



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA

Uso del variador de velocidad y el consumo de energía eléctrica en el motor  
eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias  
JV INGENIEROS E.I.R.L. – Tarapoto, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Mecánico Electricista

AUTORES:

Carlos Enrique Cuzco García (ORCID: 0000-0001-7024-8587)

Marlon López Pereyra (ORCID: 0000-0002-1992-6941)

ASESOR:

Ing. Santiago Andrés Ruíz Vásquez (ORCID: 0000-0001-7510-5702)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
Generación, Transmisión y Distribución

TARAPOTO – PERÚ

2019

## **Dedicatoria**

A mi esposa Lleny e hijos:  
Carlos Martín, Jenyfer y Ariana,  
por su apoyo incondicional en mi  
formación profesional.

A mis padres y hermanos, para  
quienes siempre deseo lo  
mejor.

## **Agradecimiento**

A Industrias JV INGENIEROS E.I.R.L., que puso a nuestra disponibilidad sus instalaciones para poder realizar este trabajo, teniendo siempre en mente que el futuro está en el uso de las nuevas tecnologías.

**LOS AUTORES**

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) **Carlos Enrique Cuzco García** cuyo título es: **“Uso del variador de velocidad y el consumo de energía eléctrica en el motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV INGENIEROS E.I.R.L. – Tarapoto, 2019”**,

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **17, DIECISIETE**.

Tarapoto, 20 de Julio del 2019

 ..... <b>Gorki Ruiz Hidalgo</b> <b>ING. MECÁNICO</b> <b>R. CIP. 119418</b> ..... Ing. Mec. Gorki Ruiz Hidalgo Presidente	 ..... <b>Miguel Bartra Rodríguez</b> <b>INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA</b> <b>CIP N.º 116901</b> ..... Ing. Mec. Elect. Miguel Bartra Rodríguez Secretario
---	---

  
 .....  
**Ruiz Vázquez Santiago Andrés**  
**Ing. Mecánico**  
**CIP 125857**  
 .....  
 Ing. Mec. Santiago Andrés Ruiz Vázquez  
 Vocal



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------



ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Código : T07-PP-PR-02.02  
Versión : 10  
Fecha : 10-06-2019  
Página : 1 de 1

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) **Marlon López Pereyra** cuyo título es: **“Uso del variador de velocidad y el consumo de energía eléctrica en el motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV INGENIEROS E.I.R.L. – Tarapoto, 2019”**.

Reunida en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 17, DIECISIETE.

Tarapoto, 20 de Julio del 2019

Gorki Ruiz Hidalgo  
ING. MECÁNICO

R: CIP: 119416

Ing. Mec. Gorki Ruiz Hidalgo  
Presidente

Miguel Bartra Reátegui  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

CIP Nº: 192264

Ing. Mec. Elec. Miguel Bartra Reátegui  
Secretario

Ruiz Vásquez Santiago Andrés  
Ing. Mecánico  
CIP 125887

Ing. Mec. Santiago Andrés Ruiz Vásquez  
Vocal



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerectorado de	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------

## Declaratoria de Autenticidad

Nosotros, Carlos Enrique Cuzco García con DNI N° 01127231 y Marlon López Percyra con DNI N° 71212796 respectivamente, estudiantes de la Especialidad de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, con la tesis titulada:

**“Uso del variador de velocidad y el consumo de energía eléctrica en el motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV INGENIEROS E.L.R.L. – Tarapoto, 2019”**

**Declaro bajo juramento que:**

La Tesis es de nuestra autoría

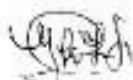
Hemos respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

La tesis no ha sido auto plagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (presentar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Tarapoto, 23 de julio del 2019



.....  
Carlos Enrique Cuzco García  
DNI: 01127231



.....  
Marlon López Percyra  
DNI: 71212796

# ÍNDICE

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado .....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	vi
Índice.....	vii
Índice de Tablas.....	ix
Índice de Figuras.....	x
Resumen.....	xi
Abstract .....	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MÉTODO.....</b>	<b>12</b>
2.1. Diseño de la Investigación .....	12
2.2. Variables y Operacionalización.....	12
2.3. Población y Muestra .....	13
2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad.....	13
2.5. Métodos de Análisis de Datos.....	14
2.6. Aspectos Éticos .....	15
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>16</b>
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>39</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>42</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>43</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>45</b>
Matriz de consistencia.....	49
Instrumento de recolección de datos.....	50
Validación de instrumentos .....	51
Autorización donde se realizó la investigación .....	54
Acta de aprobación de originalidad de tesis.....	55
Pantallazo del Turnitin .....	56

Autorización de publicación de tesis .....	57
Autorización de la versión final del trabajo de investigación .....	58



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz Morfológica .....	17
Tabla 2. Costos del Proyecto .....	22
Tabla 3. Registro de Datos .....	23

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Placa de Características del Motor Eléctrico 600-030 .....	19
Figura 2. Detalle de tipos de Inversores.....	20
Figura 3. Curvas de potencia Activa Con y Sin uso del variador de velocidad .....	26
Figura 4. Curvas de potencia Reactiva Con y Sin uso del variador de velocidad .....	26
Figura 5. Curvas de potencia Aparente Con y Sin uso del variador de velocidad.....	27
Figura 6. Curvas de Intensidad de corriente eléctrica Con y Sin uso del variador de velocidad .....	27
Figura 7. Curvas de Factor de Potencia Con y Sin uso del variador de velocidad .....	28
Figura 8. Resultados de Prueba T-apareada para la Potencia Activa.....	29
Figura 9. Resultados de Prueba T-apareada para la Potencia Reactiva .....	30
Figura 10. Resultados de Prueba T-apareada para la Potencia Aparente.....	31
Figura 11. Resultados de Prueba T-apareada para la Intensidad de Corriente Eléctrica .....	32
Figura 12. Resultados de Prueba T-apareada para el Factor de Potencia .....	33
Figura 13. Resultados de Prueba T-apareada, ahorro de Potencia Activa .....	34
Figura 14. Resultados de Prueba T-apareada, ahorro de Potencia Reactiva .....	35
Figura 15. Resultados de Prueba T-apareada, ahorro de Potencia Aparente.....	36
Figura 16. Resultados de Prueba T-apareada, ahorro en Consumo de Corriente Eléctrica. ....	37
Figura 17. Resultados de Prueba T-apareada, corrección del Factor de Potencia .....	38

## **RESUMEN**

La energía eléctrica es el tipo de energía más utilizada en la industria en general y por lo tanto, representa uno de los rubros con mayores costos en el proceso productivo. Esto genera una necesidad imperante de buscar su ahorro y hacer un uso eficiente al momento de la ejecución de la producción.

El presente trabajo tiene como objetivo el demostrar que se puede generar ahorro en el consumo de energía eléctrica si utilizamos equipos que presentan mayor tecnología en comparación con los métodos tradicionales que aún se siguen utilizando en la industria, en este caso el variador de velocidad, muchos de los cuales por un tema económico o de desinformación haciendo que estos se mantengan vigentes aún en la pequeña y mediana industria en la región San Martín.

Para llevar a cabo el proyecto se buscó la comparativa básica de ambos contextos, teniendo como escenario principal la empresa JV INGENIEROS E.I.R.L. y como muestra uno de sus motores principales. Se hizo uso de equipos certificados para la medición de datos y se realizaron las pruebas adecuadas para demostrar el ahorro en el consumo de energía eléctrica que se puede lograr y los beneficios económicos que implica el realizar estos cambios. Se utilizó la prueba de T apareada para la comprobación de los resultados, los cuales fueron satisfactorios y en las conclusiones se muestran porcentualmente los ahorros generados en cada uno de las variables analizadas en el presente trabajo.

Palabras claves: Variador de velocidad, motor eléctrico, factor de potencia.

## **ABSTRACT**

The electric power is the type of energy most used in the industry in general, and therefore, represents one of the items with the highest costs in the production process. This creates an imperative need to seek savings and make efficient use at the time of production execution. The purpose of this work is to demonstrate that savings in electricity consumption can be generated if we use equipment that has more technology compared to traditional methods that are still used in the industry, in this case the ACdrive, many of which for an economic or misinformation issue, making these remain valid even in the small and medium industry in the San Martin region.

To carry out the project, the basic comparison of both contexts was sought, with JV INGENIEROS E.I.R.L. and as one of its main engines shows. Use was made of certified equipment for data measurement and adequate tests were performed to demonstrate the savings in electrical energy consumption that can be achieved and the economic benefits of making these changes. The paired T test was used to verify the results, which were satisfactory and in the conclusions the savings generated in each of the variables analyzed in this work are shown as a percentage.

Keywords: AC Drive, electric motor, power factor.

## I. INTRODUCCIÓN

### **Realidad Problemática**

La actualidad de la industria ha llevado a reconocer que la energía eléctrica se ha vuelto indispensable en el logro de las actividades de producción en todos sus diferentes rubros, sin embargo, también existe un uso deficiente que genera un incremento sustancial en la cantidad de energía necesaria para la actividad industrial.

Cuando tenemos un uso medido, eficiente y adecuado de la energía eléctrica, no solamente se generan ahorros en la facturación mensual incurrida, sino que también se generan ahorros en costos de mantenimiento y adquisición de equipos, debido a que en muchos casos, el uso adecuado de la energía eléctrica aumenta considerablemente la vida operativa de los distintos componentes eléctricos de los equipos, tanto de los equipos finales que transforman la electricidad eléctrica en movimiento como es el caso de las máquinas eléctricas rotativas como los motores de inducción o motores eléctricos, así como de los equipos de control y maniobra que permiten su operación, evitando también el sobre dimensionamiento incurrido para que estos equipos de control puedan trabajar con normalidad.

Actualmente el desarrollo tecnológico no permite poder realizar trabajos y usar de manera controlada y muy eficiente la energía eléctrica generando así un menor consumo y por lo tanto generando ahorros significativos dentro de la actividad productiva. Un claro ejemplo del avance tecnológico es el uso de los variadores de frecuencia que se propagó actualmente a todo tipo de industria que requiera del control de la operación de motores eléctricos, los cuales ofrecen muchos beneficios en favor del ahorro energético y el tiempo de vida útil de dichos motores eléctricos, así mismo, como lo indicó Mariano Sánchez en la revista BeEnergy<sup>1</sup>, los precios que dependen de la energía eléctrica puede reducirse de manera considerable si se toma en cuenta la sobresaliente importancia del ahorro y el consumo de manera eficiente de la energía eléctrica, y para lograr ello es necesario realizar periódicamente auditorías de consumo de energía y contar con sistemas de gestión energética o tener monitoreo constante de los consumos.

Cada día resalta más que debido a que la tecnología posee un rápido avance, pero también posee un alto costo inicial, ha generado que en muchos casos el uso de estas nuevas

---

<sup>1</sup> SÁNCHEZ, Mariano. Cómo reducir el impacto de la reforma eléctrica en la industria. Revista BeEnergy [en línea]. Setiembre - octubre 2014, n.º 23. [Fecha de consulta: 09 de noviembre de 2018]. Disponible en: <http://www.beenergy.es/sites/default/files/revistas/n23/files/revista%20b23.pdf>. ISBN: 9788493713850

tecnologías en la industria sea limitado, permitiéndose continuar con los sistemas tradicionales de operación y control de los equipos eléctricos, los cuales resultan perjudiciales para los equipos afectando su tiempo de vida útil y a la vez generando consumos mayores de energía.

De seguir en este camino se estarían generando grandes pérdidas económicas y elevados costos de producción debido al consumo eléctrico durante la operación de la actividad industrial, por lo cual se hace necesario implementar las nuevas tecnologías en las industrias que aún no cuenten con éstas para lograr un consumo eficiente de energía y reducir los costos de producción.

### **Trabajos previos**

Destacamos las siguientes investigaciones a nivel nacional e internacional con relación cercana y significativa con el uso de variadores de velocidad en motor eléctricos aplicados a la industria.

#### **A nivel nacional**

El trabajo de GÓMEZ (2014) que principalmente habla acerca de la correcta configuración del variador de velocidad que tiene como finalidad el reducir el elevado consumo de energía eléctrica en el sistema de izaje de la compañía Mundo Perú Gold S.A.C., que examina a detalle y busca la configuración correcta para el variador de frecuencia del sistema de izaje, concluyó que cambiando el tipo de arranque convencional que es el estrella – triángulo por un arranque mucho más avanzado tecnológicamente como es el arranque mediante un variador de velocidad, se logra una reducción significativa en el consumo de energía.

QUISPE (2012), en su trabajo realizado sobre el análisis enfocado en la eficiencia energética que poseen las electrobombas controladas por variadores de frecuencia, busca realizar un estudio del consumo de potencia eléctrica de un motor de inducción mientras se controlaba con un sistema de control convencional y comparado con un control mediante variador, para lo cual concluyó en que una correcta regulación de la velocidad mediante el uso de un variador de frecuencia puede generar ahorros de hasta el 50% en la facturación de energía.

#### **A nivel internacional**

Arana (Ecuador, 2017), realizó un estudio sobre los VDF usados en el control de la

velocidad de giro de los motores asíncronos de tipo jaula de ardilla, el cual tenía como objetivo el analizar el funcionamiento del variador de frecuencia y detallar las principales razones para su empleo en el control de motores asíncronos, llegando a la conclusión de que el uno de los métodos más contundentes y eficaces para controlar la velocidad de un motor de inducción es usar un VDF.

Pérez (Guatemala, 2009), en su trabajo enfocado hacia el ahorro generado en el consumo de energía eléctrica cuando se utiliza un VDF y adicionarme sobre sus distintas aplicaciones en la industria con un equipo de marca Mitsubishi. Tenía como uno de sus objetivos específicos el calcular la cantidad de ahorro en el consumo de energía debido al uso de VDF, llegando a la conclusión de que el uso de variadores en aplicaciones industriales logra niveles de ahorro económico considerables ya que éstos provienen de un menor consumo de eléctrico y de un mayor tiempo de vida útil de los motores.

### **Teorías relacionadas al tema**

#### **Variador De Velocidad**

El variador de velocidad, según Álvarez (2000, p. 1), viene a ser un aparato que está destinado a modificar la frecuencia y, por lo tanto, la rapidez de giro de un motor eléctrico asíncrono. Esto teniendo en cuenta de que el comportamiento de la velocidad de un motor eléctrico depende de la fórmula: 
$$N = \frac{60 \cdot f}{p}$$
 en donde  $N$  es la velocidad angular del eje del motor,  $f$  es la frecuencia y  $p$  es la cantidad de polos apareados que posee el motor (p. 2).

#### **Principio de funcionamiento**

Tal como se detalla en la revista “Electro Industria”<sup>2</sup>, la manera de funcionar del variador de velocidad se podría separar en cuatro etapas principales:

**Rectificador:** Esta etapa abarca la alimentación desde la red de corriente eléctrica de suministro (monofásica o trifásica), hasta que se obtiene una corriente directa a través de un puente de diodos rectificadores.

**Bus de continua:** Comprende a los condensadores que poseen gran capacidad (incluso en algunos casos también contienen bobinas), que sirven para almacenar y filtrar el flujo de corriente alterna una vez que esta está rectificadas, para que de esta manera se pueda obtener un valor de voltaje

---

<sup>2</sup> REVISTA Electro Industria [en línea]. Santiago (Chile): Principio de funcionamiento y ventajas de los VDF. Mayo 2017 [Fecha de consulta: 11 de diciembre 2018]. Disponible en: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=3000>

directo estable y adicionalmente representa una reserva de energía capaz de proporcionar la cantidad de intensidad de corriente requerida por la máquina eléctrica rotativa.

**Etapa de salida:** Comprende desde la tensión que sale de la etapa de generación de corriente continua y pasa a través de un ondulator, que se basa principalmente en transistores de potencia de alta velocidad que convierte esta energía de entrada continua en energía con una salida alterna trifásica o monofásica según el diseño del variador, los cuales tienen valores de voltaje, frecuencia y corriente variables. Estos transistores de potencia de alta velocidad usados como elementos de conmutación, son en su mayoría transistores bipolares tipo BJT, CMOS o similares, IGBT, tiristores de potencia SCR, GTO entre otras familias de semiconductores que cumplen dicha función.

**Control y E/S:** Comprende la etapa de circuitos que permiten el control de las diferentes prestaciones del variador de frecuencia como la protección que puede brindar al motor, la regulación de la frecuencia generada en la etapa de salida, el tratamiento de las señales de entradas y salidas, ya sean analógicas como digitales. Adicionalmente en esta etapa se incluye la interfaz o puerto de comunicaciones que con la ayuda de buses dedicados u otros dispositivos de comunicación permiten tener el control del equipo.

### **Ventajas del Variador de Frecuencia**

Como principales ventajas del uso del variador de frecuencia, tenemos las siguientes citadas por Álvarez (2000):

Ahorro de energía: viene a ser el consumo de la energía que sólo se necesita en cada momento. El VDF puede ser instalado en equipos que no hayan estado conectados a uno anteriormente y no es necesario el modificar parte alguna para el correcto funcionamiento.

Gracias a sus puertos de comunicación el VDF puede controlarse desde cualquier parte y distancia mientras esté conectado a cualquier sistema de control automático.

Es posible realizar la conexión de más de un solo motor en paralelo.



No requieren mantenimiento.

Todos los motores estándar se pueden utilizar con un variador de velocidad.

No es necesario el uso de contactores para su maniobra, así mismo no se requiere de algún equipo externo para realizar una inversión de giro.

Debido a su etapa de control no requiere relé térmico, debido a que protege al motor mediante el control y monitoreo constante de la intensidad de corriente eléctrica, las posibles sobrecargas y sobre corrientes instantáneas. Es posible obtener velocidades constantes con cualquier nivel de carga en el sistema.

Es posible realizar la programación de los tiempos de arranque, de para y de freno.

Si se requiere es posible la programación de múltiples velocidades con rampas de arranque y parada distintas para cada caso (p. 8).

## **Motores Eléctricos**

Como se indica en el “Manual Técnico: Motores Eléctricos”<sup>3</sup>, los motores de inducción eléctrica son usados en un sinnúmero de aplicaciones necesarias en la actualidad, y como se menciona, la finalidad de estos es la de convertir la energía eléctrica, ya sea directa o alternada, en energía rotativa mecánica apta para ser usada en los accionamientos de los distintos tipos de máquinas (p. 3).

### **Principio de funcionamiento**

El motor eléctrico debe su funcionamiento al fenómeno llamado la inducción electromagnética, el cual fue descubierto por Michael Faraday y estableció la ley de Faraday para su expresión matemática, de la cual se indica que cuando la corriente eléctrica, es decir, los electrones, pasan a través de un conductor, y adicionalmente éste se encuentra dentro del alcance de un campo magnético, el conductor se ve afectado y tiende a desplazarse de manera perpendicular con respecto a las líneas que comprende el campo de acción del campo magnético.

Al respecto, Fraile (2003), detalla las partes principales de un motor eléctrico

---

<sup>3</sup> Manual técnico: Motores eléctricos [en línea]. San José (Costa Rica): Colección Motores Eléctricos: Serie Manuales Técnicos. Marzo 2009 [Fecha de consulta: 11 de diciembre 2018]. Disponible en: <http://bun-ca.org/publicaciones/manuales/ManualesTecnicos03Agosto2011/Motores.pdf> ISBN: 978-9968-904-36-0

considerando un devanado inductor ubicado en el estator y un devanado inducido ubicado en el rotor, sin embargo, el rotor “debe estar bobinado para el mismo número de polos que el devanado del estator” (p. 150), cumpliéndose de esta manera la fórmula de la velocidad indicada anteriormente y que rige a los motores eléctricos.

### **Tipos de arranque de Motores**

Como parte importante de la operación de los motores, se requiere conocer los distintos tipos de arranque que poseen, siendo los más comunes los mencionados en la “Guía del Motor”<sup>4</sup>, que son principalmente el arranque directo, como principal causante de los altos consumos de corriente en un instante determinado, el arranque estrella triángulo y los arranques mediante algún equipo electrónico como el arrancador suave o de manera similar el variador de velocidad o frecuencia. En dicha guía, el grupo ABB nos detalla las características que son preponderantes entre los distintos tipos de arranque:

#### **- Arranque directo.**

Consiste en la conexión directa del motor eléctrico a la fuente de alimentación. Para lo cual solamente será necesario un arrancador directo. El inconveniente del uso de este tipo de arranque, es que presenta picos de corriente bastante elevados durante el arranque, así mismo el par de arranque inicial es muy elevado y pueden generarse fatigas en los demás componentes mecánicos del sistema. “Aun así, es el método preferible, de no existir razones especiales para descartarlo” (p. 46).

#### **- Arranque Estrella Triángulo.**

Este tipo de arranque nos permite disminuir los picos de corriente durante el arranque. Al usar este tipo de arranque se puede lograr reducir en más del 20% la corriente de arranque que resultaría de un arranque directo y el par de arranque también disminuiría incluso hasta una cuarta parte de su valor durante un arranque directo.

---

<sup>4</sup> Guía del Motor – Motores de baja tensión [en línea]. Zürich (Suiza): Guía del motor – información técnica básica de motores estándar de baja tensión. Diciembre 2014 [Fecha de consulta: 11 de diciembre 2018]. Disponible en: <https://library.e.abb.com/public/60c66ea11b71473099ee019f266ddc77/GUIA%20MOTOR%20COLOR%20BAJA.pdf>. ISBN: 978-9968-904-36-0

## **- Arranque mediante un Variador de Frecuencia**

Los variadores de frecuencia nos permiten regular la velocidad durante el trabajo del motor, sin embargo, debido a las prestaciones que tienen estos equipos “por lo general no es la solución óptima solo para arrancar y parar el motor” (p. 49).

Sin embargo, la ventaja ofrecida por los variadores de frecuencia es que “el par nominal del motor está disponible ya a baja velocidad, y la intensidad de arranque es baja, entre 0.5 y 1 vez la corriente del motor y máximo 1.5 veces de la intensidad normal” (p. 49).

## **Energía y Potencia Eléctrica**

Según manifiesta ALLER (2007) en su obra, la energía viene a ser la capacidad de poder realizar cierto o algún trabajo, así mismo indica que la energía está presente en la naturaleza en múltiples formas, por lo que el objetivo de las máquinas eléctricas viene a ser la conversión de dicha energía de una forma a otra (p.13).

Para el concepto de potencia eléctrica, la empresa española RTR, nos brinda los conceptos de potencia eléctrica de una manera sencilla de comprender en su publicación “Compensación de Energía Reactiva”<sup>5</sup>, la cual abarca adicionalmente los distintos tipos de potencia a los cuales haremos referencia en la presente investigación.

RTR nos indica que la potencia eléctrica podría definirse como la capacidad de una máquina eléctrica para poder realizar algún trabajo, o también podría ser la cantidad de trabajo realizado por segundo o en su defecto por otra unidad de tiempo. La unidad de medición es el vatio (W).

Así mismo, en muchas de las máquinas eléctricas que están basadas en el electromagnetismo al funcionar con corriente alterna, como los transformadores y los motores de inducción tanto síncronos como asíncronos, tienen que generar campos electromagnéticos de manera autónoma para su funcionamiento, haciendo que al momento de su trabajo se consuman distintos tipos de potencias, las cuales son tres y vienen a ser la potencia activa, la reactiva y la potencia aparente.

Al momento de relacionar estos distintos tipos de potencia se logra obtener el conocido triángulo de potencias eléctricas. En este triángulo, se forma un ángulo  $\phi$  entre la hipotenusa que representa a la potencia aparente y el cateto que representa a la potencia activa,

---

<sup>5</sup> Compensación de Energía Reactiva [en línea]. Madrid (España). 2012 [Fecha de consulta: 18 de diciembre 2018]. Disponible en: [http://www.rtrenergia.es/downloads/reactiva\\_2012.pdf](http://www.rtrenergia.es/downloads/reactiva_2012.pdf).

definimiento así el desfase que ocurre entre el voltaje ( $U$ ) y la intensidad de corriente eléctrica ( $I$ ), así mismo, su coseno viene a ser equivalente ha llamado factor de potencia (FP) o coseno de  $\phi$ . (p.24)

Para los conceptos individuales de los distintos tipos de potencia mencionados anteriormente, RTR comenta al respecto:

La potencia activa, con letra representativa  $P$ , viene a representar la cantidad de potencia utilizada realmente y medida en vatios ( $W$ ) durante el funcionamiento de cualquier máquina eléctrica que realiza algún trabajo.

La potencia reactiva, con letra representativa  $Q$ , es la energía usada por las máquinas eléctricas con la finalidad de generar campos magnéticos. (p. 25).

La potencia aparente, cuya letra representativa viene a ser la letra  $S$ , viene a ser la resultante de los vectores que representarían los dos tipos de potencias anteriormente mencionadas, y como resultado se tiene que esta resultante viene a representar la potencia total que está tomando el sistema desde la red de alimentación eléctrica (p.25).

### **Factor de Potencia**

Adicionalmente a lo explicado anteriormente acerca de las potencias, RTR aclara acerca de la relación entre éstas mediante el factor de potencia:

El factor de potencia (FP), también conocido como el coseno de  $\phi$ , viene a ser la relación que existe entre las potencias activa y aparente, y está determinado de acuerdo al tipo de cargas que se encuentren conectadas a la instalación, ya que las cargas del tipo resistivas son las que tienen un mayor coseno de  $\phi$  y se aproxima mucho a la unidad (p.24).

## **Formulación del Problema**

### **Problema general:**

¿Cómo influye el uso del variador de velocidad en el consumo de energía eléctrica del motor eléctrico asíncrono 600-030 en la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. - Tarapoto, 2019?

### **Problemas específicos:**

¿En qué medida influye el uso del variador de velocidad en el consumo de

corriente eléctrica del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019?

¿En qué medida influye el uso del variador de velocidad en el consumo de potencia activa del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019?

¿En qué medida influye el uso del variador de velocidad en el consumo de potencia reactiva del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019?

¿En qué medida influye el uso del variador de velocidad en el consumo de potencia aparente del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019?

¿En qué medida influye el uso del variador de velocidad en el factor de potencia del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019?

## **Justificación del estudio**

### **Justificación Metodológica**

Esta investigación sugiere una alternativa al método tradicional de control de motores eléctricos utilizados en la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L., la cual actualmente tiene un control básico de sus procesos y los motores cuentan solamente con arranque de tipo estrella triángulo, lo cual implica un costo elevado en interruptores, contactores y temporizadores para soportar los picos de corriente iniciales. El método propuesto sugiere el uso de un variador de frecuencia para optimización del control del motor durante todo su tiempo de operación.

### **Justificación Social**

La presente investigación busca el beneficio que se genera para el usuario al brindarle

un método eficaz para la operación de su motor, generando ahorro económico y aumentando el tiempo de vida útil de sus equipos, debido a que éstos no estarán sometidos a fuertes cargas iniciales como el par y la corriente de arranque y a una menor facturación en el consumo de energía eléctrica.

### **Justificación Práctica**

Esta investigación propone una de las mejores prácticas usadas para el control de motores eléctricos en la industria, lo cual ayuda a evitar muchos problemas que afectan directamente el tiempo útil de operación de los equipos y los costos de mantenimiento y consumo de energía en los que se incurren en la industria, siendo éstos algunos de los más grandes generadores de costos operativos para la industria.

## **Hipótesis**

### **Hipótesis General**

La instalación del variador de velocidad influye significativamente en el consumo de energía eléctrica del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019.

### **Hipótesis Específicas**

El uso del variador de velocidad influye significativamente en el consumo de corriente eléctrica del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019.

El uso del variador de velocidad influye significativamente en el consumo de potencia activa del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019.

El uso del variador de velocidad influye significativamente en el consumo de potencia reactiva del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019.

El uso del variador de velocidad influye significativamente en el consumo de potencia aparente del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias

JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019.

El uso variador de velocidad influye significativamente en el factor de potencia del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto – 2019.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Determinar en qué medida la instalación del variador de velocidad influye en el consumo de energía eléctrica del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019.

### **Objetivos Específicos**

Identificar en qué medida influye el uso del variador de la velocidad en el consumo de corriente eléctrica del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019.

Analizar en qué medida el variador de velocidad influye en el consumo de potencia activa del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019.

Analizar en qué medida el variador de velocidad influye en el consumo de potencia reactiva del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019.

Analizar en qué medida el variador de velocidad influye en el consumo de potencia aparente del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019.

Evaluar en qué medida el uso variador de velocidad influye en el factor de potencia del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019.

## II. MÉTODO

### 2.1 Diseño de Investigación:

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, considerando que fue necesaria la recolección de datos para su análisis mediante el uso de instrumentos y técnicas estadísticas para la demostración de la hipótesis.

El tipo de investigación fue aplicada, debido a que se usaron métodos, procedimientos y fórmulas previamente existentes para todos los casos.

La presente investigación corresponde a un nivel de investigación explicativo experimental en el que se estableció la relación del consumo energético del motor cuando se usa un variador de velocidad y cuando este trabaja de manera directa.

El diseño de la investigación es pre experimental con pre y post prueba, ya que se trabajará sobre un solo motor al cual se le realizarán mediciones previas a la medida de control utilizada para posteriormente realizar mediciones posteriores.

Se realizará una observación inicial  $O_1$  a la muestra o Grupo Experimental sin la intervención de la variable dependiente, para posteriormente realizar una observación  $O_2$  que contemplará el uso del variador de velocidad:

$$GE: O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$$

### 2.2 Variables y Operacionalización

Para la presente investigación se trabajó con dos variables, una independiente y la otra dependiente, las mismas que para su observación y medición se han subdividido en las dimensiones indicadas.

#### 2.2.1 Variables

##### 2.2.1.1 Variable Independiente

Variador de velocidad.

##### 2.2.1.2 Variable Dependiente

Consumo de energía eléctrica.



### 2.2.2.3 Operacionalización de Variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Variador de velocidad	Dispositivo electrónico que permite modificar el valor de la frecuencia de la corriente eléctrica suministrada a motores eléctricos con la finalidad de variar su velocidad.	El variador de velocidad será instalado para controlar el motor eléctrico y poder analizar los efectos que tiene en el consumo de energía.	Uso de variador de frecuencia	Uso	Nominal
Consumo de energía eléctrica	Es el gasto de energía eléctrica que se necesita para realizar un determinado trabajo, en este caso, para generar el movimiento giratorio del motor eléctrico.	El consumo de energía eléctrica será medido utilizando un medidor de energía electrónico, que nos permitirá obtener los datos requeridos para el análisis adecuado de los resultados.	Consumo de corriente eléctrica	Valor del amperaje	De razón
			Factor de potencia	Valor del factor de potencia	
			Potencia activa	Consumo de potencia activa	
			Potencia reactiva	Consumo de potencia reactiva	
			Potencia aparente	Consumo de potencia aparente	

### 2.3 Población y muestra

La población para la investigación fueron los motores eléctricos de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L., y la muestra es el motor eléctrico asíncrono 600-030 del soplador principal de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L.

### 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

#### 2.4.1 Técnica

Para la recolección de datos se usó la observación sistemática mediante el uso

de un medidor de energía, que nos permitió la toma de datos de todas las variables dependientes a analizar.

#### **2.4.2 Instrumento**

El instrumento usado fue el registro de datos tal como se muestra en el anexo 02, en el cual se registraron los datos tomados con el instrumento de medición en campo.

#### **2.4.2 Validez**

El instrumento utilizado fue validado por juicio de expertos, dichos expertos son los siguientes:

Dr. Rosa Mabel Contreras Julián

Mg. Carlos Edwin Lozada Fustamante

Mg. Carlos Alberto Barrientos Silva

#### **2.4.2 Confiabilidad**

Los datos recolectados fueron medidos por el medidor de potencia y fase conectado en la empresa durante el momento de la prueba, al ser proveniente de un instrumento de medida se asume la confiabilidad.

### **2.5 Métodos de análisis de datos**

La tabulación de los datos se realizó con las dimensiones de la variable dependiente que es el consumo de energía, tanto sin el uso y con el uso del variador de velocidad, y con los datos se construyó el conjunto de datos que es necesario para poder hacer uso de un software con capacidades de realizar distintos tipos de análisis estadísticos. Para el análisis de datos se aplicó la prueba de T-student apareado para poder realizar análisis correspondiente a los datos obtenidos que comprende principalmente la comparación entre los distintos momentos de prueba que corresponden a “sin” y “con” uso del variador de velocidad, teniendo en cuenta que se tienen 2 casos para realizar el análisis de las distintas dimensiones de la variable dependiente a analizar. Los resultados se interpretaron según los valores estadísticos obtenidos y se usaron niveles de significancia estandarizados del 5% para el análisis resultante de los distintos momentos de la prueba.

## **2.6 Aspectos éticos**

Los lineamientos éticos que fueron de consideración importante en el desarrollo de la investigación son:

El uso de la información obtenida utilizada únicamente con fines académicos.

Los datos de operación que la empresa considere confidenciales y que por necesidad de la investigación sean necesarios, fueron usados y tratados con conocimiento y consentimiento exclusivo de la empresa.

Mantener el anonimato de los operadores que por motivo de la investigación deban ser consultados para recabar información relevante para la investigación.

Priorizar la seguridad de las personas y propiedad de la empresa durante toda la duración de la investigación y el trabajo en campo.

Actuar manteniendo relaciones de respeto y armonía con el personal que por motivos de la investigación se requiera de su apoyo.



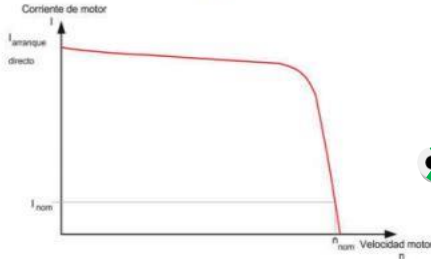

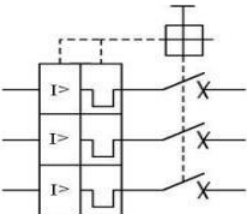
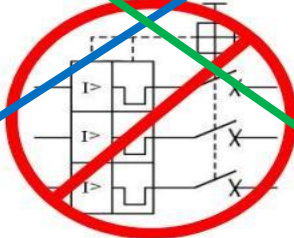


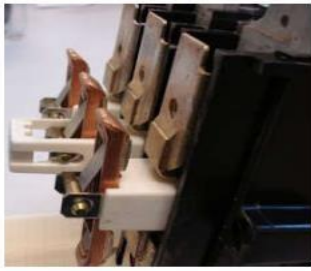

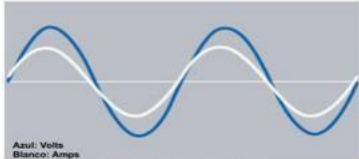
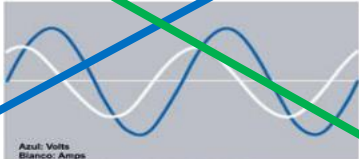
### **III. RESULTADOS**

#### **3.1. Concepción del Diseño.**

Para la selección de la alternativa para el control del motor eléctrico, se realizó la comparativa entre el método de control actual que presenta la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. y la alternativa propuesta que viene a ser el uso del variador de velocidad para dicho fin.

Para realizar un mejor análisis comparativo se realizó una matriz morfológica que contiene las principales características del método que se propone en la investigación y el método tradicional que se viene usando, presentándose ambas como posibles soluciones y para tal efecto se tiene la alternativa A que sigue la ruta de color azul y la alternativa B que sigue la ruta verde.

Tabla 1. Matriz Morfológica.

Características	A	B
Equipo	<p><b>Variador de Velocidad</b></p> 	<p><b>Contactores</b></p> 
Corriente de Arranque	<p><b>Alta</b></p> 	<p><b>Baja</b></p> 
Protección al Motor	<p><b>Incluye</b></p> 	<p><b>No incluye</b></p> 
Integración para Control	<p><b>Permite Automatización</b></p> 	<p><b>No Permite Automatización</b></p> 
Tiempo de vida de Componentes	<p><b>Sufren desgaste</b></p> 	<p><b>No sufren desgaste</b></p> 
Factor de Potencia	<p><b>= 1</b></p>  <p><b>Factor de Potencia Alto</b></p> <p>El factor de potencia es relativamente alto. El voltaje y la corriente están muy cerca de estar "en fase".</p>	<p><b>&lt; 1</b></p>  <p><b>Factor de Potencia Bajo</b></p> <p>El factor de potencia es relativamente bajo. El voltaje y la corriente están significativamente fuera de fase una de otra.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Considerando la importancia de los factores contemplados en la matriz, se hace notoria que la alternativa propuesta del uso del variador de velocidad, para detallar dichos factores, vamos a tomar el detalle de cada uno:

a. Corriente de arranque del motor. Como es sabido, la corriente de arranque de un arranque directo puede llegar de 5 a 7 veces la cantidad de corriente nominal del motor, lo que supone una mayor capacidad de los accesorios o equipos de control y alimentación eléctrica del motor, así mismo, este incremento supone un esfuerzo en el bobinado del motor lo que conlleva a recalentamiento, por lo que la vida del motor se ve afectada.

b. La protección del motor. Al utilizar variador de velocidad, éste se asegura de monitorear los parámetros de seguridad del motor y asegurarse de apagar la máquina si se sobrepasa algún parámetro de seguridad previamente configurado. En el caso de los contactores, se hace necesario el agregar equipos de protección como los relés térmicos y guarda motores para asegurar el apagado del equipo ante un evento de sobrecarga o sobre esfuerzo. Adicionalmente estos guarda motores o relés térmicos, no protegen ante muchas de las fallas posibles que pueden existir en el entorno industrial, como podrían ser la distorsión armónica, los picos de voltaje, los desbalances de carga entre otros.

c. Integración para Control. El variador de velocidad, a través de sus puestos de comunicación permite su integración con otros sistemas de control y su acoplamiento directo a los sistemas SCADA y permite proporcionar información acerca del motor que resulta ser de vital importancia para el proceso, a diferencia del sistema de contactores que solamente permite iniciar y detener el motor y requiere de equipos adicionales para su integración a sistemas de supervisión, control y adquisición de datos SCADA.

d. Tiempo de vida de componentes. El tiempo de vida de un contactor se ve limitado a la cantidad de ciclos de trabajo que efectúe, debido a que cada ciclo de apertura y cierre del contactor genera un arco eléctrico que produce desgaste de los contactos internos del contactor, a diferencia del variador de velocidad que posee contactos electrónicos que no sufren desgaste al no generar arco eléctrico.

e. Factor de potencia. El contactor mantiene el factor de potencia que genera el motor debido a sus bobinados, en cambio, el variador de velocidad, al generar las ondas de voltaje y corriente no afecta el factor de potencia de la red por lo que resulta en 1.

Según lo detallado anteriormente se puede apreciar con claridad las ventajas del uso de variador de velocidad con respecto al uso de contactores para el control de motores

eléctricos, por lo que la solución que es motivo de este proyecto viene a ser la alternativa A.

### 3.1.2. Selección del Variador de Velocidad.

Para la selección del variador de velocidad se requiere tener los datos característicos del motor, los cuales se encuentran en la placa del fabricante que posee las características propias de trabajo normal del motor.

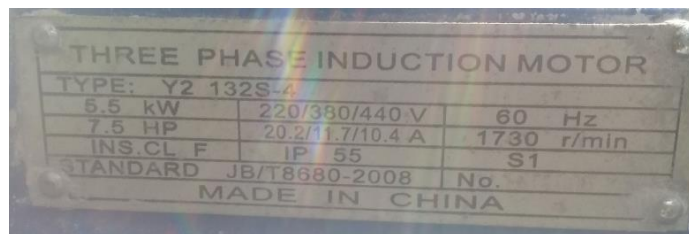


Figura 1. Placa de Características del Motor Eléctrico 600-030. Fuente: JV Ingenieros E.I.R.L.

De la placa de características del motor se obtienen los siguientes datos necesarios para la selección y configuración del variador de frecuencia:

- Potencia nominal del motor: 5.5 kW
- Voltaje nominal del motor: 220/380/440 V
- Intensidad de corriente nominal del motor: 20.2/11.7/10.4 A
- Velocidad de giro nominal el motor: 1730 RPM
- Frecuencia nominal de trabajo del motor: 60 Hz

Para poder llegar a la selección adecuada del variador se tiene en cuenta el dato principal del motor que es su potencia nominal, sin embargo, el fabricante de los variadores de velocidad ENC nos indica una tabla con los datos principales para la selección del tipo de variador según su potencia y corriente tal como lo indica el fabricante en la siguiente tabla:

Input Voltage	Inverter type	Rated output Current(A)	Adaptable motor (KW)
1 phase 220V	EN600-2S0004	2.5	0.4
	EN600-2S0007	4	0.75
	EN600-2S0015	7	1.5
	EN600-2S0022	10	2.2
	EN600-2S0037	15	3.7
3 phase 380V	EN600-4T0007G/0015P	2.3/3.7	0.75/1.5
	EN600-4T0015G/0022P	3.7/5	1.5/2.2
	EN600-4T0022G/0037P	5/8.5	2.2/3.7
	EN600-4T0037G	8.5	3.7
	EN600-4T0055P	13	5.5
	EN600-4T0055G/0075P	13/17	5.5/7.5
	EN600-4T0075G/0110P	17/25	7.5/11
	EN600-4T0110G/0150P	25/33	11/15
	EN600-4T0150G/0185P	33/39	15/18.5
	EN600-4T0185G/0220P	39/45	18.5/22
	EN600-4T0220G/0300P	45/60	22/30
	EN600-4T0300G/0370P	60/75	30/37
	EN600-4T0370G/0450P	75/91	37/45
	EN600-4T0450G/0550P	91/112	45/55
	EN600-4T0550G/0750P	112/150	55/75
	EN500-4T0750G/0900P	150/176	75/90
	EN500-4T0900G/1100P	176/210	90/110
EN500-4T1100G/1320P	210/253	110/132	
EN500-4T1320G/1600P	253/304	132/160	
EN500-4T1600G/2000P	304/380	160/200	
EN500-4T2000G/2200P	380/426	200/220	
EN500-4T2200G/2500P	426/474	220/250	

Figura 2. Detalle de tipos de Inversores. Fuente: Manual de Variadores ENC EN500/EN600 v3.0\_A1

Según la tabla, podemos observar que la potencia de nuestro motor al ser de 5.5kW y 11.7A a 380V, tenemos la opción de utilizar el tipo ENC600-4T0055P o el tipo ENC600-4T0055G/0075P, ya que ambos poseen una potencia nominal de trabajo de 5.5kW y manejan amperajes mayores a los 11.7A que se indican como nominales para el motor. Sin embargo, al ser fundamental en el tiempo de vida del variador y el motor, y por consiguiente al ser una fuente vital del proceso, debe asegurarse un trabajo de manera confiable, manteniendo una alta disponibilidad de los equipos para poder disminuir los



tiempos de parada del proceso que se traduce en costos operativos y de mantenimiento. Debido a estos factores es recomendable la selección del variador que posea una potencia ligeramente mayor a la requerida por el motor, por lo que la primera opción que sería el variador tipo ENC600-4T0055P quedaría descartada considerando que la potencia máxima de trabajo es justamente de 5.5kW, así mismo el amperaje máximo de trabajo permisible para el variador es de 13A estando próximo a los 11.7A que requiere el motor en trabajo normal a plena carga, por lo que si durante el proceso existen momentos de ligeras sobrecargas y por consiguiente aumentos de amperaje, el variador de velocidad estaría trabajando a su límite de corriente.

Durante la operación del motor pueden ocurrir eventos de ligeras sobrecargas que incrementen el amperaje del motor por lo que este podría subir y sobrepasar la capacidad del variador, lo que conllevaría a la parada del motor y en consecuencia de la sección y la producción, por lo que cada vez se hace más clara la opción por la que se debería de optar, siendo esta el variador tipo ENC600-4T0055G/0075P, el cual soporta potencias de hasta 7.5kW e intensidades de corriente de hasta 17A.

Por lo tanto, como selección del variador de frecuencia se tiene al tipo: ENC600-4T0055G/0075P.

### 3.1.3. Planos de Conexión.

Para un adecuado análisis de las variables dependientes en ambos momentos, tanto con uso como sin uso del variador de velocidad, se siguieron a detalle las recomendaciones del proveedor para el correcto conexionado del variador de velocidad, así mismo se tiene el plano de conexión previo al uso del variador de velocidad para esquematizar su modo de operación.

Se tienen los siguientes planos y su detalle para lograr el objetivo del proyecto:

1. Plano de circuito de potencia del motor conectado de manera directa.
  - Este plano muestra la manera en la que el motor se conecta de manera directa a la red eléctrica y representa el primer momento en el que se realizan las mediciones para obtener los datos sin variador de velocidad. Anexo 4.
2. Plano de circuito de mando del motor de manera directa.
  - Este plano detalla las conexiones y componentes utilizados para lograr el control del funcionamiento del motor en el primer momento en el que está conectado de manera directa a la red de alimentación. Anexo 5.

### 3. Plano de conexionado del motor con variador de potencia.

- Este plano muestra cómo conectar el motor eléctrico al variador de velocidad y a su vez el variador de velocidad a la red eléctrica de alimentación para su funcionamiento correcto. Este esquema representa el segundo momento en el que se realizará medición en donde el motor está conectado al variador de velocidad. Anexo 6.

#### 3.1.4. Costos del Proyecto.

##### 1. Consideraciones Generales.

Los costos del proyecto serán asumidos por los autores de la investigación y éstos están detallados dentro de los costos de adquisición únicamente, esto debido a que para el desarrollo del proyecto se contó con el apoyo de la maquinaria brindada por la empresa JV Ingenieros E.I.R.L. y por parte de los autores de la investigación se optó por realizar la compra del variador de velocidad.

Así mismo, no se cuentan con costos de montaje y costos de ingeniería adicionales debido a que el montaje y las pruebas realizadas, así como la elaboración de los planos de conexión y el levantamiento de los planos en campo fue realizado personalmente por los autores de la investigación.

##### 2. Costos de Adquisición.

**Tabla 2.** *Costos del proyecto.*

Descripción	Cantidad	Costo unitario (s/.)	Costo total (s/.)
Variador de Frecuencia ENC600-4T0055G/0075P	1	1,943.00	1,943.00

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla de costos de adquisición se puede apreciar que solamente se cuenta con la adquisición del variador de frecuencia debido a que se contó con el apoyo de JV Ingenieros E.I.R.L. para poder llevar a cabo la investigación. El costo total asciende a fabricación de elementos con sus respectivas cantidades y precios, el total asciende a 1943.00 soles.

#### 3.2. Registro y Análisis de Resultados

##### 3.2.1. Registro de Datos

**Tabla 3. Registro de Datos.**

Variador de Velocidad			Consumo de Energía Eléctrica				
FECHA	HORA	Uso del Variador (Sí/No)	Potencia Activa (KW)	Potencia Reactiva (KVAR)	Potencia Aparente (KVA)	Intensidad de Corriente Eléctrica (A)	Factor de Potencia
2/06/2019	10:42:09	No	0.64	2.1	3.96	18	0.175
2/06/2019	10:42:09	No	0.18	4.42	2.46	23.1	0.723
2/06/2019	10:42:09	No	0.34	4.87	3.44	18	0.546
2/06/2019	10:42:10	No	0.88	1.82	2.42	9	0.736
2/06/2019	10:42:10	No	1.11	1.82	3.23	8.3	0.735
2/06/2019	10:42:10	No	1.28	1.88	1.84	8.3	0.734
2/06/2019	10:42:11	No	1.3	1.82	1.85	8.2	0.732
2/06/2019	10:42:11	No	1.3	1.82	1.9	8.2	0.741
2/06/2019	10:42:12	No	1.3	1.82	1.84	8.3	0.738
2/06/2019	10:42:12	No	1.31	1.82	1.85	8.3	0.74
2/06/2019	10:42:12	No	1.3	1.82	1.85	8.2	0.739
2/06/2019	10:42:13	No	1.31	1.82	1.84	8.3	0.743
2/06/2019	10:42:13	No	1.3	1.81	1.84	8.2	0.743
2/06/2019	10:42:13	No	1.31	1.81	1.85	8.2	0.745
2/06/2019	10:42:14	No	1.3	1.81	1.84	8.2	0.744
2/06/2019	10:42:14	No	1.31	1.81	1.84	8.2	0.742
2/06/2019	10:42:14	No	1.31	1.81	1.84	8.2	0.746
2/06/2019	10:42:15	No	1.31	1.81	1.84	8.2	0.743
2/06/2019	10:42:16	No	1.31	1.82	1.84	8.2	0.745
2/06/2019	10:42:16	No	1.31	1.8	1.84	8.2	0.741
2/06/2019	10:42:16	No	1.31	1.81	1.85	8.2	0.74
2/06/2019	10:42:17	No	1.32	1.81	1.85	8.3	0.745
2/06/2019	10:42:18	No	1.32	1.8	1.85	8.2	0.748
2/06/2019	10:42:19	No	1.32	1.8	1.84	8.2	0.746
2/06/2019	10:42:20	No	1.32	1.8	1.84	8.2	0.742
2/06/2019	10:42:20	No	1.32	1.79	1.84	8.2	0.751
2/06/2019	10:42:20	No	1.32	1.78	1.84	8.2	0.75
2/06/2019	10:42:21	No	1.32	1.78	1.84	8.2	0.746
2/06/2019	10:42:21	No	1.32	1.78	1.84	8.2	0.754
2/06/2019	10:42:22	No	1.32	1.79	1.84	8.3	0.752
2/06/2019	10:42:22	No	1.33	1.8	1.84	8.3	0.747
2/06/2019	10:42:22	No	1.33	1.79	1.85	8.3	0.751
2/06/2019	10:42:22	No	1.32	1.79	1.84	8.2	0.75
2/06/2019	10:42:23	No	1.32	1.79	1.85	8.2	0.75
2/06/2019	10:42:23	No	1.32	1.79	1.85	8.2	0.75
2/06/2019	10:42:23	No	1.32	1.79	1.84	8.2	0.747
2/06/2019	10:42:24	No	1.32	1.79	1.84	8.2	0.748
2/06/2019	10:42:24	No	1.32	1.8	1.84	8.2	0.742
2/06/2019	10:42:24	No	1.32	1.8	1.85	8.2	0.75
2/06/2019	10:42:25	No	1.32	1.8	1.85	8.2	0.748

2/06/2019	10:42:25	No	1.32	1.8	1.85	8.2	0.748
2/06/2019	10:42:25	No	1.32	1.79	1.85	8.2	0.749
2/06/2019	10:42:26	No	1.32	1.79	1.85	8.2	0.748
2/06/2019	10:42:26	No	1.32	1.79	1.85	8.2	0.749
2/06/2019	10:42:26	No	1.32	1.79	1.84	8.2	0.756
2/06/2019	10:42:27	No	1.32	1.79	1.84	8.2	0.752
2/06/2019	10:42:27	No	1.32	1.79	1.85	8.2	0.755
2/06/2019	10:42:28	No	1.32	1.79	1.84	8.2	0.749
2/06/2019	10:42:28	No	1.32	1.79	1.84	8.2	0.763
2/06/2019	10:42:29	No	1.32	1.79	1.84	8.2	0.757
2/06/2019	10:42:29	No	1.32	1.79	1.85	8.2	0.755
2/06/2019	10:42:29	No	1.32	1.79	1.85	8.2	0.759
2/06/2019	10:42:29	No	1.32	1.79	1.85	8.2	0.757
2/06/2019	10:42:30	No	1.32	1.79	1.84	8.2	0.756
2/06/2019	10:42:30	No	1.33	1.79	1.84	8.2	0.761
2/06/2019	10:42:31	No	1.33	1.79	1.84	8.2	0.76
2/06/2019	10:42:31	No	1.07	1.79	0.95	5.3	0.751
2/06/2019	10:42:31	No	0.4	1.79	1.41	0	0.761
2/06/2019	10:42:31	No	0.73	1.61	1.84	0	0.758
2/06/2019	10:42:32	No	0	1.16	1.84	0	0.758
2/06/2019	10:42:32	No	0	0	0.03	0	0.755
2/06/2019	12:02:58	Si	0.08	0.05	0.22	1.2	0.998
2/06/2019	12:02:59	Si	0.02	0.03	0.02	0.2	0.998
2/06/2019	12:02:59	Si	0	0.02	0.09	0	0.999
2/06/2019	12:02:59	Si	0.35	0	0.52	5.2	0.999
2/06/2019	12:03:00	Si	0.51	0.07	0.63	5.2	0.998
2/06/2019	12:03:00	Si	0.2	0.06	0.38	3.4	0.999
2/06/2019	12:03:00	Si	0.72	0.06	0.77	7.1	0.999
2/06/2019	12:03:01	Si	0.62	0.08	0.84	5.7	0.997
2/06/2019	12:03:01	Si	0.68	0.08	0.7	5.7	0.997
2/06/2019	12:03:01	Si	1.01	0.09	0.95	9.1	0.998
2/06/2019	12:03:02	Si	0.9	0.1	1.03	7.8	0.997
2/06/2019	12:03:02	Si	0.79	0.11	1.11	7.1	0.997
2/06/2019	12:03:02	Si	1.2	0.09	1.32	10.3	0.998
2/06/2019	12:03:03	Si	1.26	0.12	1.47	10.3	0.998
2/06/2019	12:03:03	Si	1.11	0.12	1.21	9.4	0.998
2/06/2019	12:03:03	Si	1.75	0.11	2.02	15.3	0.999
2/06/2019	12:03:04	Si	1.56	0.14	1.84	13.7	0.998
2/06/2019	12:03:04	Si	1.4	0.13	1.64	12.3	0.999
2/06/2019	12:03:04	Si	2.17	0.13	1.99	16.9	0.999
2/06/2019	12:03:05	Si	1.96	0.13	1.66	15.3	0.998
2/06/2019	12:03:05	Si	1.88	0.11	1.25	12.7	0.999
2/06/2019	12:03:05	Si	1.49	0.09	0.8	4.7	0.999
2/06/2019	12:03:05	Si	1.04	0.06	0.48	4.7	0.999
2/06/2019	12:03:06	Si	0.48	0.05	0.51	4.3	0.999

2/06/2019	12:03:06	Si	0.54	0.05	0.48	4.3	0.999
2/06/2019	12:03:06	Si	0.47	0.05	0.47	4.2	0.998
2/06/2019	12:03:07	Si	0.48	0.05	0.47	4.2	0.999
2/06/2019	12:03:07	Si	0.48	0.05	0.47	4.2	0.999
2/06/2019	12:03:07	Si	0.46	0.05	0.47	4.2	0.999
2/06/2019	12:03:08	Si	0.47	0.05	0.46	4.2	0.999
2/06/2019	12:03:08	Si	0.47	0.05	0.47	4.2	0.997
2/06/2019	12:03:08	Si	0.47	0.05	0.46	4.2	0.998
2/06/2019	12:03:09	Si	0.48	0.05	0.47	4.3	0.998
2/06/2019	12:03:10	Si	0.47	0.05	0.46	4.2	0.999
2/06/2019	12:03:11	Si	0.48	0.05	0.46	4.2	0.999
2/06/2019	12:03:11	Si	0.48	0.04	0.46	4.2	0.999
2/06/2019	12:03:11	Si	0.47	0.05	0.46	4.2	0.999
2/06/2019	12:03:11	Si	0.47	0.04	0.45	4.2	0.999
2/06/2019	12:03:12	Si	0.47	0.04	0.46	4.1	0.999
2/06/2019	12:03:12	Si	0.46	0.04	0.46	4.1	0.999
2/06/2019	12:03:12	Si	0.47	0.04	0.46	4.1	0.999
2/06/2019	12:03:13	Si	0.46	0.04	0.46	4	0.999
2/06/2019	12:03:13	Si	0.46	0.04	0.46	4.1	0.999
2/06/2019	12:03:13	Si	0.46	0.04	0.45	4.1	0.999
2/06/2019	12:03:14	Si	0.46	0.05	0.45	4.1	0.999
2/06/2019	12:03:14	Si	0.46	0.05	0.45	4.1	0.999
2/06/2019	12:03:14	Si	0.46	0.05	0.44	4.1	0.999
2/06/2019	12:03:15	Si	0.46	0.04	0.44	4.1	0.999
2/06/2019	12:03:15	Si	0.45	0.05	0.44	4.1	0.999
2/06/2019	12:03:15	Si	0.46	0.05	0.45	4.1	0.999
2/06/2019	12:03:16	Si	0.45	0.05	0.44	4	0.999
2/06/2019	12:03:16	Si	0.45	0.05	0.44	4	0.999
2/06/2019	12:03:16	Si	0.45	0.05	0.45	4	0.999
2/06/2019	12:03:17	Si	0.45	0.05	0.45	4	0.999
2/06/2019	12:03:18	Si	0.45	0.05	0.45	4	0.999
2/06/2019	12:03:19	Si	0.45	0.04	0.44	4	0.999
2/06/2019	12:03:19	Si	0.38	0.04	0.45	4	0.999
2/06/2019	12:03:19	Si	0.45	0.04	0.36	4	0.999
2/06/2019	12:03:19	Si	0.26	0.05	0.25	1.2	0.999
2/06/2019	12:03:20	Si	0.15	0.03	0.14	0.1	0.999
2/06/2019	12:03:20	Si	0	0.01	0	0.1	1

Fuente: Elaboración propia.

Con los datos obtenidos y ordenados en el instrumento, se procedió a utilizar la ayuda de software para tener una mejor visualización de los resultados, comparándolo de manera visual, para lo cual se elaboraron gráficas comparativas en el entorno de MS Excel, en las que se busca una comparación visual de los resultados obtenidos antes del uso del variador de velocidad así como cuando se utilizó el variador de velocidad para el trabajo del motor

considerando para ambos casos los mismos segundos de duración de la prueba:

1. Curvas de potencia Activa Con y Sin uso del variador de velocidad:

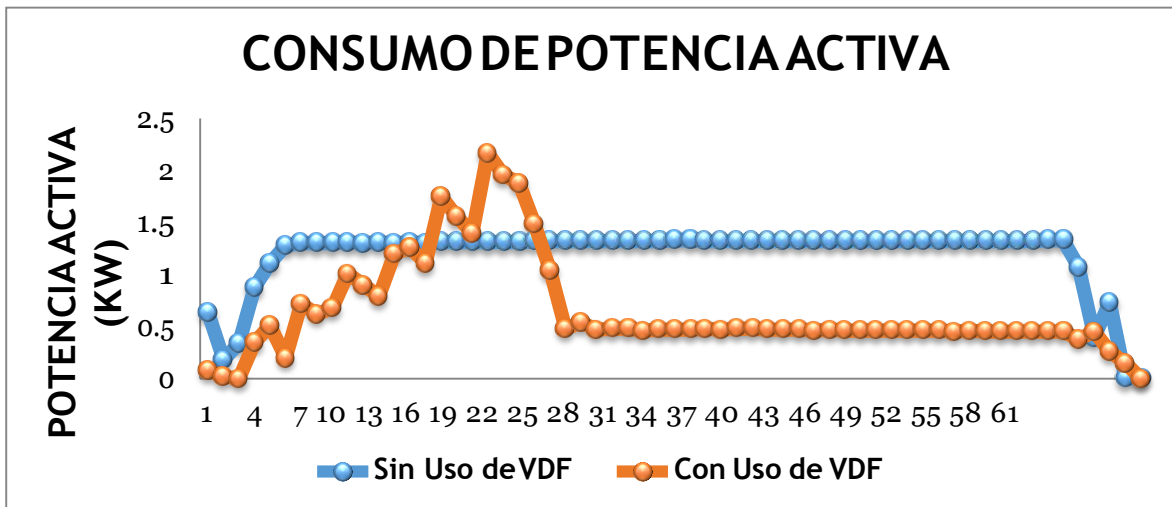


Figura 3. La instalación del variador de velocidad genera un cambio en el consumo de potencia activa de manera evidente tal como se muestra en la gráfica.

2. Curvas de potencia Reactiva Con y Sin uso del variador de velocidad:

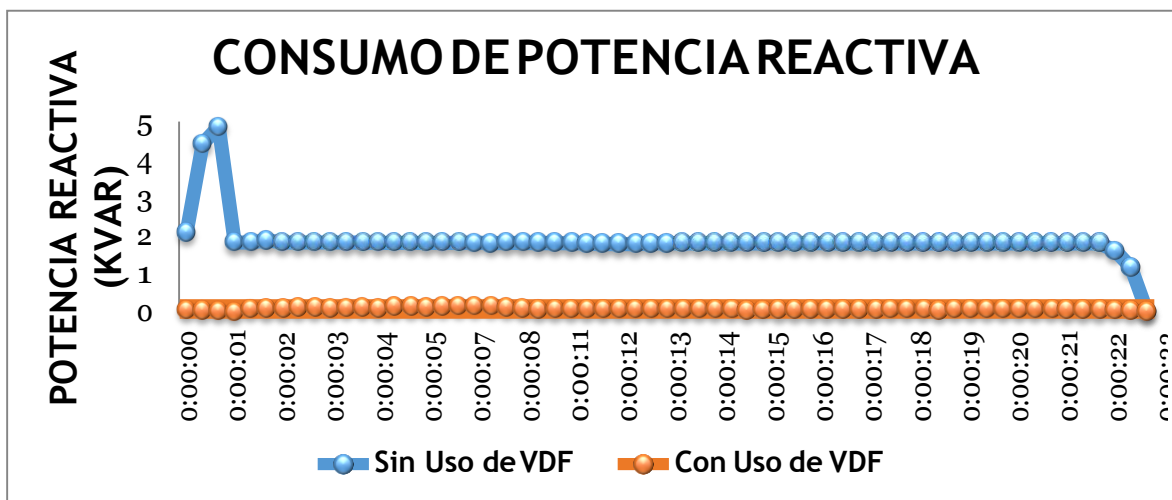


Figura 4. El consumo de potencia reactiva disminuye dramáticamente con la instalación del VDF.

3. Curvas de potencia Aparente Con y Sin uso del variador de velocidad:

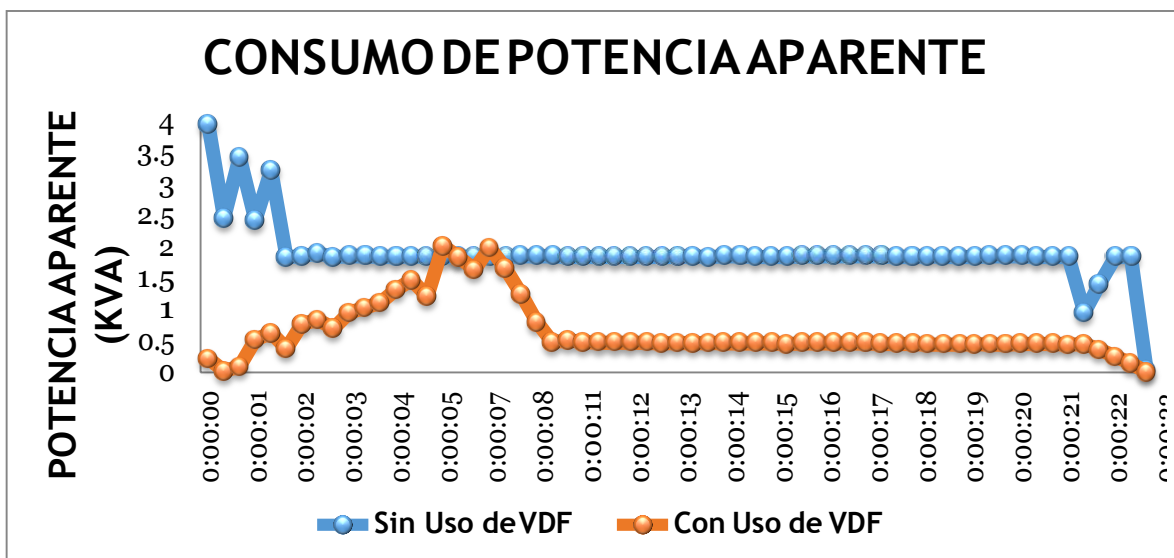


Figura 5. Se aprecia que el variador de velocidad genera una disminución en el consumo de potencia aparente.

4. Curvas de Intensidad de corriente eléctrica Con y Sin uso del variador de velocidad:

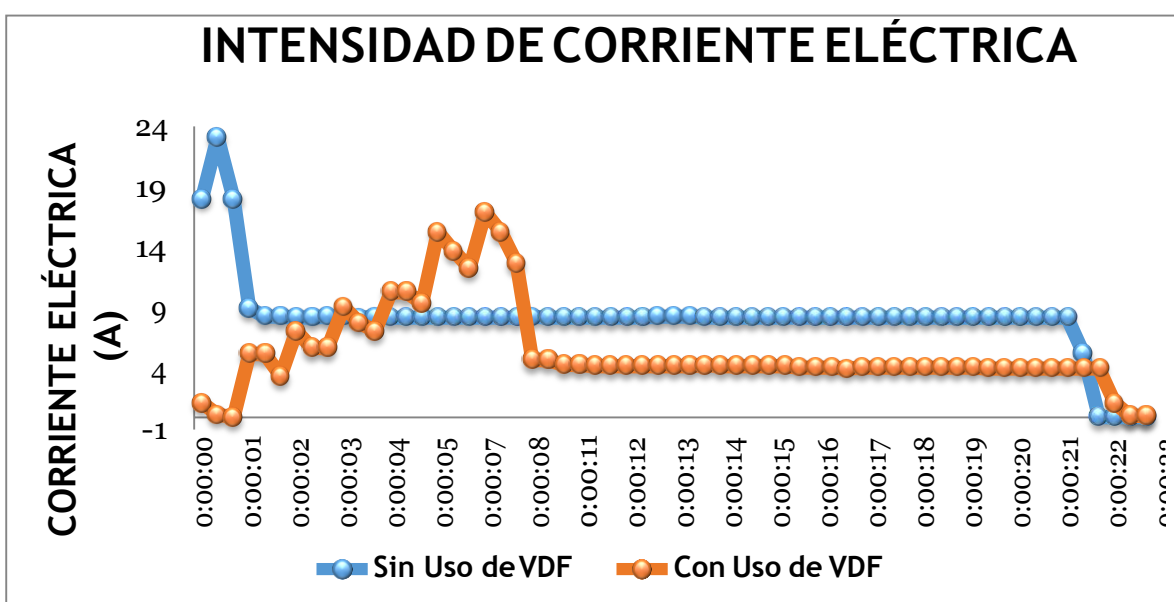


Figura 6. El consumo de corriente eléctrica presenta un incremento en el tiempo de arranque, sin embargo, posteriormente se aprecia una disminución durante todo el tiempo de operación.

## 5. Curvas de Factor de Potencia Con y Sin uso del variador de velocidad:

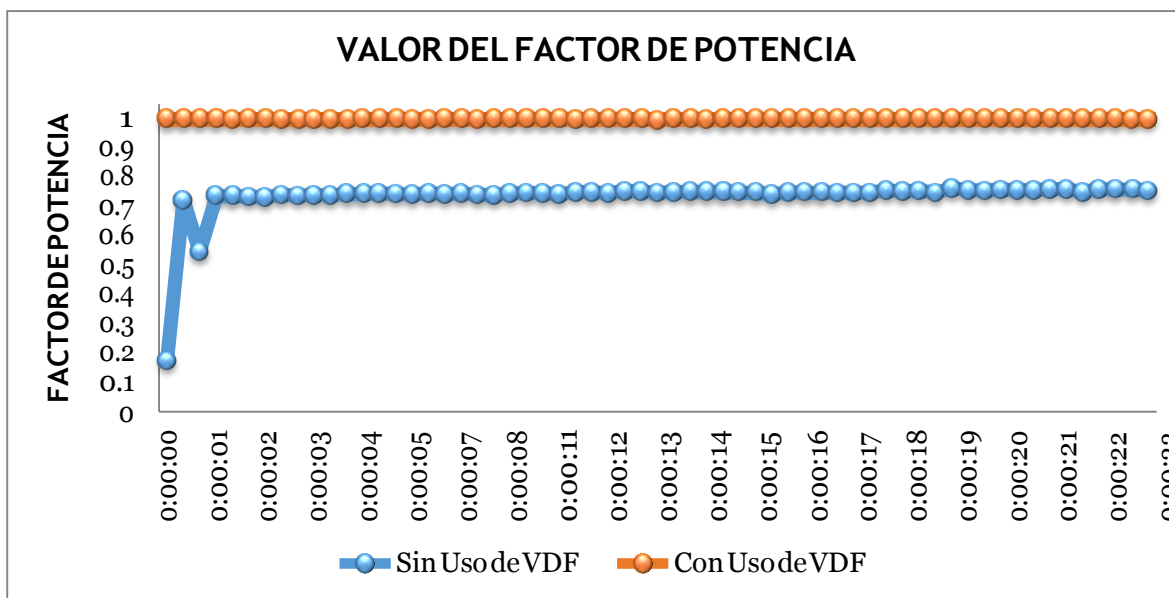


Figura 7. Se puede observar que, durante todo el tiempo de las pruebas, el factor de potencia mantiene un valor muy cercano a 1.

### 3.2.2. Tratamiento Estadístico de Datos

Con la ayuda del software Minitab, se procedió a realizar la prueba de T-student apareada indicada en la metodología, para validar la hipótesis acerca de la influencia del variador de velocidad en el consumo energético del motor eléctrico indicado para el estudio.

Adicionalmente se realizó el tratamiento estadístico para determinar si la influencia del variador de velocidad tiene efectos positivos o negativos en el consumo de energía del motor eléctrico 600-030 de la empresa JV Ingenieros E.I.R.L.

Se tabularon los datos en el software y se ejecutaron las pruebas, obteniendo los siguientes resultados:

- A. Comprobación de hipótesis: La instalación del variador de velocidad influye significativamente en el consumo de energía eléctrica del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019.



- a. Resultados de Prueba T-apareada para la Potencia Activa (KW), comparando los momentos con y sin variador de velocidad.

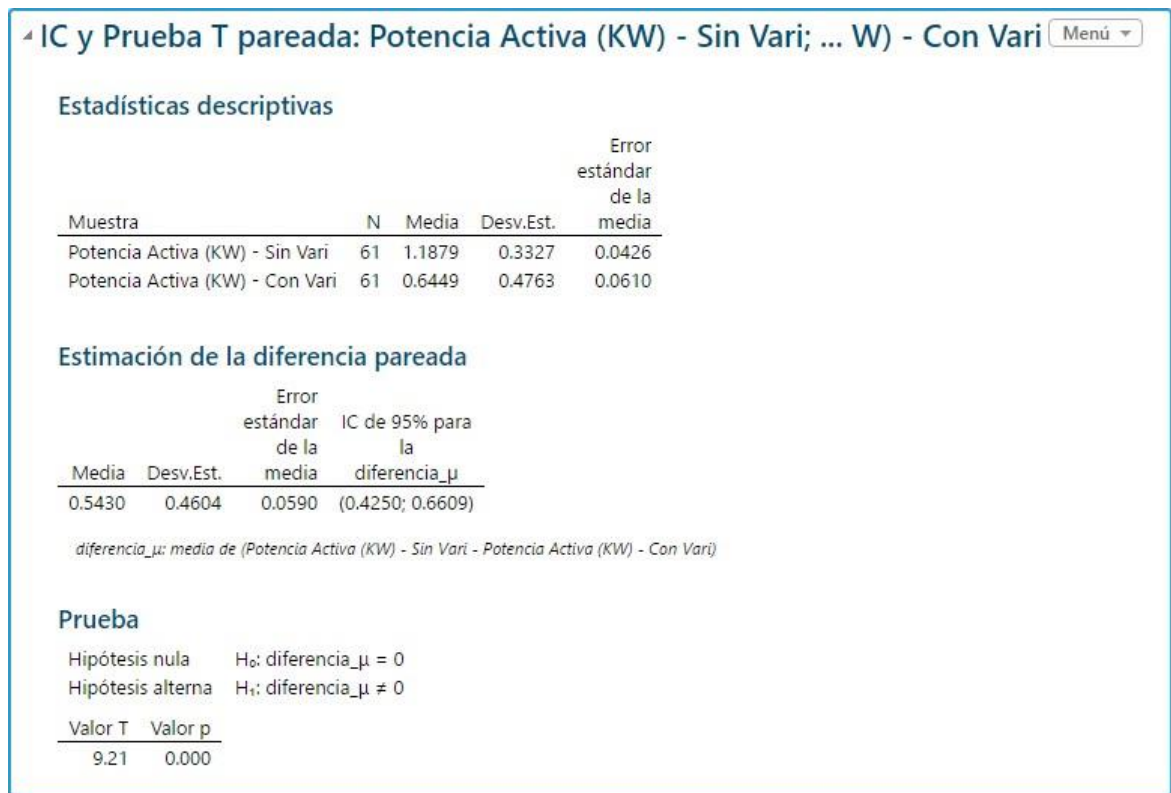


Figura 8. Resultados de Prueba T-apareada para la Potencia Activa.

El valor P de 0 obtenido nos indica que se descarta la hipótesis nula y que la diferencia generada entre los valores de la potencia activa medidos cuando no se utiliza un variador de velocidad es significativamente diferente de la potencia activa medida cuando se hace uso del variador de velocidad. Esto viene a ser indicativo de que la instalación del variador de velocidad influye significativamente en el consumo de potencia activa del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L.

- b. Resultados de Prueba T-apareada para la Potencia Reactiva (KVAR), comparando los momentos con y sin variador de velocidad.

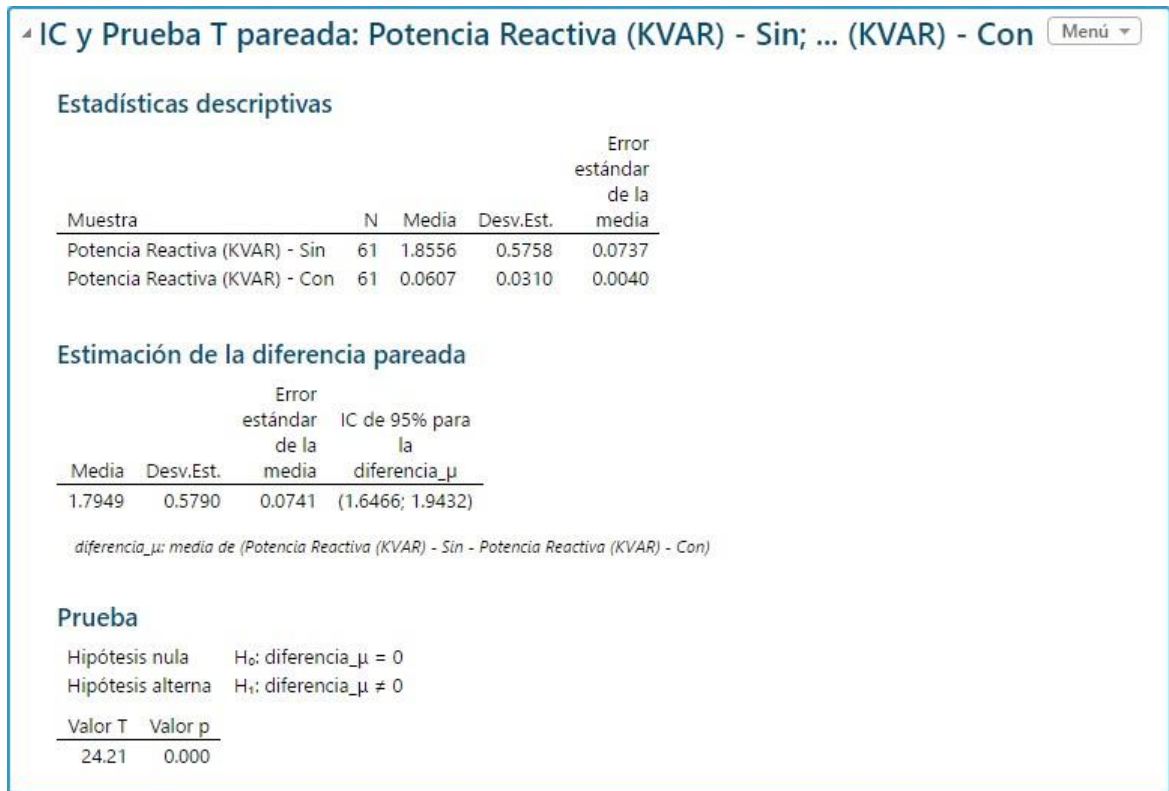


Figura 9. Resultados de Prueba T-apareada para la Potencia Reactiva.

El valor P de 0 obtenido nos indica que se descarta la hipótesis nula y que la diferencia generada entre los valores medidos de la potencia reactiva sin uso de variador de velocidad es significativamente diferente de la potencia reactiva medida durante el uso de variador de velocidad. Esto viene a ser indicativo de que la instalación del variador de velocidad influye significativamente en la potencia reactiva del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L.

- c. Resultados de Prueba T-apareada para la Potencia Aparente (KVA), comparando los momentos con y sin variador de velocidad.

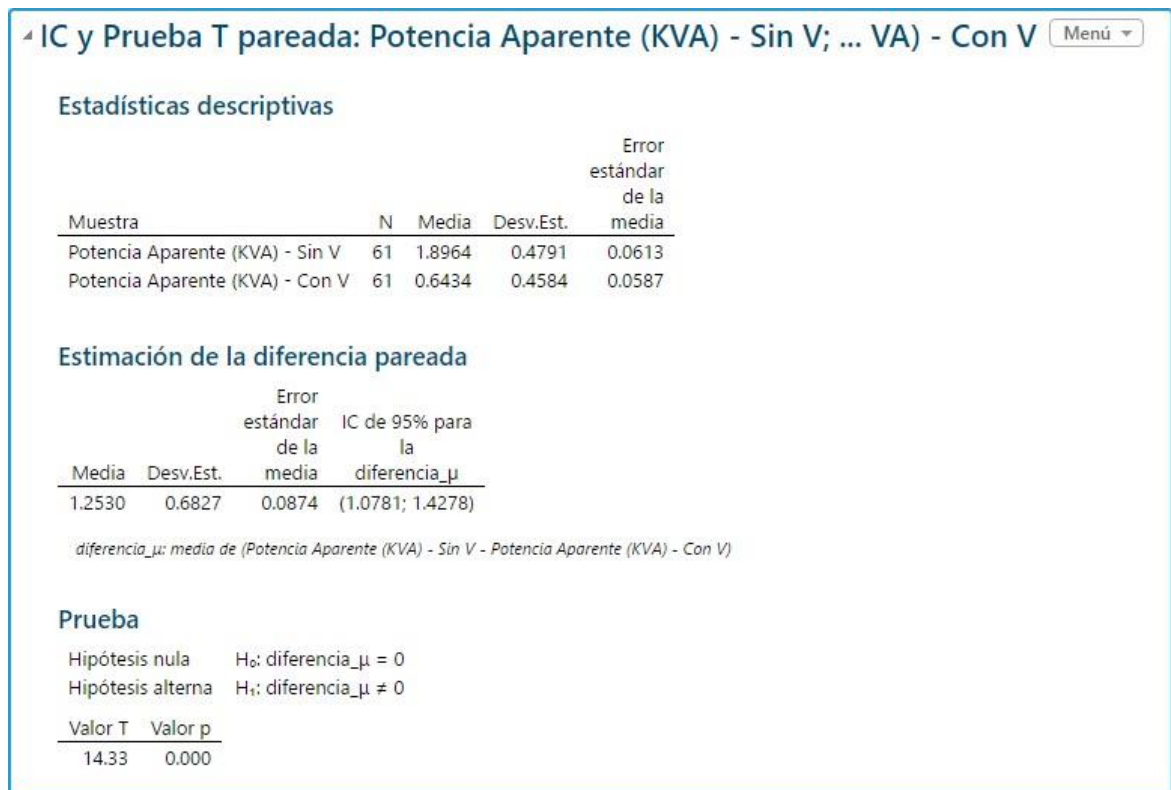


Figura 10. Resultados de Prueba T-apareada para la Potencia Aparente.

El valor P de 0 obtenido nos indica que se descarta la hipótesis nula y que la diferencia generada entre los valores medidos de la potencia aparente sin uso de variador de velocidad es significativamente diferente de la potencia aparente medida durante el uso de variador de velocidad. Esto viene a ser indicativo de que la instalación del variador de velocidad influye significativamente en el consumo de energía eléctrica del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L.

- d. Resultados de Prueba T-apareada para la Intensidad de Corriente Eléctrica (A), comparando los momentos con y sin variador de velocidad.

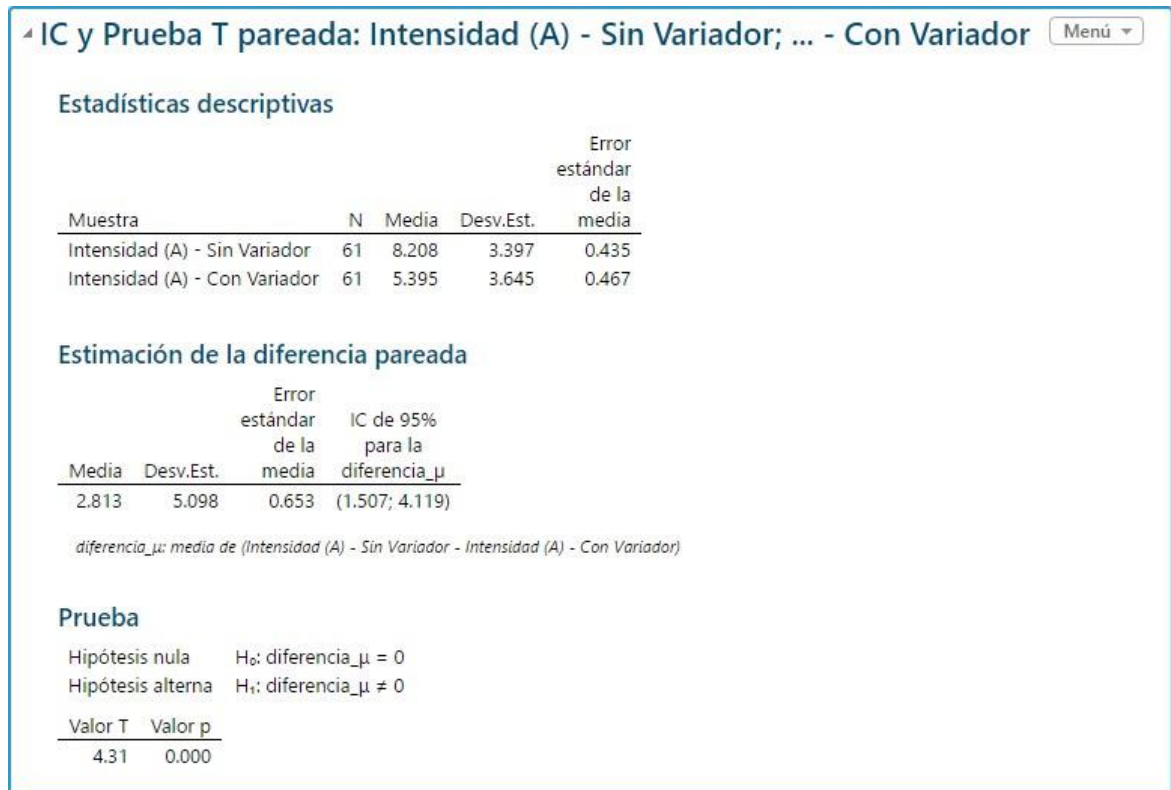


Figura 11. Resultados de Prueba T-apareada para la Intensidad de Corriente Eléctrica.

El valor P de 0 obtenido nos indica que se descarta la hipótesis nula y que la diferencia generada entre los valores medidos de la intensidad de corriente eléctrica sin uso de variador de velocidad es significativamente diferente de la intensidad de corriente eléctrica medida durante el uso de variador de velocidad. Esto viene a ser indicativo de que la instalación del variador de velocidad influye significativamente en el consumo de energía eléctrica del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L.

- e. Resultados de Prueba T-apareada para el Factor de Potencia, comparando los momentos con y sin variador de velocidad.

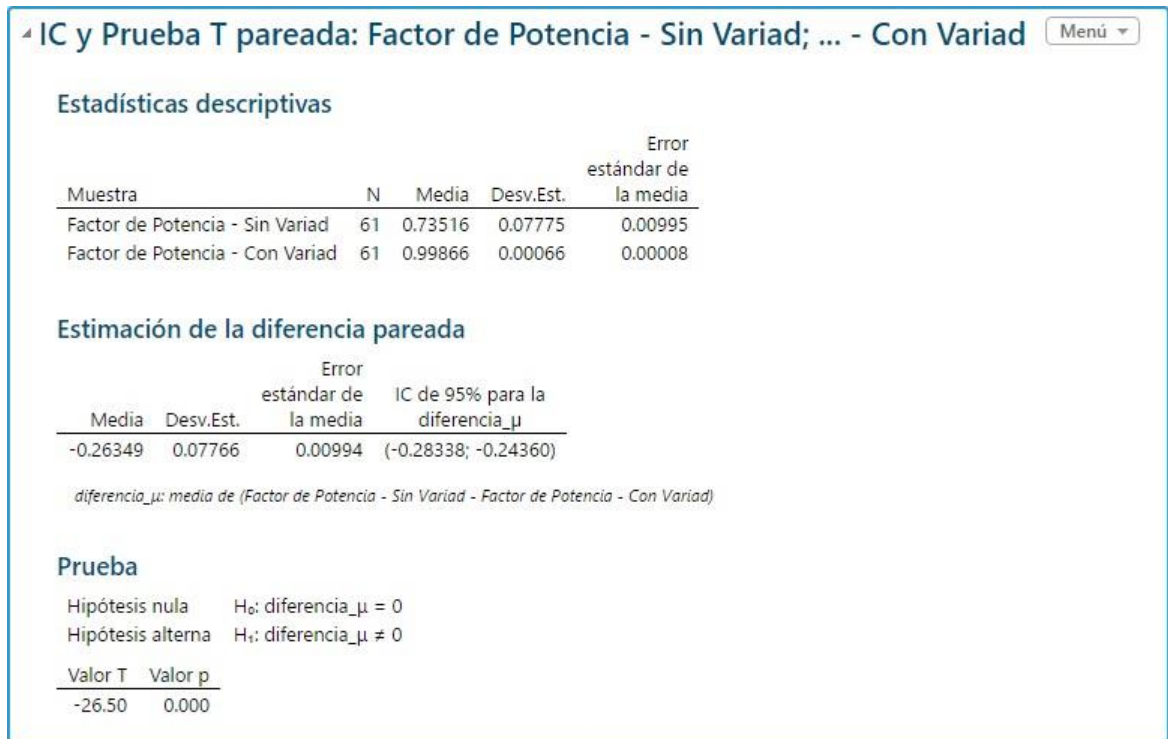


Figura 12. Resultados de Prueba T-apareada para el factor de Potencia.

El valor P de 0 obtenido nos indica que se descarta la hipótesis nula y que la diferencia generada entre los valores medidos del factor de potencia sin uso del variador de velocidad es significativamente diferente de los valores medidos del factor de potencia durante el uso de variador de velocidad. Esto viene a ser indicativo de que la instalación del variador de velocidad influye significativamente en el consumo de energía eléctrica del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L.

- B. Análisis adicional: La instalación del variador de velocidad influye de manera positiva en el consumo de energía eléctrica del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019.
- Para este caso, debido a que es de interés general el conocer las ventajas del variador de velocidad, se procederá a calcular la cantidad de energía que se ahorra mediante su uso para lo cual la medición del ahorro se calculará de manera porcentual para cada componente de la energía eléctrica indicada en el presente trabajo.

- a. Resultados de Prueba T-apareada para la Potencia Activa (KW), comparando los momentos con y sin variador de velocidad.

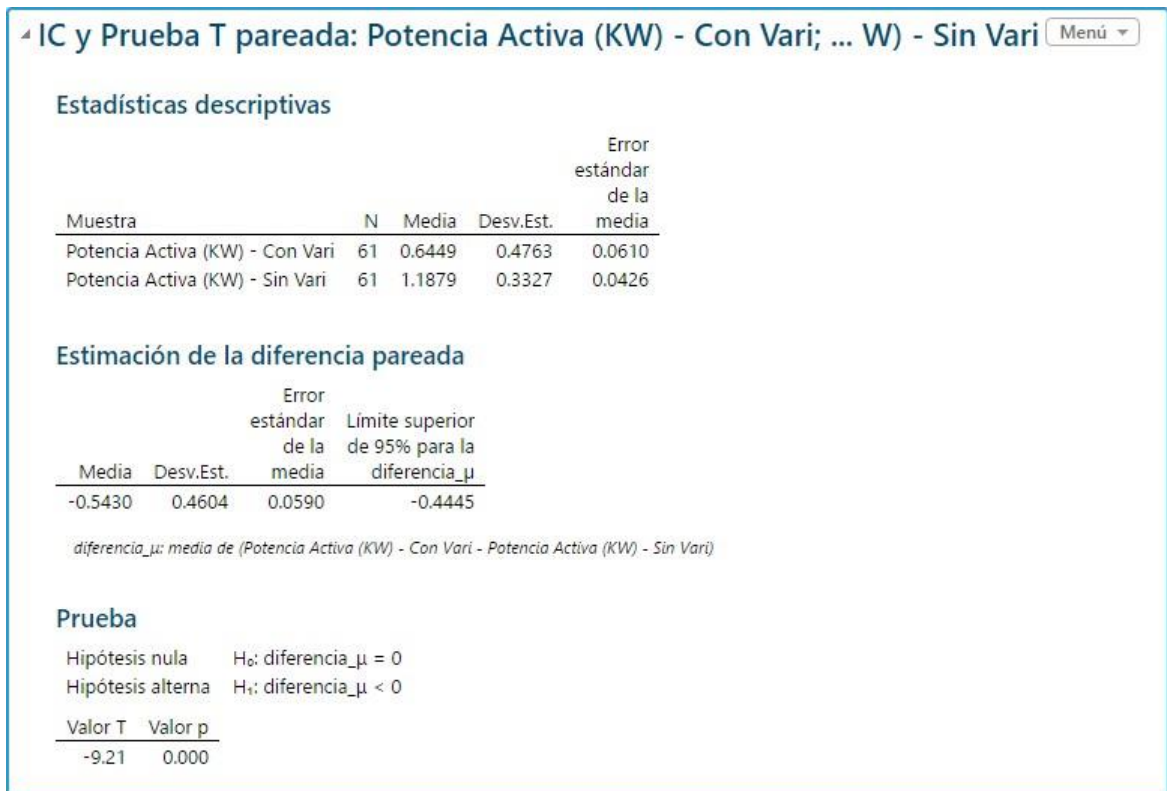


Figura 13. Resultados de Prueba T-apareada, ahorro de Potencia Activa.

El valor P de 0 obtenido descarta la hipótesis nula y valida la hipótesis de que la diferencia es menor a 0, lo que significa que la diferencia entre la potencia activa medida cuando se hace uso del variador de velocidad con respecto a la potencia activa medida sin uso del variador de velocidad es negativa y la potencia consumida se ha reducido.

Procediendo a realizar un análisis detallado, se tiene que la diferencia entre las medias es de -0.5430, dato con el cual se puede obtener el valor de reducción en el consumo de potencia activa, indicando esta reducción de manera porcentual de la siguiente manera:

*% de Ahorro en Consumo de Potencia Activa=*

$$\frac{|\text{Diferencia entre Medias}|}{\text{Potencia Media Sin Uso de Variador de Velocidad}} \times 100\%$$

$$\% \text{ de Ahorro en Consumo de Potencia Activa} = \frac{|-0.5430|}{1.1879} \times 100\%$$

$$\% \text{ de Ahorro en Consumo de Potencia Activa} = 45.711 \%$$

El ahorro en el consumo de potencia activa viene a ser de 45.711%.

- b. Resultados de Prueba T-apareada para la Potencia Reactiva (KVAR), comparando los momentos con y sin variador de velocidad.

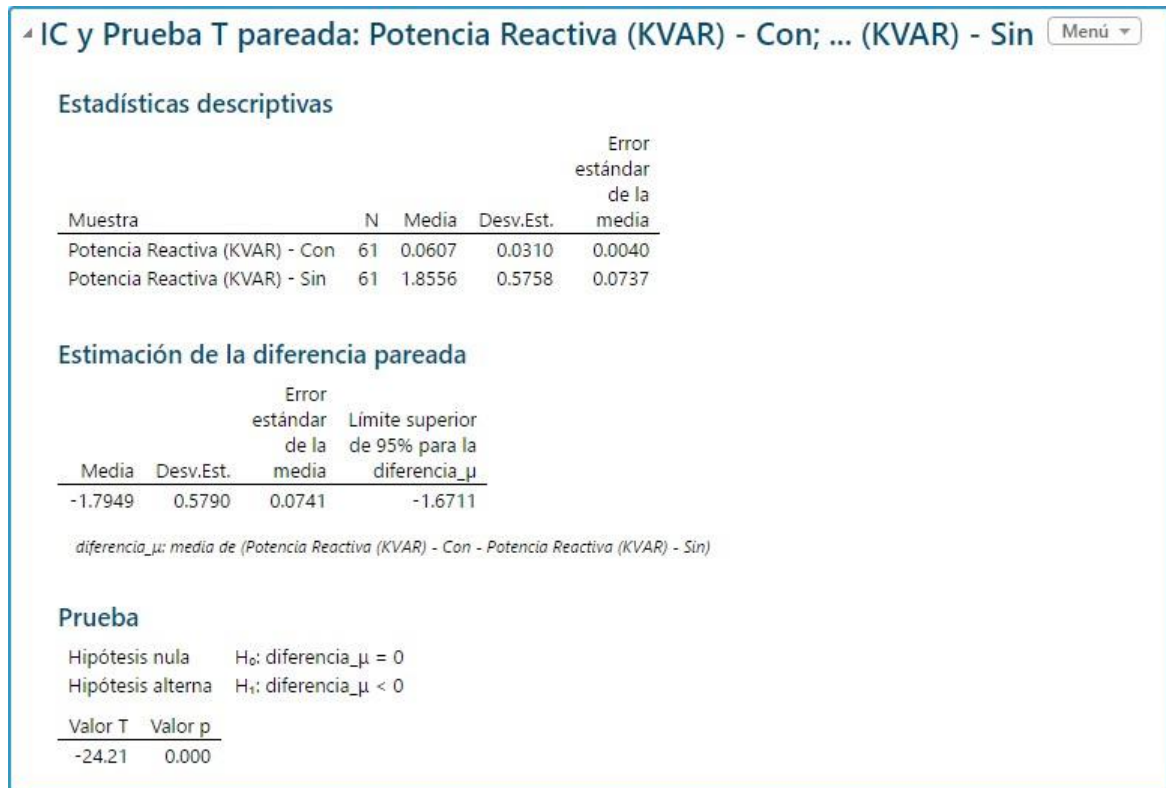


Figura 14. Resultados de Prueba T-apareada, ahorro de Potencia Reactiva.

El valor P de 0 obtenido descarta la hipótesis nula y valida la hipótesis de que la diferencia es menor a 0, lo que significa que la diferencia entre la potencia reactiva medida cuando se hace uso del variador de velocidad con respecto a la potencia reactiva medida sin uso del variador de velocidad es negativa y la potencia consumida se ha reducido.

Se procede a calcular la cantidad de potencia reactiva ahorrada de la misma manera que en el punto anterior y se tiene lo siguiente:

$$\% \text{ de Ahorro en Consumo de Potencia Reactiva} = \frac{|-1.7949|}{1.8556} \times 100\%$$

$$\% \text{ de Ahorro en Consumo de Potencia Reactiva} = 96.729 \%$$

El ahorro en el consumo de potencia reactiva viene a ser de 96.729%.



- c. Resultados de Prueba T-apareada para la Potencia Aparente (KVA), comparando los momentos con y sin variador de velocidad.

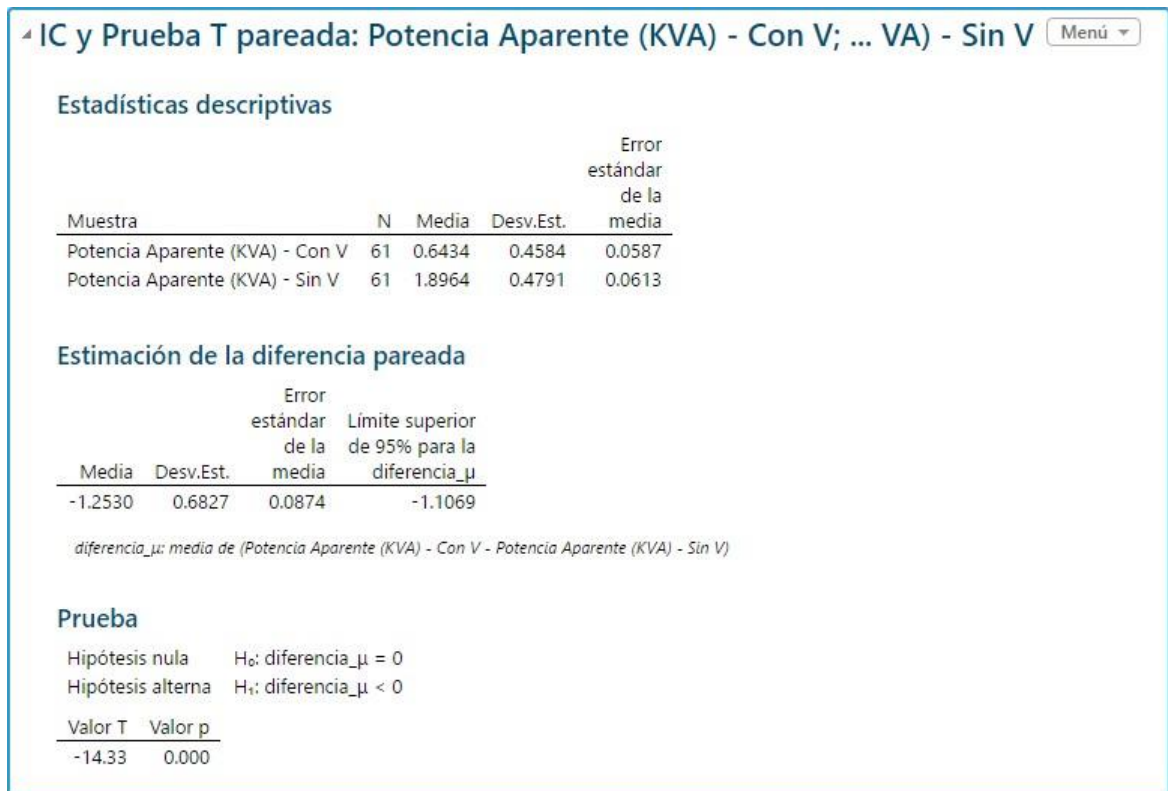


Figura 15. Resultados de Prueba T-apareada, ahorro de Potencia Aparente.

El valor P de 0 obtenido descarta la hipótesis nula y valida la hipótesis de que la diferencia es menor a 0, lo que significa que la diferencia entre la potencia aparente medida cuando se hace uso del variador de velocidad con respecto a la potencia aparente medida sin uso del variador de velocidad es negativa y la potencia consumida se ha reducido.

Calculando la cantidad de potencia aparente ahorrada se tiene lo siguiente:

$$\% \text{ de Ahorro en Consumo de Potencia Aparente} = \frac{|-1.2530|}{1.8964} \times 100\%$$

$$\% \text{ de Ahorro en Consumo de Potencia Aparente} = 66.073 \%$$

El ahorro en el consumo de potencia aparente viene a ser de 66.073%.



- d. Resultados de Prueba T-apareada para la Intensidad de Corriente Eléctrica (A), comparando los momentos con y sin variador de velocidad.

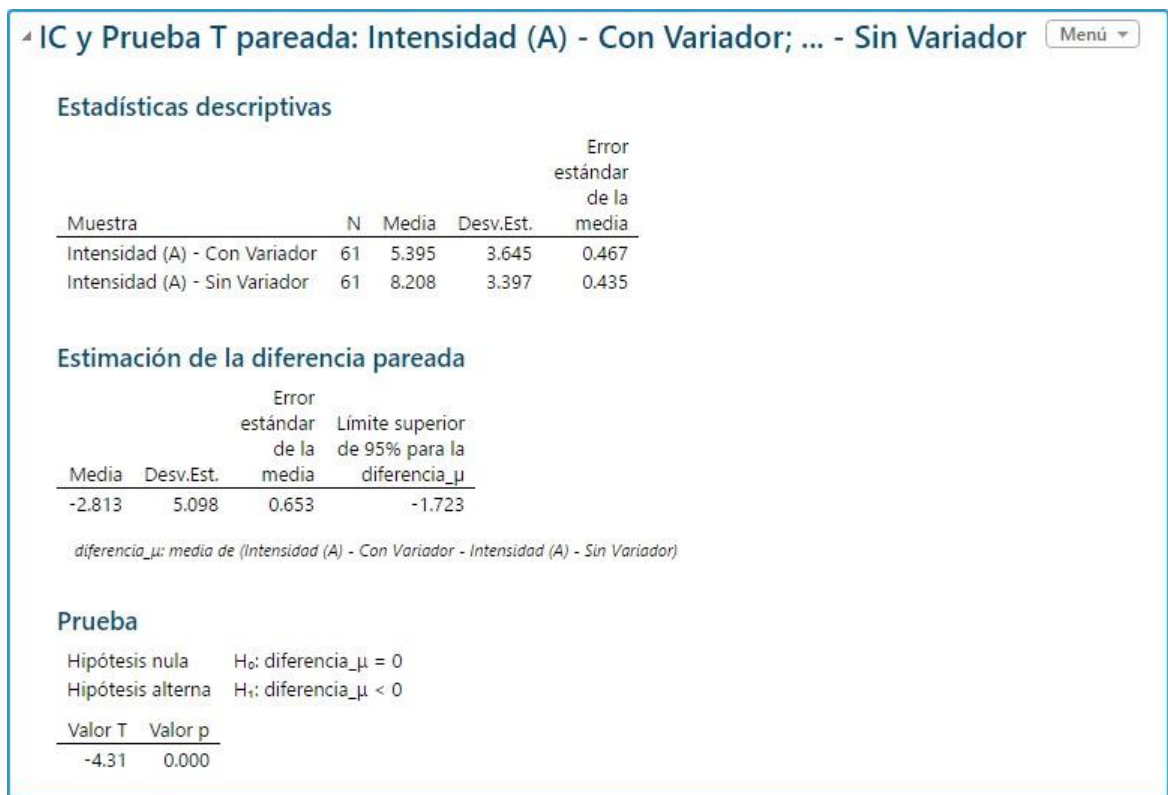


Figura 16. Resultados de Prueba T-apareada, ahorro en consumo de Corriente Eléctrica.

El valor P de 0 obtenido descarta la hipótesis nula y valida la hipótesis de que la diferencia es menor a 0, lo que significa que la diferencia entre la intensidad de corriente eléctrica medida cuando se hace uso del variador de velocidad con respecto a la intensidad de corriente eléctrica medida sin uso del variador de velocidad es negativa y la cantidad de corriente consumida se ha reducido.

Calculando la cantidad de corriente eléctrica ahorrada se tiene lo siguiente:

$$\% \text{ de Ahorro en Consumo de Corriente Eléctrica} = \frac{|-2.813|}{8.208} \times 100\%$$

$$\% \text{ de Ahorro en Consumo de Corriente Eléctrica} = 34.271 \%$$

El ahorro en el consumo de potencia aparente viene a ser de 34.271 %.

- e. Resultados de Prueba T-apareada para el Factor de Potencia, comparando los momentos con y sin variador de velocidad.

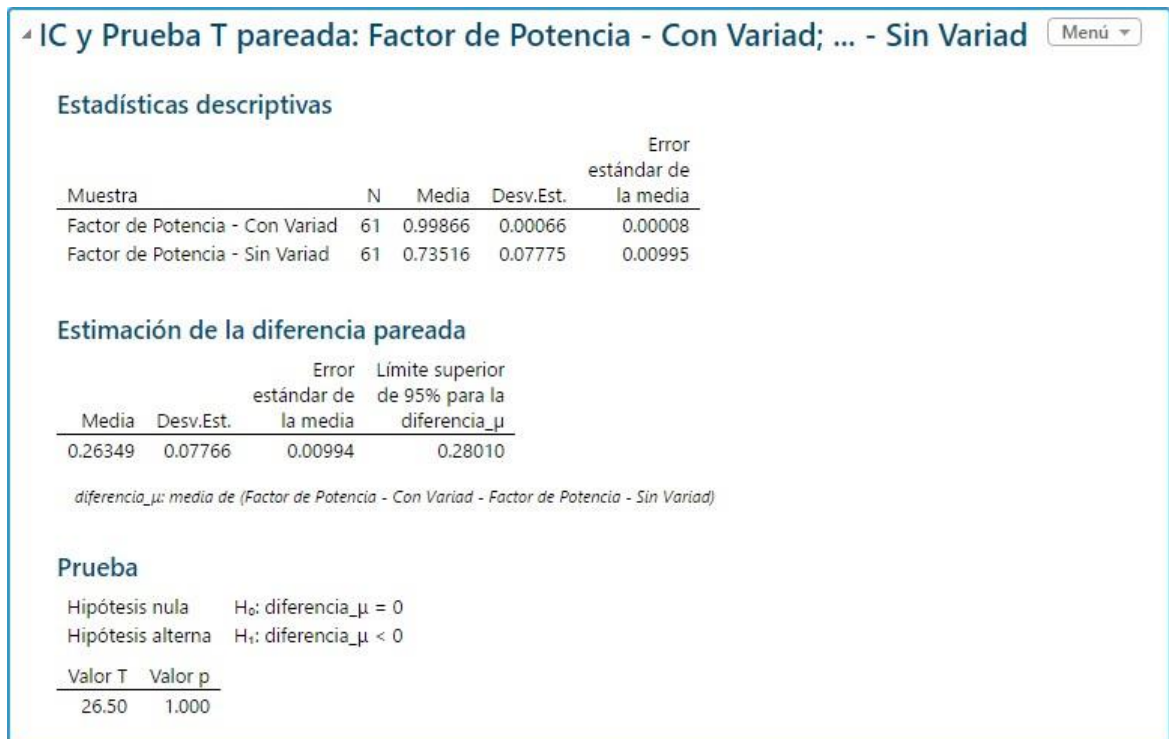


Figura 17. Resultados de Prueba T-apareada, corrección del Factor de Potencia.

El valor P de 1 obtenido valida la hipótesis nula y descarta la hipótesis de que la diferencia es menor a 0, lo que significa que la diferencia entre el factor de potencia medido cuando se hace uso del variador de velocidad con respecto al factor de potencia medido sin uso del variador de velocidad es positiva y su valor ha aumentado. En el caso del factor de potencia, es conveniente el tener valores más cercanos a 1 para evitar el consumo de energía reactiva.

Calculando la diferencia en el factor de potencia se tiene lo siguiente:

$$\% \text{ de Incremento en el Factor de Potencia} = \frac{|0.26349|}{0.73516} \times 100\%$$

$$\% \text{ de Incremento en el Factor de Potencia} = 35.841 \%$$

El incremento en el factor de potencia viene a ser de 35.841 %.

#### **IV. DISCUSIÓN**

Con los resultados obtenidos anteriormente, se puede comentar que se llegó a resultados similares a los que obtuvo Gómez (2014), quien buscaba la reducción en el elevado consumo de energía eléctrica y concluyó en que al cambiar el tipo de arranque convencional por el arranque mediante VDF se logran ahorros significativos, lo cual queda evidenciado en los resultados del presente trabajo.

Con respecto al trabajo de Quispe (2012) quien indicaba tener ahorros de hasta el 50% en la facturación de energía, se puede afirmar que efectivamente el variador de velocidad logra ahorros tan importantes considerando que en los resultados se obtuvieron ahorros en potencia activa de más del 45% y ahorros en potencia aparente de hasta 66%.

Los resultados también avalan las conclusiones a las que llegó Arana (Ecuador, 2017) al indicar que el variador de frecuencia es uno de los métodos más eficaces para el control de un motor eléctrico de inducción.

Comparando este trabajo con el trabajo de Pérez (Guatemala, 2019), en el que indicaba que se generaban ahorros económicos considerables cuando se utilizan variadores de velocidad, se refuerzan sus conclusiones ya que los resultados obtenidos son la principal evidencia de un ahorro considerable en el consumo de energía eléctrica cuando se utiliza variador de velocidad.

## V. CONCLUSIONES

- 5.1. Se logró determinar la medida en la que la instalación del variador de velocidad influye en el consumo de energía eléctrica del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019, volviéndose una alternativa clara de ahorro y mejora en el control de motores eléctricos.
- 5.2. Se logró identificar mediante el análisis estadístico que el uso del variador de velocidad influye de manera significativa en el consumo de corriente eléctrica del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L., reduciendo su consumo en hasta más de un 34 %.
- 5.3 Se identificó mediante los resultados del análisis estadístico que el uso del variador de velocidad reduce el consumo de potencia activa del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L., generando un ahorro de 45.7%.
- 5.4. En los resultados obtenidos se evidenció que la instalación del variador de velocidad genera una reducción en el consumo de potencia reactiva de hasta un 96.729% en el motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L., mejorando de esta manera la eficiencia y el rendimiento del motor eléctrico.
- 5.5. La potencia aparente resultante luego de la instalación del variador de velocidad tuvo un valor medio de 0.6434 KVA en comparación con el valor medio de 1.8964 KVA obtenidos sin el uso del variador de velocidad, lo cual evidencia que el variador de velocidad influye en la reducción del consumo de potencia aparente del 66.07% para el motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L.
- 5.6. El valor del factor de potencia obtenido durante las pruebas realizadas utilizando variador de velocidad tuvieron valores elevados con una media de 0.99766, a diferencia del valor del factor de potencia de 0.73516 obtenido durante las

pruebas realizadas sin la instalación del variador de velocidad, lo que significa que el uso variador de velocidad influye en el incremento del valor del factor de potencia en un 35.841% para el motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- 6.1. Se recomienda realizar un estudio detallado para determinar la cantidad de energía reactiva que necesita el sistema eléctrico de la empresa JV Ingenieros E.I.R.L. para evaluar la influencia de un banco de condensadores en sus instalaciones.
- 6.2. Se recomienda realizar un estudio de la distorsión armónica existente en la red de la empresa JV Ingenieros E.I.R.L. para evaluar el nivel de influencia que tendría la instalación de un reactor de línea para el variador de velocidad.
- 6.3. Se recomienda realizar un estudio para determinar la influencia de la inducción electromagnética en los cables tanto de alimentación como de salida del variador de velocidad hacia el motor para determinar si se lograría una mejora o no con el uso de cables apantallados en la instalación.

## REFERENCIAS

ALLER, José. *Máquinas Eléctricas Rotativas: Introducción a la teoría general*. Venezuela, Equinoccio, 2007. 459 pp. ISBN: 98-023-7223-4

ÁLVAREZ, Manuel. *Convertidores De Frecuencia, Controladores De Motores Y SSR*. España, Marcombo, 2000. 142 pp. ISBN: 84-267-1268-1

ARANA, Leonardo. *Variadores de frecuencia para el control de velocidad de motores asincrónicos jaula de ardilla*. (Tesis de grado), Universidad Central Del Ecuador, Quito, Ecuador, 2017.

*Compensación de Energía Reactiva* [en línea]. Madrid (España). 2012 [Fecha de consulta: 18 de diciembre 2018]. Disponible en: [http://www.rtrenergia.es/downloads/reactiva\\_2012.pdf](http://www.rtrenergia.es/downloads/reactiva_2012.pdf).

Electro Industria. *Principio de funcionamiento y ventajas de los VDF* [en línea]. Santiago (Chile). Mayo 2017 [Fecha de consulta: 11 de diciembre 2018]. Disponible en: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=3000>

Guía del Motor. *Motores de baja tensión* [en línea]. Zürich (Suiza). Diciembre 2014 [Fecha de consulta: 11 de diciembre 2018]. Disponible en: <https://library.e.abb.com/public/60c66ea11b71473099ee019f266ddc77/GUIA%20MOTOR%20COLOR%20BAJA.pdf>. ISBN: 978-9968-904-36-0

GÓMEZ, Orlando. *Configuración del Variador de Frecuencia para reducir el alto consumo de energía en el sistema de izaje de la empresa Mundo Perú Gold S.A.C.* (Tesis de grado), Universidad Nacional Del Centro Del Perú, Huancayo, Perú, 2014.

Manual técnico. *Colección Motores Eléctricos: Serie Manuales Técnicos* [en línea]. San José (Costa Rica). Marzo 2009 [Fecha de consulta: 11 de diciembre 2018]. Disponible en: <http://bunca.org/publicaciones/manuales/ManualesTecnicos03Agosto2011/Motores.pdf>. ISBN: 978-9968-904-36-0

PÉREZ, Michael. *El ahorro de energía con un variador de frecuencia y las diferentes aplicaciones, en la industria con equipo Mitsubishi*. (Tesis de grado), Universidad De San Carlos De Guatemala, Guatemala, Guatemala, 2009.

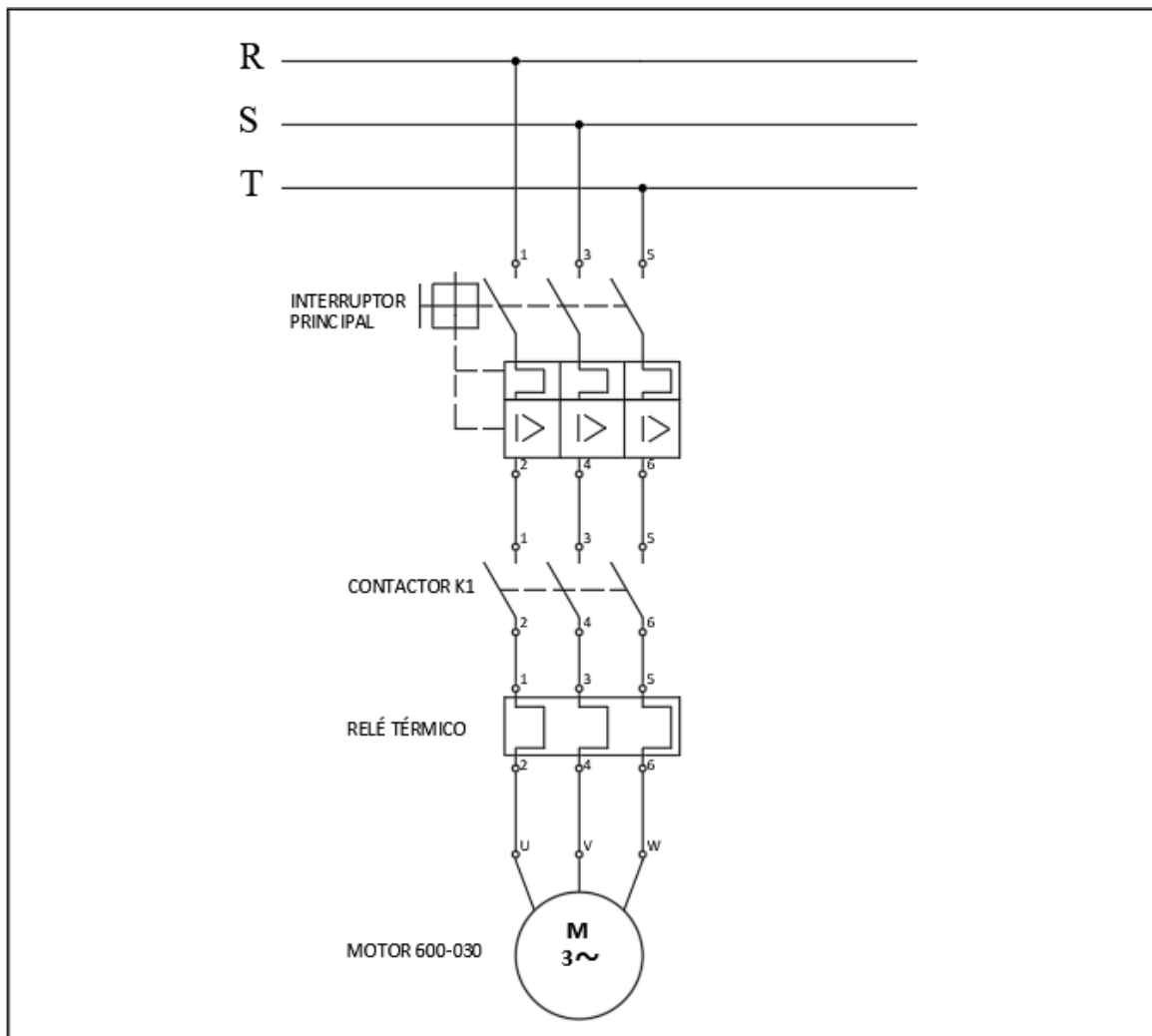
QUISPE, Juan. *Análisis de la eficiencia energética de electrobombas controlados por variadores de velocidad*. (Tesis de grado), Universidad Nacional Del Centro Del Perú, Huancayo, Perú, 2012.


SÁNCHEZ, Mariano. *Cómo reducir el impacto de la reforma eléctrica en la industria*. Revista BeEnergy [en línea]. setiembre - octubre 2014, n.º 23. [Fecha de consulta: 09 de noviembre de 2018]. Disponible en: <http://www.beenergy.es/sites/default/files/revistas/n23/files/revista%20b23.pdf>. ISBN: 9788493713850



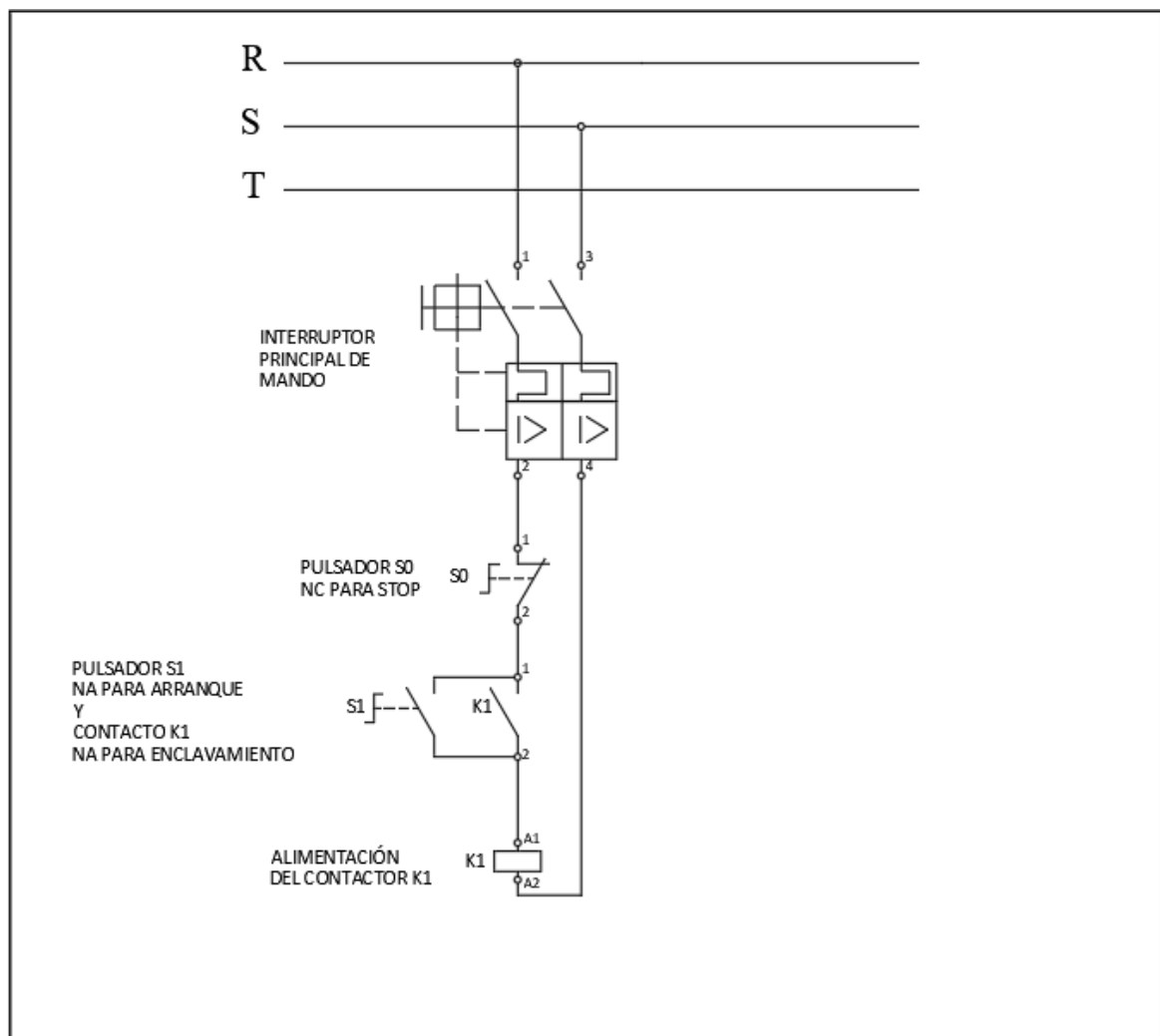
# **ANEXOS**


## Conexión directa del motor.



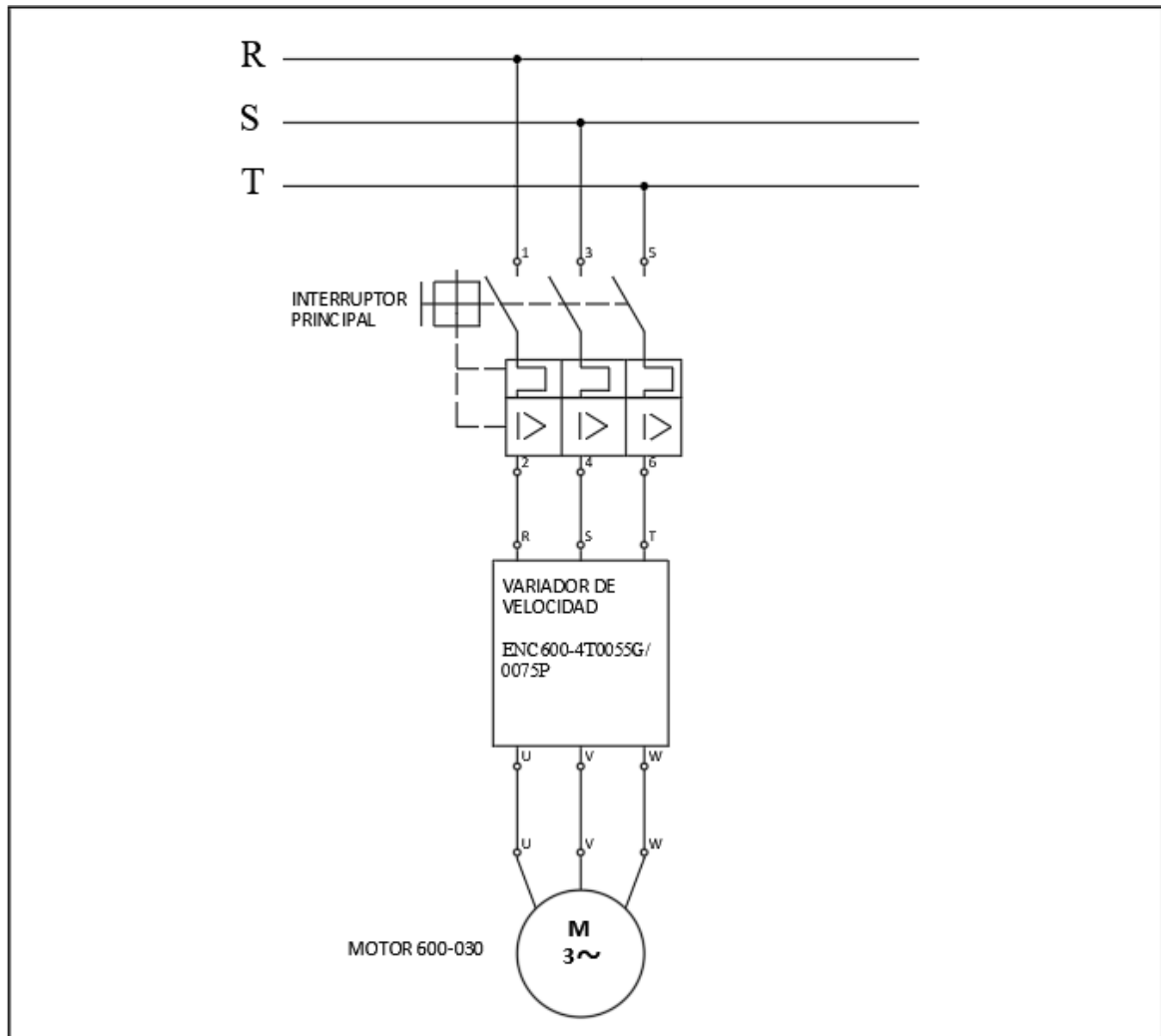
Dibujado por: Marlon López Pereyra Carlos Cuzco García	FECHA: 03/06/2019	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA  <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>
<b>Conexión directa del Motor</b>	ESCALA: S/E	
	Nº Plano: 01	
Empresa: Industrias JV Ingenieros E.I.R.L.	Anexo 04	


## Conexión del circuito de mando del motor para conexión directa.



Dibujado por: Marlon López Pereyra Carlos Cuzco García	FECHA: 03/06/2019	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
<b>Circuito de Mando para Arranque Directo del Motor</b>	ESCALA: S/E	 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>
	N° Plano: 02	
Empresa: Industrias JV Ingenieros E.I.R.L.	Anexo 05	

## Conexión del motor al variador de velocidad.



Dibujado por: Marlon López Pereyra Carlos Cuzco García	FECHA: 03/06/2019	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
<b>Conexión del Motor con                  Variador de Velocidad</b>	ESCALA: S/E N° Plano: 03	
Empresa: Industrias JV Ingenieros E.I.R.L.	Anexo 06	 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>

## Matriz de consistencia

**Título:** Uso del Variador de Velocidad y el Consumo de Energía Eléctrica en el Motor Eléctrico Asíncrono 600-030 de la Empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnica e Instrumentos
<p><b>Problema general:</b> ¿Cómo influye el uso del variador de velocidad en el consumo de energía eléctrica del motor eléctrico asíncrono 600-030 en la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. - Tarapoto, 2019?</p> <p><b>Problemas específicos:</b> ¿En qué medida influye el uso del variador de velocidad en el consumo de corriente eléctrica del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019? ¿En qué medida influye el uso del variador de velocidad en el consumo de potencia activa del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019? ¿En qué medida influye el uso del variador de velocidad en el consumo de potencia reactiva del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019? ¿En qué medida influye el uso del variador de velocidad en el consumo de potencia aparente del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019? ¿En qué medida influye el uso del variador de velocidad en el factor de potencia del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar en qué medida la instalación del variador de velocidad influye en el consumo de energía eléctrica del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b> Identificar en qué medida influye el uso del variador de velocidad en el consumo de corriente eléctrica del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019. Analizar en qué medida el variador de velocidad influye en el consumo de potencia activa del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019. Analizar en qué medida el variador de velocidad influye en el consumo de potencia reactiva del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019. Analizar en qué medida el variador de velocidad influye en el consumo de potencia aparente del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019. Evaluar en qué medida el uso del variador de velocidad influye en el factor de potencia del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> La instalación del variador de velocidad influye significativamente en el consumo de energía eléctrica del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b> El uso del variador de velocidad influye significativamente en el consumo de corriente eléctrica del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019. El uso del variador de velocidad influye significativamente en el consumo de potencia activa del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019. El uso del variador de velocidad influye significativamente en el consumo de potencia reactiva del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019. El uso del variador de velocidad influye significativamente en el consumo de potencia aparente del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto, 2019. El uso del variador de velocidad influye significativamente en el factor de potencia del motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L. – Tarapoto – 2019.</p>	<p><b>Técnica:</b> Se utilizará la observación sistemática.</p> <p><b>Instrumentos:</b> Se utilizará el registro de datos</p>
<b>Diseño de investigación</b>	<b>Población y muestra</b>	<b>Variables y dimensiones</b>	
<p>El diseño de la investigación será <b>pre experimental con pre y post prueba</b>. La investigación tendrá un <b>enfoque cuantitativo</b>, será del <b>tipo aplicada explicativo experimental</b>.</p> <p><b>GE: <math>O_1 \Rightarrow X \Rightarrow O_2</math></b></p>	<p><b>Población:</b> Motores eléctricos de la empresa Industrias JV Ingenieros E.I.R.L.</p> <p><b>Muestra:</b> Motor eléctrico 600-030</p>	<b>Variables:</b>	<b>Dimensiones:</b>
		Variador de Velocidad	Uso del Variador de frecuencia
		Consumo de Energía Eléctrica	Consumo de corriente Eléctrica Factor de potencia Potencia activa Potencia Reactiva Potencia Aparente





## Validación de Instrumentos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

#### II. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Dr. Rubio Luna Victoria Edward Freddy  
 Institución donde labora : Universidad César Vallejo  
 Especialidad : Doctor en Gestión Universitaria  
 Instrumento de evaluación : Registro de Datos  
 Autor (s) del instrumento (s): López Pereyra Marlon y Cuzco García Carlos Enrique

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables: Variador de velocidad y Consumo de Energía Eléctrica, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a las variables: Variador de velocidad y Consumo de Energía Eléctrica.				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permitan hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoje a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables: Variador de velocidad y Consumo de Energía Eléctrica.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responder al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						47

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente", sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido y aplicable)

#### IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

47

Tarapoto, 16 de diciembre del 2018

  
 Edward R. Rubio Luna Victoria  
 ING. DE SISTEMAS  
 R. CIP. 110663

**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**
**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: Dra. Contreras Julián Rosa Mabel

Institución donde labora : Universidad César Vallejo

Especialidad : Docente Metodóloga

Instrumento de evaluación : Registro de Datos

Autor (s) del instrumento (s): López Pereyra Marlon y Cuzco García Carlos Enrique

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**
**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables: Variador de velocidad y Consumo de Energía Eléctrica, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a las variables: Variador de velocidad y Consumo de Energía Eléctrica.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables: Variador de velocidad y Consumo de Energía Eléctrica.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>47</b>

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

*El instrumento es aplicable para la investigación*

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:** 47

 Tarapoto, 16 de diciembre de 2018



**Dra. Rosa Mabel Contreras Julián**  
 CPPe: 0324802



**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**
**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: Mg. Lozada Fustamante Carlos Edwin.  
 Institución donde labora : INDEPENDIENTE  
 Especialidad : INGENIERIA MECÁNICA ELECTRICA  
 Instrumento de evaluación : Registro de Datos  
 Autor (s) del instrumento (s): López Pereyra Marlon y Cuzco García Carlos Enrique

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables: Variador de velocidad y Consumo de Energía Eléctrica, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a las variables: Variador de velocidad y Consumo de Energía Eléctrica.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables: Variador de velocidad y Consumo de Energía Eléctrica.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>47</b>

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)


**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

El instrumento es aplicable para la investigación

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

**47**

Tarapoto, 17 de diciembre de 2018

  
 Carlos Edwin Lozada Fustamante  
 INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
 Reg. CIP. 128294

Autorización donde se ejecutó la investigación

# CONSTANCIA

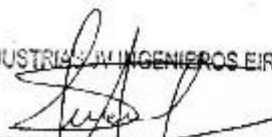
El gerente de la empresa Industrial **JV Ingenieros E.I.R.L Tarapoto**,  
**HACE CONSTAR:**

Que los estudiantes: Carlos Enrique Cuzco García y Marlon López Pereyra, del programa de estudio de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Cesar Vallejo, filial Tarapoto realizaron la investigación, cuyo título es: "**Uso del variador de Velocidad y el Consumo de Energía Eléctrica en el Motor Eléctrico Asíncrono 600-030 de la empresa Industrial JV Ingenieros E.I.R.L Tarapoto, 2019**".

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados para fines que crean conveniente.

Tarapoto, 26 de diciembre de 2018

INDUSTRIA JV INGENIEROS E.I.R.L

  
.....  
Jose Natividad Vela Pérez  
GERENTE GENERAL  
DNI-01152139

## Acta de aprobación de originalidad de tesis



### ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Código : F06-PP-PR-02.02  
Versión : 10  
Fecha : 10-06-2019  
Página : 1 de 1

Yo, **RUIZ VÁSQUEZ SANTIAGO ANDRÉS** docente de la Facultad de **Ingeniería** y Escuela Profesional de **Mecánica Eléctrica** de la Universidad César Vallejo, filial Tarapoto, revisor (a) de la tesis titulada:

**“Uso del variador de velocidad y el consumo de energía eléctrica en el motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV INGENIEROS E.I.R.L. – Tarapoto, 2019”**, de los estudiantes **Carlos Enrique Cuzco García** con DNI N° **01127231** y **Marlon López Pereyra** con DNI N° **71212796**, Constató que la investigación tiene un índice de similitud de **5%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

Los/las suscritos (as) analizo dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Tarapoto, **23** de **Julio** del 20**19**

  
.....  
**Ruiz Vásquez Santiago Andrés**  
**Ing. Mecánico**  
**CIP. 125897**

.....  
**Ing. Santiago Andrés Ruiz Vásquez**  
**DNI: 18882577**

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



# Pantallazo del Turnitin

The screenshot shows a Turnitin submission interface. On the left, a document is displayed with the following text:

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA

Uso del variador de velocidad y el consumo de energía eléctrica en el motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV INGENIEROS E.I.R.L. – Tarapoto, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Mecánico Electricista

AUTORES:  
Carlos Enrique Cuzco García (ORCID: 0000-0001-7024-8587)  
Marlon López Pereyra (ORCID: 0000-0002-1992-6941)

At the bottom of the document view, it says: "Número de palabras: 11305".

On the right, a "Resumen de coincidencias" (Similarity Summary) panel is open, showing a 5% similarity score. It lists five sources:

Rank	Source	Percentage
1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 %
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
3	potenciaelectronica-yesla... Fuente de Internet	<1 %
4	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
5	rephip.unr.edu.ar Fuente de Internet	<1 %

The interface also includes navigation controls at the top (back, forward, search) and a toolbar on the right with icons for document, checkmark, copy, and download. At the bottom, there are options for "Text-only Report" and "High Resolution" (which is "Activado").

## Autorización de publicación de tesis

 <b>UCV</b> <small>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</small>	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> <b>UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo **Carlos Enrique Cuzco García**, identificado con DNI N° 01127231 y **Marlon López Pereyra** N° 71212796 egresados de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica eléctrica** de la Universidad César Vallejo, autorizo  , No autorizo  la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulada:

**"Uso del variador de velocidad y el consumo de energía eléctrica en el motor eléctrico asincrónico 600-030 de la empresa Industrias JV INGENIEROS E.I.R.L. Tarapoto, 2019"**; en el Repositorio institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

  
 .....  
 Carlos Enrique Cuzco Garcia  
 DNI N° 01127231

  
 .....  
 Marlon López Pereyra  
 DNI N° 71212796

Tarapoto, 20 de julio del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

## Autorización de la versión final del trabajo de investigación



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE:

Dr. Edward Freddy Rubio Luna Victoria

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Cuzco García, Carlos Enrique

López Pereyra, Marlon

#### INFORME TITULADO:

"Uso del variador de velocidad y el consumo de energía eléctrica en el motor eléctrico asíncrono 600-030 de la empresa Industrias JV INGENIEROS E.I.R.L. – Tarapoto, 2019"

#### PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

SUSTENTADO EN FECHA: 20 DE JULIO 2019

#### NOTA O MENCIÓN:

Cuzco García, Carlos Enrique	17
López Pereyra, Marlon	17

---



Edward Freddy Rubio Luna Victoria  
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA ELÉCTRICA  
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - TARAMOTO