carlos E. Cabrera Carrasco
CIP. 46372
DNI. 37402784



Dr. Yohana Lesly Donoso Pacheco
CIP. 46372
DNI. 7402784

Anexo 11. Certificado de calibración del Tacómetro



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LTF - C - 078 - 2018

Laboratorio de Tiempo y Frecuencia

Consistente con las capacidades de medida y
Calibración (CMC – MRA)

Página 1 de 4

Expediente	100200	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>Este certificado es consistente con las capacidades que se incluyen en el Apéndice C del MRA elaborado por el CIPM. En el marco del MRA, todos los institutos participantes reconocen entre sí la validez de sus certificados de calibración y medición para las magnitudes, alcances e incertidumbres de medición especificados en el Apéndice C (para más detalles ver http://www.bipm.org).</p> <p><i>This certificate is consistent with the capabilities that are included in Appendix C of the MRA drawn up by the CIPM. Under the MRA, all participating institutes recognize the validity of each other's calibration and measurement certificates for the quantities, ranges and measurement uncertainties specified in Appendix C (for details see http://www.bipm.org).</i></p>
Solicitante	JMR EQUIPOS S.A.C.	
Dirección	Cal. Jangas Nro. 628 Urb. Chacra Colorada - Breña - Lima	
Instrumento de Medición	TACÓMETRO	
Marca	NO INDICA	
Modelo	DT-2234C+	
Procedencia	NO INDICA	
Alcance	2,5 rpm a 99999 rpm	
Resolución	0,1 rpm (< 1000 rpm); 1 rpm (≥ 1000 rpm)	
Exactitud	± (0,05% de la lectura + 1 dígito) (*)	
Número de Serie	S138738	
Fecha de Calibración	2018-04-24	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL.
Certificados sin firma y sello carecen de validez.



2018-04-24

GALIA STYLA TICÓN A CANAZA

LUIS PALMA PERALTA

Fecha

Área de Electricidad y Termometría

Laboratorio de Tiempo y Frecuencia

Anexo 13. Modificación del sistema



Anexo 14. Faja de transmisión



Anexo 15. Adaptación del generador al sistema



Anexo 16. Pruebas de funcionamiento

