



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS
CARRERA INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

**“ANÁLISIS DE DEMANDA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL PORTADOR ELÉCTRICO
DEL PROCESO DE TERMOFIJADO EN UNA INDUSTRIA TEXTIL.”**

Autor:

Gualpa Ayala Eduardo Santiago

Tutor:

Ing. Luis Rolando Cruz Panchi, MS.C

Latacunga - Ecuador

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo **Gualpa Ayala Eduardo Santiago** declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“ANÁLISIS DE DEMANDA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL PORTADOR ELÉCTRICO DEL PROCESO DE TERMOFIJADO EN UNA INDUSTRIA TEXTIL”**, siendo el Ing. Luis Rolando Cruz Panchi, MS.C tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.



.....
Eduardo Santiago Gualpa Ayala

C.I. 171767064-8



Ingeniería
Electromecánica

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“ANÁLISIS DE DEMANDA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL PORTADOR ELÉCTRICO DEL PROCESO DE TERMOFIJADO EN UNA INDUSTRIA TEXTIL”, de Gualpa Ayala Eduardo Santiago, de la carrera **INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la FACULTAD de **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS** de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Febrero, 2019

El Tutor

Ing. Luis Rolando Cruz Panchi, MS.C

C.C: 0502595176



Ingeniería
Electromecánica

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el postulante: Gualpa Ayala Eduardo Santiago con el título de Proyecto de titulación: **ANÁLISIS DE DEMANDA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL PORTADOR ELÉCTRICO DEL PROCESO DE TERMOFIJADO EN UNA INDUSTRIA TEXTIL**”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Febrero 2019

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)
Ing. Mauro Darío Albarracín Álvarez
CC:05031137030

Lector 2
Ing. Byron Paul Corrales Bastidas
CC:0502347768

Lector 3
Ing. Luigi Orlando Freire Martinez
CC:0502529589



Ingeniería
Electromecánica

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

Yo, Ing. Diego Molina, Jefe de Mantenimiento de la Empresa Textil, ubicada al norte de la ciudad de Quito, certifico que el señor Eduardo Santiago Gualpa Ayala, estudiante de la carrera de Ingeniería Electromecánica realizó el proyecto de **“ANÁLISIS DE DEMANDA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL PORTADOR ELÉCTRICO DEL PROCESO DE TERMOFIJADO EN UNA INDUSTRIA TEXTIL”**, el cual cumplió con el cronograma especificado.

Es cuanto puedo certificar en honor a la verdad, se expide el presente documento para que el interesado pueda hacer uso en fines que crea conveniente.

Att:

Ing. Diego Molina

Jefe de Mantenimiento

C.C.1706894704

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado la fortaleza de seguir adelante en los momentos difíciles, de no dejarme desfallecer y poder disfrutar de esta alegría junto a mi familia.

Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi, por abrirme las puertas, para seguir encaminado en una meta más en mi vida académica y culminarla con éxito, al Ingeniero tutor, por haberme encaminado por el camino correcto en la sustentación del plan de titulación y haberlo culminado con éxito.

DEDICATORIA

Este proyecto lo dedico a Dios, por darme la motivación diaria de seguir adelante y de cuidarme en los numerosos viajes hacia la Universidad.

A mis padres por haber confiado una vez más en mí y apoyarme siempre incondicionalmente, a mi enamorada que ha sido mi principal pilar, mi fortaleza día a día y que siempre con una sonrisa no me dejaba perder el ánimo de continuar, a mi hija parte importante de mi vida, el motivo para seguir dando lo mejor de mí y demostrarle que en la vida, todo lo que uno se proponga lo puede lograr.

SANTIAGO

INDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
AVAL DE TRADUCCIÓN	¡Error! Marcador no definido.
1. INFORMACIÓN BÁSICA	1
2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	2
2.1. Título de la Propuesta Tecnológica	2
2.2. Tipo de alcance.....	2
2.3. Área del conocimiento: (Indicar según las normas CINE – UNESCO).....	2
2.4. Sinopsis de la propuesta tecnológica	2
2.5. Objeto de estudio y campo de acción	3
2.5.1. Objeto de estudio.....	3
2.5.2. Campo de acción	3
2.6. Situación problemática y problema	3
2.6.1. Situación problemática:	3
2.6.2. Problema	4
2.7. Hipótesis o formulación de pregunta científica	4
2.8. Objetivo(s)	4
2.8.1. Objetivo general	4
2.8.2. Objetivos específicos.....	5
2.8.3. Propuesta	5
2.9. Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos	5
3. MARCO TEÓRICO	6
3.1. Periodo de medición de la demanda	6
3.1.1. A corto plazo	6

3.1.2.	A mediano plazo.....	6
3.1.3.	A largo plazo	6
3.2.	Capacidad Instalada Efectiva.....	6
3.3.	Capacidad Instalada Nominal	6
3.4.	Carga	7
3.5.	Carga Instalada CI.....	7
3.6.	Capacidad Instalada PI	7
3.7.	Confiabilidad.....	7
3.8.	Demanda	8
3.9.	Demanda Máxima	8
3.10.	Factor de Demanda (fd).....	9
3.11.	Factor de Utilización (fu)	9
3.12.	Demanda Promedio	9
3.13.	Factor de Carga (fc).....	9
3.14.	Proceso de Termofijado.....	10
3.15.	Campos de Termofijado	10
3.16.	El Termofijado	11
3.17.	Motor Trifásico	12
3.17.1	Datos de placa	12
3.18.	Eficiencia en un motor.....	13
3.19.	Reparación de Motores.....	15
3.19.1.	Generalidades	15
3.19.2.	Problemas en el rebobinado.....	16
3.19.3.	Factor por rebobinado.....	16
3.19.4.	Norma IEC60034-30	17
3.20.	Auditoria energética	18
a)	Cumplimiento de objetivos.....	19
b)	Obtención de beneficios	19
3.21.	Eficiencia Energética.....	20
3.22.	Ahorro energético.....	21
3.23.	Demanda energética	21
3.24.	Armónicos	21

3.25. Potencia Activa, Reactiva y Aparente	23
3.25.1. Potencia aparente (S)	23
3.25.2. Potencia activa (P)	23
3.25.3. Potencia reactiva (Q)	23
3.25.4. Potencia en corriente Alterna Trifásica.....	24
3.26. Factor de potencia	25
3.27. Problemas por Bajo Factor de Potencia	25
3.28. Corrección del Factor de Potencia	26
3.29. Energía	26
3.29.1. Energía (Kilowatt/hora).....	27
3.29.2. Consumo de Energía.....	27
4. METODOLOGÍA	29
4.1. Levantamiento de información.....	29
4.2. Recopilación de datos.....	30
4.3. Instalación de equipos	31
4.4. Procesamiento de información	32
4.5. Esquema de la elaboración del proceso de termofijado	33
4.6. Formulas a utilizarse en el Análisis	35
4.6.1. Factor de Demanda (fd).....	35
4.6.2. Factor de Utilización (fu)	35
4.6.3. Factor de Carga (fc).....	35
4.6.4. Eficiencia de un motor.....	36
4.6.5. Potencia aparente (S).....	36
4.6.6. Potencia activa (P).....	36
4.6.7. Potencia Reactiva (Q).....	36
4.6.8. Potencia en corriente Alterna Trifásica.....	36
4.6.9. Potencia actual instalada.....	37
4.6.10 Factor de potencia.....	37
4.6.11. Energía (Kilowatt/hora).....	37
4.6.12. Consumo de Energía.....	38
4.7. Causa y efecto	38
4.8. Determinación de Variables	39

5. DATOS TABULADOS	40
5.1 Identificación del proceso de termofijado.....	40
5.2 Motores Eléctricos.....	41
5.2.1 Identificación de Motores	41
5.2.2. Características Técnicas y Datos de Placa	44
5.2.3. Motor de ventilador de aire caliente	44
5.2.3.1 Descripción grafica de funcionamiento de motor del ventilador de aire caliente	45
5.2.4 Motor exhaustor	46
5.2.5 Motor Ventilador Refrigerador	47
5.2.6 Motor de Accionamiento Principal	48
5.2.7 Motor Foulard	49
5.2.8 Motores Varios	50
5.2.8.1. Motor Regulador de Ancho	50
5.2.8.2. Motor cortador de orillos	50
5.2.8.3 Motor limpiador de cadena	51
5.2.8.4 Motor Desenrollador de Orillos	51
5.2.8.5 Motor Guiador de Tejido	52
5.3 Potencia actual instalada.....	52
5.4. Calibres de conductores de alimentación de los motores	52
6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	57
6.1. Puntos de Medición	57
6.2. Análisis de Mediciones	57
6.2.1. Máquina que ejecuta el Proceso de Termofijado	58
6.2.1.1. Demanda Total	58
6.2.1.2. Energía	59
6.2.2. Análisis de registros de motores	60
6.2.2.1. Potencia Activa, Reactiva y Aparente.....	61
6.2.2.2. Factor de Uso.....	62
6.2.2.3. Factor de Demanda.....	64
6.2.2.4. Factor de Potencia	66
6.2.3. Calculo de Eficiencia de los Motores	67
6.2.3.1 Definición de factor de utilización.....	68
6.2.3.2 Determinación de la eficiencia del motor	68

6.2.3.3. Cálculo de la potencia útil actual	68
7. AUMENTO DE EFICIENCIA EN FUNCIÓN DE CONSUMOS DE ENERGÍA	70
8. PRESUPUESTO.....	73
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	74
9.1 Conclusiones	74
9.2 Recomendaciones.....	75
10. REFERENCIAS	76

ÍNDICE FIGURAS

FIGURA 3. 1. Curva de carga diaria típica	7
FIGURA 3. 2. Variación de demanda con intervalos de tiempo.....	8
FIGURA 3. 3. Eficiencia de un Motor.....	13
FIGURA 3. 4. Reducción de la eficiencia por cada rebobinado en el motor	17
FIGURA 3. 5. Onda sin contenido armónico	22
FIGURA 3. 6. Onda con contenido armónico	22
FIGURA 3. 7. Triángulo de potencias.....	23
FIGURA 3. 8. Ejemplo de planilla de consumo eléctrico.....	28
FIGURA 3. 9. Esquema de la elaboración del proceso de termofijado.....	34
FIGURA 3. 10. Matriz Causa-Efecto del proceso de termofijado	38
FIGURA 5. 1. Disyuntor termo magnético principal y datos de placa.....	41
FIGURA 5. 2. Resumen de carga instalada porcentual de motores	43
FIGURA 5. 3. Motor ventilador de aire caliente y dato de placa.....	44
FIGURA 5. 4. Descripción grafica de funcionamiento del motor ventilador de aire caliente	45
FIGURA 5. 5. Descripción gráfica de funcionamiento de la tobera y chapaleta.....	45
FIGURA 5. 6. Motor exhaustor y dato de placa	46
FIGURA 5. 7. Dato de placa del motor ventilador refrigerador	47
FIGURA 5. 8. Motor de accionamiento principal.....	48
FIGURA 5. 9. Dato de placa de motor foulard.....	49
FIGURA 5. 10. Motor foulard.....	49

FIGURA 5. 11. Motor regulador de ancho y dato de placa	50
FIGURA 5. 12. Motor cortador de orillos y dato de placa.....	50
FIGURA 5. 13. Motor limpiador de cadena y dato de placa.....	51
FIGURA 5. 14. Motor desenrollador de orillos y dato de placa	51
FIGURA 5. 15. Motor guiador de tejido y dato de placa	52
FIGURA 5. 16. Conexiones de borneras en buen estado.....	55
FIGURA 5. 17. Conexiones de borneras en mal estado.....	56
FIGURA 5. 18. Conexión de motor de accionamiento principal	56
FIGURA 6. 1. Registro de Carga de Maquina Termofijado	58
FIGURA 6. 2. Registro de energía en máquina de Termofijado	59
FIGURA 6. 3. Comparación de demanda máxima con respecto a potencia de placa.....	63
FIGURA 6. 4. Factor de demanda.....	66
FIGURA 6. 6. Factor de potencia.....	67
FIGURA 6. 7. Reducción útil o mecánica	70
ÍNDICE TABLA	
TABLA 3. 1. Tabla reguladora de eficiencia por la norma IEC 60034-30.....	18
TABLA 3. 2. Relación de cargas y factor de potencia	24
TABLA 5. 1. Identificación de motores con su potencia	42
TABLA 5. 2. Detalle de motores	43
TABLA 5. 3. Descripción de partes del motor ventilador de aire caliente	46
TABLA 5. 4. Descripción de conductores de los diferentes motores	53
TABLA 5. 5. Capacidad de conducción.....	54
TABLA 5. 6. Información técnica de conductores General Cablec	54
TABLA 6. 1. Datos medidos de P, Q y S.....	61
TABLA 6. 2. Potencias totales acorde al número de motores	62
TABLA 6. 3. Factor de utilización.....	63
TABLA 6. 4. Factor de demanda.....	65

TABLA 6. 5. Factor de demanda (%)	65
TABLA 6. 6. Calculo de eficiencia y potencia útil	69
TABLA 6. 7. Reducción de costos en función de aumento de eficiencia.....	71
TABLA 6. 8. Condición actual de los motores	72
TABLA 6. 9. Condición con incremento de eficiencia	72
TABLA 6. 10. Costo de operación usd	72
TABLA 6. 11. Valor de ahorro	73

INDICE ANEXOS

ANEXO I. Datos de placa de motores del proceso de termofijado	79
ANEXO II. Potencias nominales de cada motor.....	80
ANEXO III. Tipos de tela en proceso de termofijado	81
ANEXO IV. Informes de puntos de medición	82

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**TITULO: "ANÁLISIS DE DEMANDA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL
PORTADOR ELÉCTRICO DEL PROCESO DE TERMOFIJADO EN UNA INDUSTRIA
TEXTIL"**

Autor:

Gualpa Ayala Eduardo Santiago

RESUMEN

El presente proyecto de análisis de demanda y eficiencia energética fue realizado en una industria textil ubicada al norte de Quito, con el fin de verificar la eficiencia de los motores que intervienen en el proceso de Termofijado. Se realizó un levantamiento de información basado en los datos de placa y conductores de alimentación de los motores. El análisis se lo realizó mediante la utilización de equipos analizadores de calidad de energía eléctrica, determinando los parámetros eléctricos necesarios para obtener la demanda de utilización, factor de potencia, factor de demanda, eficiencia y energía total, estos valores fueron aplicados en los motores más relevantes del proceso. También se analizó la demanda máxima que se presenta en todo el proceso de termofijado, con medición en la protección principal, que fue comparado con la carga total instalada obtenida por la información recopilada de datos de placa, obteniendo un porcentaje favorable de utilización.

Mediante los resultados de registro de demanda y en el cálculo de la eficiencia eléctrica se pudo evidenciar que la potencia útil nominal de los motores se ha visto afectada, debido a varios procesos de rebobinado que han generado un cambio en sus características. La simulación de cambio considerando motores de alta eficiencia, según la norma 60034-2-1, con su misma potencia nominal, genera un ahorro energético y económico, representativo para la industria.

Palabras clave: Demanda, eficiencia, motor, factor de uso.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
SCIENCES OF ENGINEERING AND APPLIED DEPARTMENT
ELECTROMECAÁNICA ENGINEERING CAREER

TOPIC: "ANALYSIS OF DEMAND AND ENERGY EFFICIENCY IN THE ELECTRICAL CARRIER OF THE THERMOFIXED PROCESS IN A TEXTILE INDUSTRY"

Author: Gualpa Ayala Eduardo Santiago

ABSTRACT

The present energy demand and efficiency analysis project was carried out in a textile industry located at north to Quito, in order to verify the efficiency of the engines involved in the thermomixer process. An information survey was carried out based on the plate data and power supply conductors of the motors. The analysis was carried out by using electric energy quality analyzers, determining the electrical parameters necessary to obtain the utilization demand, power factor, demand factor, efficiency and total energy, these values were applied in the most efficient engines relevant to the process. The maximum demand that occurs in the whole heat-setting process was also analyzed, with measurement in the main protection, which was compared with the total installed load obtained by the information collected from the plate data, obtaining a favorable percentage of use, through the results of demand recording and in the calculation of electrical efficiency it was possible to show that the nominal useful power of the motors has been affected, due to several rewinding processes that have generated a change in their characteristics. The simulation of change considering high efficiency motors, according to the 60034-2-1 standard, with its same nominal power, generates an energy and economic saving, representative for the industry.

KEYWORDS: Demand, Efficiency, Motor, Use factor.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

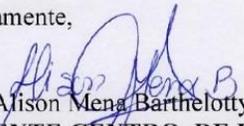
AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de la Propuesta Tecnológica al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado GUALPA AYALA EDUARDO SANTIAGO, cuyo título versa **“ANÁLISIS DE DEMANDA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL PORTADOR ELÉCTRICO DEL PROCESO DE TERMOFIJADO EN UNA INDUSTRIA TEXTIL**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, Febrero del 2019

Atentamente,


Msc. Alison Menga Barthelotty
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 0501801252



CENTRO
DE IDIOMAS

1. INFORMACIÓN BÁSICA

PROPUESTO POR: EDUARDO SANTIAGO GUALPA AYALA

TEMA APROBADO: ANÁLISIS DE DEMANDA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL PORTADOR ELÉCTRICO DEL PROCESO DE TERMOFIJADO EN UNA INDUSTRIA TEXTIL.

CARRERA: INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

DIRECTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA: ING. LUIS ROLANDO CRUZ PANCHI

EQUIPO DE TRABAJO:

- Eduardo Santiago Gualpa Ayala
eduardo.gualpa@utc.edu.ec
0995867264
- Ing. Luis Rolando Cruz Panchi, MS.C
luis.cruz@utc.edu.ec
0984518484
- Ing. Mauro Darío Albarracín Álvarez, MS.C
mauro.albarracin@utc.edu.ec
0984597473
- Ing. Byron Paul Corrales Bastidas, MS.C
byron.corrales@utc.edu.ec
0984185700
- Ing. Luigi Orlando Freire Martínez, MS.C
luigi.freire@utc.edu.ec
0984420301

LUGAR DE EJECUCIÓN: SIERRA, PICHINCHA, QUITO, CALDERÓN

TIEMPO DE DURACIÓN DE LA PROPUESTA: SEIS MESES

FECHA DE ENTREGA: FEBRERO 2019

LÍNEA(S) Y SUBLÍNEAS DE INVESTIGACIÓN (de la UTC y de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica) A LAS QUE SE ASOCIA LA PROPUESTA TECNOLÓGICA:

Línea 6: Energía, potencia, electromecánica y electrónica.

Sub línea 3: Eficiencia Energética en Sistemas Electromecánicos y uso de Fuentes Renovables de Energía.

El proyecto de titulación planteado se enmarca dentro de estas líneas de investigación, ya que se busca el uso eficiente de la energía en un proceso clave en el sector Industrial Textil, como es el Termofijado, que permitan mejorar el rendimiento productivo del mismo.

TIPO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA: Con el análisis planteado se pretende realizar un diagnóstico al proceso de termo fijado en una industrial textil y plantear las posibles alternativas que permitan un mejor rendimiento del proceso.

2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

2.1. Título de la Propuesta Tecnológica

ANÁLISIS DE LA DEMANDA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL PORTADOR ELÉCTRICO DEL PROCESO DE TERMOFIJADO EN UNA INDUSTRIA TEXTIL.

2.2. Tipo de alcance

El tipo de alcance es multipropósito. En primera instancia plantea un diagnóstico de eficiencia y consumo de energía eléctrica. A partir de estos datos se evaluará el cumplimiento de normas nacionales e internacionales con respecto a calidad de energía asociada a eficiencia energética y finalmente se plantearán posibles mejoras.

2.3. Área del conocimiento: (Indicar según las normas CINE – UNESCO)

3306 Ingeniera Tecnologías eléctricas

3313 Ingeniera y tecnología mecánicas

2.4. Sinopsis de la propuesta tecnológica

Se pretende realizar una evaluación energética en la máquina que realiza el proceso de termo fijado en la industria Cortyvis. Cabe mencionar que por solicitud de los dueños de la fábrica, no se permite el uso del nombre de la misma en los estudios o en el tema del presente análisis.

En primer lugar, se efectuarán un levantamiento de las etapas del proceso de termofijado, y de los componentes electromecánicos que intervienen principalmente (motores) con datos de placa de cada uno de ellos. Una vez identificados estos componentes, se instalará analizadores de energía

en los puntos a ser evaluados con el fin de obtener mediciones de demanda y de parámetros eléctricos como son voltajes, corrientes, potencia activa, reactiva, factor de potencia, energía consumida, armónicos de corriente y voltaje y posibles eventos de “Power Quality”.

Con los registros obtenidos, se realizará una evaluación de todos los parámetros eléctricos con respecto a su cumplimiento a la Normativa Nacional e Internacional vigente, acorde a los principios de eficiencia energética.

Finalmente, se plantearán recomendaciones que puedan ser implementadas en sitio, para la mejora del rendimiento de la máquina.

2.5. Objeto de estudio y campo de acción

2.5.1. Objeto de estudio

Proceso de Termofijado Textil.

2.5.2. Campo de acción

Eficiencia energética de los elementos electromecánicos de la máquina de termofijado.

2.6. Situación problemática y problema

2.6.1. Situación problemática:

La propuesta se lo pretende realizar en una Industria textil, ubicada al norte de la Ciudad de Quito, en el sector Calderón, es una industria muy renombrada que lleva ya varios años en el mercado, que posee máquinas que ya llevan muchos años de funcionamiento y se desconoce la situación actual de operación. Dentro de la nave industrial y todo el proceso textil existe el proceso de termofijado, que se da en una máquina, que data del año 1974. La máquina, al tener muchos años de uso, presenta deterioro del cableado eléctrico y el conexionado, así como, de los elementos mecánicos. El personal técnico propio de la industria informa que se han ejecutado varios mantenimientos correctivos en algunos de sus motores, los cuales han sido rebobinados, afectando sus características propias de funcionamiento y óptimo desempeño en condiciones normales de operación, por lo cual se asume que su eficiencia se ha visto afectada.

2.6.2. Problema

El bajo rendimiento en los motores que constituyen la máquina donde se ejecuta el proceso de termofijado, causa consumos energéticos excesivos, afectan la producción y ocasionan pérdidas económicas ya que se generan bajos factores de potencia y bajos porcentajes de utilización en los mismos. Adicionalmente se requieren horas de mantenimiento y mano de obra adicionales, que no están acorde con los criterios de eficiencia energética que requiere una industria, por lo cual se decide realizar el análisis energético para llegar a determinar la eficiencia y el factor de utilización de los motores, determinar los que se encuentran con una baja eficiencia y los costos que reflejan el consumo energético en la facturación, y realizar un análisis comparativo con respecto a la adquisición de motores de mayor eficiencia.

2.7. Hipótesis o formulación de pregunta científica

Es posible mejorar el rendimiento electromecánico del proceso de termofijado. El análisis pretende determinar cuál es la demanda máxima de los motores más relevantes del proceso de termofijado, su factor de utilización así como también su factor de carga, parámetros con los cuales podremos llegar a determinar si esos motores se encuentran subcargados, y en qué porcentaje de eficiencia se encuentran trabajando, para así poder dar una solución o propuesta de implementación de motores de alta eficiencia con las características de los motores originales, o también utilizar motores controlados por variadores de velocidad, esto con la finalidad de mejorar la eficiencia en el proceso de termofijado al igual que un ahorro en su consumo energético el cual se verá reflejado en el factor económico.

2.8. Objetivo(s)

2.8.1. Objetivo general

Analizar la demanda y la eficiencia en el proceso de termofijado en una industria textil, mediante la utilización de equipos analizadores de energía, con el fin de determinar la eficiencia energética que se presenta en el proceso de termofijado.

2.8.2. Objetivos específicos

- Describir el proceso de termofijado e identificar los motores más relevantes en su funcionamiento.
- Encontrar la potencia instalada actual basándose en datos de placa de motores instalados, como también en la toma de datos de los motores rebobinados.
- Determinar la eficiencia energética en el proceso de termofijado

2.8.3. Propuesta

La propuesta tecnológica está enfocada en el análisis de la demanda y eficiencia energética en el portador eléctrico del proceso de termofijado en una industria textil, con el objetivo de determinar la eficiencia energética de los motores más relevantes que se encuentran en el proceso, y así poder determinar si es conveniente la renovación de los motores y los beneficios económicos que este cambio generaría, con el análisis de la eficiencia, factor de utilización y factor de potencia de cada motor.

2.9. Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos

Identificar el proceso de termofijado

- Medición de las variables con las que trabaja el proceso.
- Chequeo de los diferentes tipos de telas que ingresan al proceso.
- Estudio de los campos donde va a realizarse el proceso de termofijado.

Encontrar la demanda instalada

- Identificación de circuitos que alimentan a los motores.
- Levantamiento de calibre de conductores de alimentación.
- Obtención de datos de placa de los motores.
- Finalidad que cumple cada motor en el proceso.
- Obtención de datos de placa con motores que se encuentran rebobinados.

Determinar la Eficiencia Energética en el proceso de termofijado

- Medición real del factor de potencia
- Calculo de la potencia real instalada
- Obtención de la Energía medida en (kWh)

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Periodo de medición de la demanda

El periodo es el intervalo de tiempo durante el cual se realiza la medición de la demanda y puede ser:

3.1.1. A corto plazo

Diario, semanal, estacional, anual.

Diario, es usado para fines de muestreo de abonados, cuando la información requerida es totalmente preliminar.

Los periodos semanales o mensuales sirven para detectar el comportamiento de la carga en alimentadores primarios, con miras a futura expansión del servicio.

El periodo estacional puede ser utilizado para programar ciertos trabajos de operación y mantenimiento.

Un periodo anual por ser un tiempo relativamente más largo que los anteriores, nos permite realizar mejoras en capacidad de transformación de una subestación o mejorar las necesidades de generación.

3.1.2. A mediano plazo

Se considera un periodo de dos a cuatro años, para tomar en cuenta cambios en la economía de la región industrial.

3.1.3. A largo plazo

Este periodo se considera de cinco a diez años o mayores, nos permite la planeación de nuevas centrales, su instalación y operación en el Sistema Nacional Interconectado. [1]

3.2. Capacidad Instalada Efectiva

Es la suma de los valores efectivos de las potencias de todas las unidades eléctricas instaladas en el sistema

3.3. Capacidad Instalada Nominal

Es la suma de los valores de placa de todas las unidades eléctricas instaladas en el sistema.

3.4. Carga

Es la cantidad de potencia dada o recibida en un punto sobre un intervalo de tiempo. Este puede aplicarse a un sistemas, parte del sistema, consumidor, individual o grupo de consumidores.

3.5. Carga Instalada CI

Es la suma de todas las potencias nominales continuas de los aparatos de consumo conectados a un sistema o a parte de él, se expresa generalmente en kVA, MVA, kW o MW. Matemáticamente se indica como [2]:

$$CI = \Sigma \text{Potencias nominales de las cargas}$$

3.6. Capacidad Instalada PI

Corresponde a la suma de las potencias nominales de los equipos (transformadores, generadores), instalados a líneas que suministran la potencia eléctrica a las cargas o servicios conectados. Es llamada también capacidad nominal del sistema.

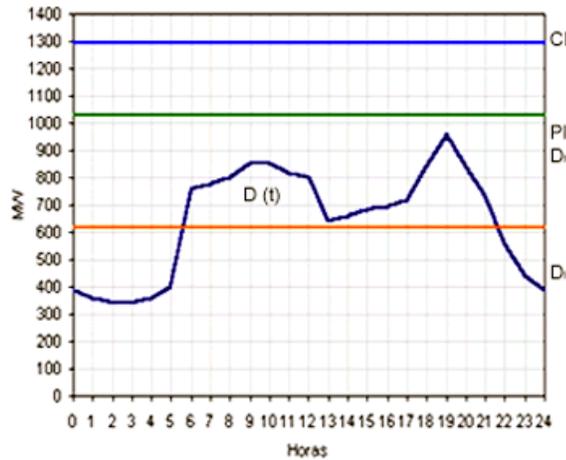


FIGURA 3. 1. Curva de carga diaria típica

Fuente: [2]

3.7. Confiabilidad

Es la probabilidad de un dispositivo o de un sistema de desempeñar su función adecuadamente, por un periodo de tiempo y bajo determinadas condiciones de operación.

3.8. Demanda

Es la cantidad de potencia que un consumidor utiliza en cualquier momento (variable en el tiempo). Dicho de otra forma: la demanda de una instalación eléctrica en los terminales receptores, tomada como un valor medio en un intervalo determinado. El período durante el cual se toma el valor medio se denomina intervalo de demanda. La duración que se fije en este intervalo dependerá del valor de demanda que se desee conocer, así por ejemplo, si se quiere establecer la demanda en amperios para la sección de un juego de fusibles, deberán ser analizados valores de demanda con un intervalo cero, no siendo el mismo caso si se quiere encontrar la demanda para aplicarla a un transformador o cable, que será de 10 o 15 minutos [2]. La demanda de una instalación o un sistema es la carga que se han recibido en los terminales de llegada promediada en un periodo de tiempo específico, este periodo sobre el cual la carga es promediada es el intervalo de demanda.

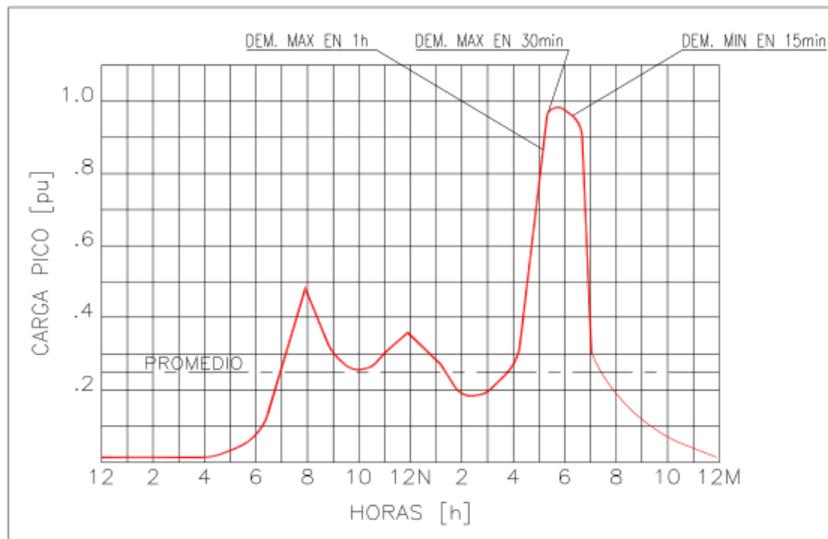


FIGURA 3. 2. Variación de demanda con intervalos de tiempo

Fuente: [1]

3.9. Demanda Máxima

La Demanda Máxima de una instalación o un sistema es la más grande de todas las demandas las cuales ocurren en un periodo específico de tiempo. Usualmente la demanda máxima es de gran interés, desde las diferentes condiciones normales y severas impuestas a un sistema así como también de interés para los límites de capacidad de conducción y las caídas de voltaje de los conductores. [1]

3.10. Factor de Demanda (fd)

El factor de demanda en un intervalo de tiempo t , de una carga, es la razón entre la demanda máxima y la carga total instalada. El factor de demanda por lo general es menor que 1, siendo 1 sólo cuando en el intervalo considerado, todos los aparatos conectados al sistema estén absorbiendo sus potencias nominales, lo cual es muy improbable. [2]

3.11. Factor de Utilización (fu)

Factor de Utilización es la relación entre la máxima demanda de un sistema y la capacidad nominal del sistema. Para este estudio el elemento es el transformador de distribución. [1]

Es conveniente hacer notar que mientras el factor de demanda, da el porcentaje de carga instalada que se está alimentando, el factor de utilización indica la fracción de la capacidad del sistema que se está utilizando durante el pico de carga en el intervalo considerado, (es decir, indica la utilización máxima del equipo o instalación).

3.12. Demanda Promedio

Es la demanda constante en un periodo de tiempo determinado, está dado por

$$\text{Demanda promedio} = \frac{\text{Energía total en el periodo}}{\text{Duración del periodo}}$$

3.13. Factor de Carga (fc)

El factor de carga es la relación entre la demanda promedio de un periodo establecido con respecto a la demanda máxima del mismo periodo. [1]

En este caso, el intervalo que generalmente se considera para el cálculo del valor de demanda máxima es el instantáneo. En la determinación del factor de carga de un sistema, es necesario especificar el intervalo de la demanda en el que están considerados los valores de demanda máxima instantánea D_M y la demanda promedio D_P ya que para una misma carga, un período establecido mayor, dará como resultado un factor de carga más pequeño. [2]

3.14. Proceso de Termofijado

Durante el procesado textil, las fibras de poliéster son sometidas a diversos tratamientos a alta temperatura en medio seco o húmedo. La correcta y uniforme aplicación de estos tratamientos confiere al poliéster las cualidades que lo hacen apropiado para su uso textil. El más intenso de estos tratamientos térmicos es el termofijado, en el que el sustrato se somete a una temperatura entre 160 y 210°C durante 30-90 segundos. Un tratamiento insuficiente, excesivo o no uniforme puede producir irregularidades en el tejido teñido. Por esta razón es tan importante el conocimiento de la temperatura efectiva de termofijado.

Varios autores han estudiado ampliamente la determinación de la temperatura efectiva del tratamiento térmico aplicado a sustratos de poliéster mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC). Esta temperatura se determina a partir de la temperatura del pico de la pequeña endoterma previa al pico de fusión (premelting endothermic peak, PEP) que aparece en las curvas DSC. Este PEP corresponde a la fusión de los cristalitas formados en la cristalización secundaria que tiene lugar durante el termofijado.

Dado que el análisis termo mecánico (TMA) es una técnica analítica usada normalmente para medir cambios dimensionales de los materiales con la temperatura, la aplicación de esta técnica puede ser útil para detectar los diferentes cambios dimensionales de los sustratos producidos por un aumento de la cristalinidad durante el termofijado [3].

3.15. Campos de Termofijado

Son unas cámaras de 3 metros de ancho, que están herméticamente cerradas por el lado izquierdo y derecho, por la parte superior e inferior, estos campos están conectados con usillos y brazos mecánicos, a través de los cuales circula la cadena para transporte de la tela. El número de campos depende del modelo de la rama. Es en este lugar donde se produce el Prefijado o Termofijado de las fibras que componen el tejido. Como internamente circula el calor, este calor puede ser producido por el aceite térmico o el vapor de agua, dependiendo del sistema de calentamiento que tenga la rama, y este calor se dispersa en forma uniforme por toda el área del tejido y en forma constante, para poder dispersar el calor en forma uniforme existen unos ventiladores que son los encargados de distribuir el calor por todo el campo, cada campo viene provisto de dos ventiladores, uno a la izquierda y el otro a la derecha.

En la parte superior viene instalados unos ductos los cuales se conectan al ventilador, el cual ayuda a sacar el calor cuando la máquina se pare, esto ayuda a evitar que la tela se quemé por que la tela no pasa por los campos. Existe una relación directa entre la temperatura de termofijado, la velocidad que pasa la tela y el tipo de fibra que está formado el tejido [4].

3.16. El Termofijado

Luego de la tintura se debe abrir el tejido y luego termofijar. Este es el último paso en el proceso productivo de la tela y permite fijar las especificaciones finales del tejido:

Ancho, Peso, Estabilidad Dimensional. A pesar de que estas características ya vienen determinadas desde la fase de tejido, en este punto se confirman las especificaciones buscadas para garantizar al cliente un producto de excelente calidad.

Para darle las condiciones óptimas se debe considerar los siguientes aspectos básicos:

- 1) Cuáles fueron las condiciones a las que se prefijó la tela, principalmente en lo que respecta al Ancho, rendimiento y porcentaje de elasticidad que salió la tela prefijada.
- 2) El tono del color que se tinturó y cuales fueron condiciones de tintura, tomando en cuenta que al tinturar se debe evitar al máximo estirar la tela, cuando circula la tela por el torniquete.

Antes de termofijar se debe controlar y verificar los siguientes parámetros de entrada de la tela:

- a) El ancho con el que está la tela y el porcentaje de elasticidad, conociendo estos parámetros se puede determinar las condiciones óptimas en la rama, para proceder a termofijar.
- b) Cuando la tela llega de la tintorería muy ancha se podrá encoger algo pero no se podrá dar el ancho solicitado y si la tela viene muy angosta, de igual manera no se podrá dar el ancho requerido ya que no se le puede abrir a la tela demasiado ya que perderá su elasticidad y quedará una tela normal.

c) Y si la tela llega muy estirada longitudinalmente, del proceso de tintorería, no podremos obtener el rendimiento requerido por el cliente y la tela saldrá con un rendimiento muy alto.

Tomando los datos de control de la tela tinturada, se podrá poner las condiciones para realizar el proceso de termofijado y obtendremos la tela con las características que el cliente ha solicitado [4].

En el proceso de termofijado vamos a tener varias variables con las que se trabaja como son el diferente tipo de tela, la velocidad de los motores que emiten calor, la temperatura que nos entrega el caldero, el tipo de tela con la que se trabaja.

3.17. Motor Trifásico

En los motores trifásicos de inducción normalmente no hay conexión eléctrica al rotor, pero en principio de operación, las corrientes se inducen en el circuito del rotor y se produce entonces la reacción entre los campos de la armadura y el rotor, al conducir corriente los conductores del rotor dentro del campo magnético, produciéndose una fuerza en los conductores que tiende a moverlos en ángulo recto con respecto al campo.

Cuando el estator o devanado primario de un motor trifásico de inducción se conecta a una alimentación de C.A. trifásica, se establece un campo magnético rotatorio que gira a la velocidad de sincronismo. La dirección de las revoluciones de este campo dependerá de la secuencia de fases de las corrientes del primario y, por lo tanto, del orden o secuencia en cómo se conecten las terminales del primario a la alimentación. La dirección de rotación del campo se puede invertir, intercambiando la conexión a la alimentación en dos de los tres conductores del motor trifásico. [5]

3.17.1 Datos de placa

Cada motor debe contar con una placa de características, en idioma español, fácilmente visible y firmemente sujeta al motor con remaches del mismo material que las placas.

Deben ser de acero inoxidable, la pintura del motor no debe cubrirlas, la información debe ser grabada en el metal de las placas de tal manera que pueda ser leída aunque desaparezcan la coloración e impresiones de superficie.

La siguiente información o datos son los mínimos que debe llevar la placa de datos y placas auxiliares, de cualquier motor de corriente alterna monofásico o trifásico, en forma indeleble y en lugar visible. [6]

3.18. Eficiencia en un motor

La eficiencia del motor eléctrico es la relación entre la potencia de salida (mecánica) y la potencia de entrada (eléctrica).

La salida de potencia mecánica se calcula en base al par y la velocidad requerida (es decir, la potencia requerida para mover el objeto conectado al motor) y la entrada de energía eléctrica se calcula en base al voltaje y la corriente suministrados al motor.

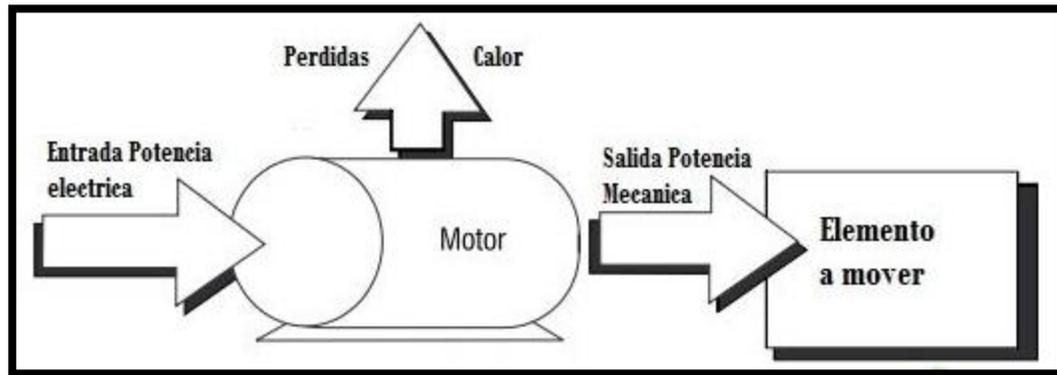


FIGURA 3. 3. Eficiencia de un Motor

Fuente: [1]

La salida de potencia mecánica es siempre inferior a la entrada de energía eléctrica, ya que la energía se pierde durante la conversión (eléctrica a mecánica) en diversas formas, como el calor y la fricción.

La eficiencia o rendimiento de un motor eléctrico es una medida de su habilidad para convertir la potencia eléctrica que toma de la línea en potencia mecánica útil. Se expresa usualmente en porcentaje de la relación de la potencia mecánica entre la potencia eléctrica, esto es:

$$Eficiencia = \frac{Potencia\ mecánica}{Potencia\ eléctrica} * 100$$

No toda la energía eléctrica que un motor recibe, se convierte en energía mecánica. En el proceso de conversión, se presentan pérdidas, por lo que la eficiencia nunca será del 100%. Si las condiciones de operación de un motor son incorrectas o este tiene algún desperfecto, la magnitud de las pérdidas, puede superar con mucho las de diseño, con la consecuente disminución de la eficiencia.

No toda la energía que un motor recibe, se convierte en energía mecánica. En el proceso de conversión se presentan pérdidas, por lo que la eficiencia nunca será del 100%. El rendimiento de un motor es definido como [5]

Considerando que según estudios aproximadamente el 60% de la energía total generada en el mundo la consumen motores eléctricos y principalmente los motores asíncronos de jaula de ardilla es imperante aplicar medidas de ahorros energéticos que minimicen los costos de operación de los motores y que contribuyan a la preservación ambiental.

En principio es sabido que las pérdidas eléctricas en la operación de los motores son inevitables, pero también se ha demostrado que estas pérdidas se pueden minimizar y que también pueden aumentar dependiendo de las condiciones de operación y del mismo diseño de fabricación de la máquina.

El rebobinado o reparación de un motor que ha fallado es la solución que aparentemente es barata en comparación al precio del motor nuevo, pero a cambio la máquina después de la reparación sufre una disminución de eficiencia que puede hacer que los costos de operación de la máquina aumenten considerablemente. [6]

Para calcular la eficiencia, las unidades de las potencias deben ser iguales.

Como la potencia eléctrica se expresa usualmente en kilowatts (kW) en tanto que la potencia mecánica en caballos de potencia (CP o HP), las siguientes equivalencias son útiles para la conversión de unidades:

$$1 \text{ HP} = 0.746 \text{ KW}$$

$$1 \text{ KW} = 1.34 \text{ HP}$$

Si un motor de 100 HP toma de la línea 87.76 kw:

a. Potencia mecánica = $100 \times 0.746 = 74.6 \text{ kW}$

b. Eficiencia = 85%

c. Pérdidas = $87.76 - 74.6 = 13.16 \text{ kW}$

Esto es el motor convierte el 85% de su energía eléctrica en mecánica, perdiendo el 15% en el proceso de conversión. En términos prácticos, se consume (y se paga) inútilmente la energía utilizada para hacer funcionar al motor. Emplear motores de mayor eficiencia, reduce las pérdidas y los costos de operación. Por ejemplo si el motor anterior se sustituyera por otro con una eficiencia del 90%, la potencia ahorrada (PA) se puede calcular aplicando la siguiente ecuación. [7]

$$PA(KW) = 0.746 * 100 \left(\frac{100}{85} - \frac{100}{90} \right) KW = 4.87KW$$

3.19. Reparación de Motores

3.19.1. Generalidades.

Es posible impedir desperfectos de los motores. O por lo menos prolongar la duración, por medio de un mantenimiento preventivo adecuado. Una parte importante del proceso consiste en saber por qué se averían los motores.

Se ha encontrado que los orígenes de los problemas en un motor suelen estar comprendidos en una de las siguientes categorías:

- Condiciones ambientales adversas
- Selección o aplicación incorrectas
- Instalación inadecuada
- Desperfectos mecánicos
- Fallas eléctricas
- Desequilibrio de voltaje
- Mantenimiento impropio
- Una combinación de dos o más de los factores anteriores.

3.19.2. Problemas en el rebobinado

La reparación inadecuada de un motor puede ocasionar un incremento en las pérdidas y adicionalmente en los motores de corriente alterna. La reducción del factor de potencia. Todo esto conduce a una disminución de su eficiencia.

Por ejemplo un motor que sufrió un desperfecto en su devanado y que por ello hay que rebobinarlo, puede disminuir su eficiencia considerablemente, si durante el proceso de reparación se presenta [7]:

- Calentamiento desmedido del hierro al quitar el devanado
- Daños en las ranuras al quitar el devanado dañado y montar el nuevo
- Diferente calidad y calibre del alambre
- Diferente número de vueltas
- Daños a los cojinetes y mal alineamiento.
- Mayor tiempo de secado final

3.19.3. Factor por rebobinado

Siempre que un motor se rebobina, aunque se realice en un taller de calidad, se produce una disminución en la eficiencia del motor, ya que sus elementos se ven sometidos a sobre calentamiento, golpes, sobre –esfuerzos mecánicos, mala calidad de las refacciones, etc.

Se puede asegurar que cuando un motor se repara en un taller adecuado, su eficiencia disminuye hasta el 2%, mientras que si se realiza en un taller de mala calidad, puede disminuir hasta un 6%, sin embargo, es común que se considere el 1.5% de disminución de eficiencia por cada rebobinado realizado al motor.

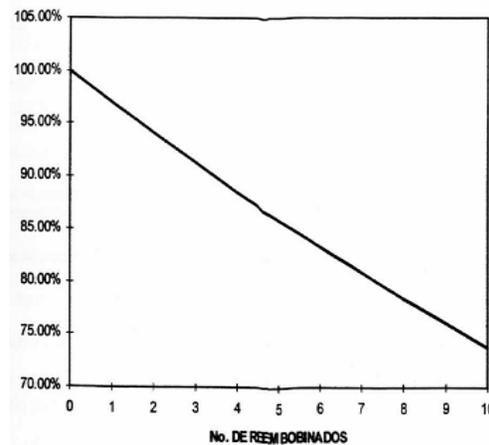


FIGURA 3. 4. Reducción de la eficiencia por cada rebobinado en el motor

Fuente: [8]

3.19.4. Norma IEC60034-30

La IEC 60034-2-1 entro en funcionamiento en septiembre de 2007 substituyendo a la IEC 60034-2 (1996), y que también ha sido ratificada ya como EN 60034-2-1 en el nivel CENELEC (Comité Europeo de Normalización Electrotécnica).

La IEC 60034-2-1 es una normativa de aplicación internacional, aunque existen otros estándares para la determinación del rendimiento en máquinas. Uno de estos estándares es la IEEE 112 así como también la IEC 61972.

Esta norma cubre los siguientes equipos:

- ✓ Motor de inducción trifásico, de velocidad única, de jaula de ardilla, 50Hz O 50/60Hz, que tenga de dos polos a seis polos, que: tenga de 2 a 6 polos.
- ✓ Se alimente a una tensión de hasta 1000
- ✓ Con una potencia nominal de entre 0.75Kw y 375Kw.
- ✓ Está pensado para un servicio en funcionamiento continuo.

TABLA 3. 1. Tabla reguladora de eficiencia por la norma IEC 60034-30

Output	IE1 - Standard Efficiency			IE2 - High Efficiency			IE3 - Premium Efficiency		
	Poles			Poles			Poles		
kW	2	4	6	2	4	6	2	4	6
0.75	72.1	72.1	70.0	77.4	79.6	75.9	80.7	82.5	78.9
1.1	75.0	75.0	72.9	79.6	81.4	78.1	82.7	84.1	81.0
1.5	77.2	77.2	75.2	81.3	82.8	79.8	84.2	85.3	82.5
2.2	79.7	79.7	77.7	83.2	84.3	81.8	85.9	86.7	84.3
3	81.5	81.5	79.7	84.6	85.5	83.3	87.1	87.7	85.6
4	83.1	83.1	81.4	85.8	86.6	84.6	88.1	88.6	86.8
5.5	84.7	84.7	83.1	87.0	87.7	86.0	89.2	89.6	88.0
7.5	86.0	86.0	84.7	88.1	88.7	87.2	90.1	90.4	89.1
11	87.0	87.0	86.4	89.4	89.8	88.7	91.2	91.4	90.3
15	88.7	88.7	87.7	90.3	90.6	89.7	91.9	91.1	91.2
18.5	89.3	89.3	88.6	90.9	91.2	90.4	92.4	92.6	91.7
22	89.9	89.9	89.2	91.3	91.6	90.9	92.7	93.0	92.2
30	90.7	90.7	90.2	92.0	92.3	91.7	93.3	93.6	92.9
37	91.2	91.2	90.6	92.5	92.7	92.2	93.7	93.9	93.3
45	91.7	91.7	91.4	92.9	93.1	92.7	94.0	94.2	93.7
55	92.1	92.1	91.9	93.2	93.5	93.1	94.3	94.6	94.1
75	92.7	92.7	92.6	93.8	94.0	93.7	94.7	95.0	94.6
90	93.0	93.0	92.9	94.1	94.2	94.0	95.0	95.2	94.9
110	93.3	93.3	93.3	94.3	94.5	94.3	95.2	95.4	95.1
132	93.5	93.5	93.5	94.6	94.7	94.6	95.4	95.6	95.4
160	93.8	93.8	93.8	94.8	94.9	94.8	95.6	95.8	95.6
200-375	94.0	94.0	94.0	95.0	95.1	95.0	95.8	96.0	95.8

Fuente: [11]

3.20. Auditoría energética

La auditoría energética se define como un procedimiento sistemático para obtener un adecuado conocimiento del perfil de los consumos energéticos en una instalación, identificando y valorando las posibilidades de ahorro de energía desde el punto de vista técnico y económico. Dichas valoraciones suponen generalmente mejoras en la calidad de los servicios prestados, mejoras económicas y mejoras medioambientales. [9]

Según Rey F. y Velasco E, (2006), es un estudio de disminución de costos energéticos, abarcando una amplia información, en función del grado con el que se realice el estudio, pudiendo llegar desde un informe básico de propuestas de mejoras en equipos que son parte del proceso principal, hasta un estudio completo y detallado de mejoras en la empresa

Según CERTIEN, (2010), es un estudio técnico de una unidad (empresa, vivienda, comercio, edificio, etc.) para comprobar que la gestión energética es optimizada. Esto significa que el estudio técnico explicará si se puede o no ahorrar en gasto energético. Y si es el caso, se explicará dónde y cómo se lo puede conseguir. [10]

Una Auditoría energética es una inspección, estudio y análisis de los flujos de energía que permite identificar e implantar medidas de ahorro de energía adaptadas a cada industria.

Gracias a ellas se rentabiliza el uso de la energía en las empresas, reduciendo también el impacto ambiental de las instalaciones.

Su fundamento es que si no podemos medir, no podemos controlar, por lo que tampoco conseguiremos administrar. Este es el motivo por el que se realizan. [11]

a) Cumplimiento de objetivos

- Obtener un conocimiento fiable de los consumos energéticos de las empresas.
- Identificar donde y como se producen los consumos de energía y los factores que afectan a dicho consumo.
- Mejorar el suministro de energía.
- Identificar el coste energético.
- Mejorar la contratación de energía eléctrica y combustibles.
- Eliminar las pérdidas de energía.
- Mejorar la eficiencia de las instalaciones.
- Reducir emisiones por cada unidad de producción
- Detectar y evaluar las posibilidades de ahorro y de mejora de la Eficiencia Energética
- Analizar la posibilidad del uso de energías renovables.

b) Obtención de beneficios

- Se reducen los costes, debido a la disminución de los consumos energéticos.
- Prolongación de la vida útil de los equipos.
- Mejora de la competitividad de la empresa.

- Mejora la imagen de la empresa por verse asociada al cuidado del Medio Ambiente.
- Permite el acceso a ayudas por parte de la Administración Pública por la realización de Estudios Energéticos.

Una auditoría energética debe formar parte de los programas o planes de eficiencia energética de una empresa, los cuales deben comprender aquellas actuaciones encaminadas a lograr la máxima eficiencia en el consumo de energía, los máximos ahorros y el conocimiento del comportamiento energético de sus instalaciones.

Cabe mencionar que, en la actualidad existen normas generalistas internacionales sobre auditorías energéticas tanto en ISO como en la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) y normas específicas en ámbitos concretos como edificios, industria y transporte.

El objeto de la Norma UNE-EN ISO 50001:2011 es especificar los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la energía, con el propósito de permitir a una organización contar con un enfoque sistemático para alcanzar una mejora continua en su desempeño energético, que incluye conceptos como la eficiencia energética, el uso y el consumo de la energía. La norma especifica los requisitos aplicables a usos y consumos de la energía, a partir de los que se establecen las actividades de medición, documentación e información, las prácticas para el diseño y adquisición de equipos, sistemas, procesos y personal que contribuyen al desempeño energético, y se aplica a todas las variables que afectan al desempeño energético que puedan ser controladas por la organización y sobre las que pueda tener influencia. [12]

3.21. Eficiencia Energética

Cada día se consumen grandes cantidades de energía en todos los ámbitos de la sociedad, si se sigue gastando tanta energía como hasta ahora, la demanda energética mundial alcanzará niveles ilimitados, seguirán aumentando los niveles de emisión de CO₂ y esto tendrá un gran impacto medioambiental.

La eficiencia energética es la obtención de los mismos bienes y servicios energéticos, pero con mucha menos energía, con la misma o mayor calidad de vida, con menos contaminación, a un precio inferior al actual, alargando la vida de los recursos y con menos conflicto.

Uno de los objetivos de la eficiencia energética es introducir el uso de productos y equipos con menor consumo de energía durante su vida útil. Se debe potenciar el uso de equipamiento en el que tenga más valor la eficiencia energética que otros factores. [11]

3.22. Ahorro energético

El ahorro energético es la reducción del consumo de energía mediante la minoración del servicio o utilidad proporcionada, sin alterar la eficiencia energética.

Un ejemplo de ahorro energético en el sector industrial sería la utilización de variadores de velocidad en los procesos productivos. Cuando un equipo es accionado mediante un variador de velocidad, utiliza menos energía eléctrica que si el equipo fuera activado a una velocidad constante, ya que no utiliza más energía de la necesaria. Se puede regular la velocidad en función de las necesidades. Cintas transportadoras, bombas y compresores son ejemplos de ello. [11]

3.23. Demanda energética

La demanda energética es la cantidad de energía, primaria o final, consumida en un país o región. En el caso de la energía primaria se compone de la suma de los consumos de las fuentes primarias (petróleo, carbón, gas natural, energía nuclear, renovables...), mientras que en el caso de la energía final se trata de la suma de las energías consumidas en los diferentes sectores de la economía (transporte, industria, servicios...). [11]

La gestión de la demanda energética es uno de los aspectos fundamentales de la política energética de un país.

3.24. Armónicos

Los armónicos son distorsiones de las ondas senosoidales de tensión y/o corriente de los sistemas eléctricos, debido al uso de cargas con impedancia no lineal, a materiales ferromagnéticos, y en general al uso de equipos que necesiten realizar conmutaciones en su operación normal.

La aparición de corrientes y/o tensiones armónicas en el sistema eléctrico crea problemas tales como, el aumento de pérdidas de potencia activa, sobretensiones en los condensadores, errores de medición, mal funcionamiento de protecciones, daño en los aislamientos, deterioro de dieléctricos, disminución de la vida útil de los equipos, entre otros. [13]

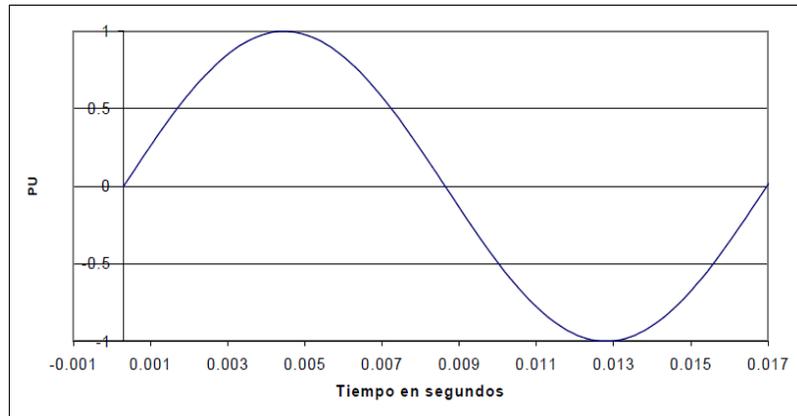


FIGURA 3. 5. Onda sin contenido armónico

Fuente: [14]

Cuando una onda periódica no tiene esta forma sinusoidal se dice que tiene contenido armónico, lo cual puede alterar su valor pico y/o valor RMS causando alteraciones en el funcionamiento normal de los equipos que estén sometido a esta tensión.

La frecuencia de la onda periódica se denomina frecuencia fundamental y los armónicos son señales cuya frecuencia es un múltiplo entero de esta frecuencia. . [13]

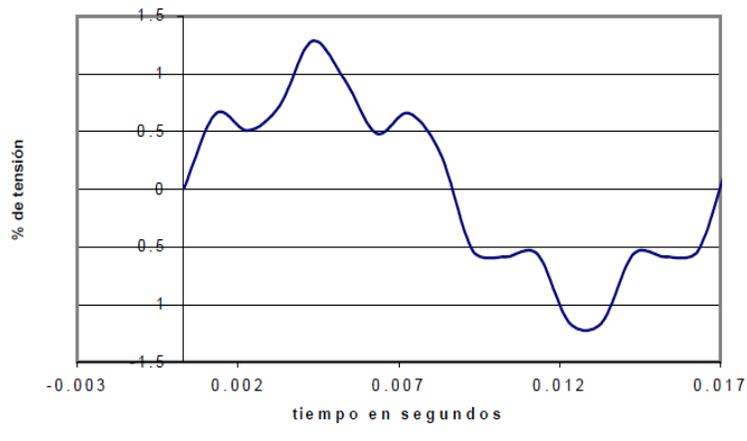


FIGURA 3. 6. Onda con contenido armónico

Fuente: [15]

Como puede observarse, el contenido armónico de esta onda ha aumentado en un 30% su valor pico.

3.25. Potencia Activa, Reactiva y Aparente

La calidad de un sistema de distribución, puede determinarse analizando las curvas de corriente, voltaje, potencia activa (Watts), reactiva (VAR) y factor de potencia (fp), lo cual se puede realizar con equipos manuales de potencia y con ajustes para mejorar la eficiencia y el factor de potencia, previniendo que existan sobrecargas y mejorando la administración de los costos de energía.

3.25.1. Potencia aparente (S)

En el caso particular de considerar un transformador, es la que determina la prestación de corriente, por lo tanto, se obtiene considerando el voltaje aplicado al consumo por la intensidad de corriente que éste requiere.

El valor de esta potencia se expresa en (Volt-Ampere).

3.25.2. Potencia activa (P)

Esta potencia está directamente relacionada con los consumos reales del usuario de la red, es decir que esta es la potencia que se paga por su utilización.

3.25.3. Potencia reactiva (Q)

Es la potencia que los campos magnéticos rotantes intercambian con la red eléctrica, transformándose en potencia activa no utilizada. Este fenómeno se da a lugar cuando en el sistema de cargas, existan instalados equipos de iluminación con balastos, motores o equipos que por su estructura interna sean capaces de producirlos.

En donde podemos visualizar entonces el triángulo de potencias:

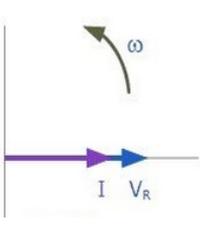
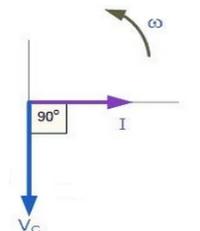
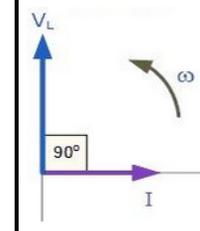


FIGURA 3. 7. Triángulo de potencias

Fuente: [16]

Si la carga contempla una carga inductiva, la corriente atrasa al voltaje y el valor de θ será positivo, es decir, cuando Q y θ tienen valor positivo, el factor de potencia corresponde a un atraso, y contrariamente, una carga capacitiva tendrá un Q y θ negativos, esto representa un factor de potencia en adelanto, es decir, la corriente de la carga adelanta al voltaje.

TABLA 3. 2. Relación de cargas y factor de potencia

	Carga Resistiva	Carga Capacitiva	Carga Inductiva
Diagramas Fasoriales			
Explicación	La corriente está en fase con el voltaje	La corriente adelanta al voltaje.	La corriente atrasa al voltaje.
Factor de Potencia	1	En adelanto, <1	En atraso, <1
Potencia Reactiva	0	Negativo	Positivo

Fuente: [16]

3.25.4. Potencia en corriente Alterna Trifásica.

Las potencias activas y reactivas, son magnitudes escalares, por tanto para obtener la potencia activa de un sistema trifásico, simplemente hay que sumar las potencias activas correspondientes a cada fase del sistema por separado. Lo mismo ocurre con la potencia reactiva, aunque hay que tener en cuenta que esta potencia será positiva si se trata de reactancias inductivas y negativa si se trata de reactancias capacitivas. Una vez obtenidas las potencias activa y reactiva totales, la potencia aparente se obtiene utilizando la expresión, que se obtuvo por trigonometría a partir del triángulo de potencias.

Donde se observa que la potencia activa de un sistema equilibrado, se obtiene con la misma expresión, independientemente de que la conexión sea estrella o triángulo. [16]

3.26. Factor de potencia

El factor de potencia permite cuantificar el valor de potencia aparente que está siendo realmente utilizada, el cual puede evidenciar que su valor no puede exceder de 1, es decir, no podrá exceder del 100% si se expresa en porcentaje.

El ángulo θ que corresponde al factor de potencia es de total importancia, por lo que un bajo factor de potencia puede incurrir en penalizaciones.

El ángulo θ se calcula como se muestra a continuación:

3.27. Problemas por Bajo Factor de Potencia

Los problemas que pueden producirse por un bajo factor de potencia en una instalación tienen relación directa con los consumos energéticos y pueden identificarse en los siguientes ítems:

- a) Penalizaciones de hasta el 120 % de la facturación. En el Ecuador, según el ARCONEL, la penalización por bajo factor de potencia se recargará cuando se registre un valor menor a 0.92.

Según el Pliego Tarifario para las Empresas Eléctricas de Distribución del Arconel con fecha 13 de Junio del 2018 nos indica:

Para aquellos consumidores de la Categoría General, con medición de energía reactiva, que registren un factor de potencia medio mensual inferior a 0.92, el distribuidor aplicará “cargos por bajo factor de potencia”.

La penalización por bajo factor de potencia será igual a la facturación mensual correspondiente a consumo de energía, demanda, pérdidas de transformadores y comercialización, multiplicada por el siguiente factor. [17]

$$B_{FP} = \frac{0.92}{FP_r} - 1$$

El Arconel usa la siguiente fórmula para explicar el proceso de penalización:

$$FP_r = \begin{cases} P_{BFP} = 0 & \text{si } FP_r \geq 0.92 \\ P_{BFP} = B_{FP} \times FSPEE_i & \text{si } FP_r < 0.92 \rightarrow B_{FP} = \frac{0.92}{FP_r} - 1 \end{cases}$$

Donde:

FP_r : Factor de potencia registrado.

P_{BFP} : Penalización por bajo factor de potencia

B_{FP} : Factor de penalización.

$FSPEE_t$: Factura por servicio público de energía eléctrica inicial

- b) Sobrecarga en las líneas de distribución, generadores y transformadores.
- c) Incremento de consumo eléctrico.
- d) Incremento de caídas de voltaje.
- e) Pérdidas de energía en conductores.

3.28. Corrección del Factor de Potencia

En la práctica, las cargas residenciales, industriales o comerciales son generalmente del tipo inductivo, debido a que allí se encuentran instalados motores, lámparas fluorescentes con sus respectivos balastos o equipos similares; por tanto, es posible que no se hallen cargas capacitivas que requieran una corrección. En consecuencia; un método para mejorar el factor de potencia en circuitos donde exista mayor carga inductiva puede llevarse a cabo al cancelar uno o todos los componentes reactivos de la potencia agregando una reactancia del tipo opuesto al circuito. Este procedimiento se lo conoce como corrección del factor de potencia.

En la realidad, el resultado de esta corrección del factor de potencia se la lleva a cabo agregando en el circuito un capacitor para contrarrestar los efectos inductivos. [10]

3.29. Energía

La energía eléctrica es causada por el movimiento de las cargas eléctricas (electrones positivos y negativos) en el interior de materiales conductores. Es decir, cada vez que se acciona el interruptor de nuestra lámpara, se cierra un circuito eléctrico y se genera el movimiento de electrones a través de cables metálicos, como el cobre. Además del metal, para que exista este transporte y se pueda encender una bombilla, es necesario un generador o una pila que impulse el movimiento de los electrones en un sentido dado. [18]

3.29.1. Energía (Kilowatt/hora)

Usando el watt y el segundo resultan unidades muy pequeñas, por ello, para medir la potencia eléctrica se usa otra unidad llamada kilowatt-hora.

Esta unidad proviene de despejar energía (E) de la ya conocida ecuación:

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

Despejando la ecuación, la energía queda

$$E = P t$$

Entonces la unidad de energía sería

1 julio = 1 watt x 1 segundo pero 1 kilowatt = 1.000 watt y 1 hora = 3.600 segundos, por lo tanto:

$$1 \text{ Kilowatt-hora} = 1 \text{ KWh} = 1.000 \text{ watt} \times 3.600 \text{ segundos} = 3,6 \times 10^6 \text{ julios}$$

O, también:

$$1 \text{ KWh} = 3.600.000 \text{ julios}$$

Cuando la corriente circula por un conductor, los electrones pierden energía al colisionar al interior del conductor, como consecuencia de esto, aumenta la temperatura; es decir, la energía eléctrica se disipa en forma de calor. Si el conductor es muy fino, éste se calienta hasta ponerse incandescente, este efecto tiene aplicación en estufas, hornos eléctricos, ampolletas, etc. [19]

3.29.2. Consumo de Energía

El consumo de energía eléctrica se mide en kWh siendo:

K = kilo = 1000

W = watts = vatio = unidad de potencia

H = hora = unidad de tiempo

Un Kilovatio hora (kWh) es el equivalente a mantener un consumo de potencia de 1000 vatios durante una hora.

1000 vatios es el equivalente a 10 lámparas de 100 vatios encendidas al mismo tiempo.

El kWh es la unidad de medida que utilizan las empresas eléctricas para cobrar lo que consumen los usuarios y la forma conveniente de expresar un consumo energético, en todos los casos se refiere a la cantidad de energía consumida durante un periodo determinado

Para estimar un consumo de energía de forma práctica y rápida utilizamos una planilla como la del ejemplo que corresponde a un consumo familiar tipo. [20]

Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNELEP
 SUCURSAL: Cda. Garzota, sector 3, Mz 47 - Telfs: (04) 2628600 ext 1112 | 1113 | 1123 | 1126 | 1155
 RUC: 09859920001 / CONTRIBUYENTE ESPECIAL / RESOLUCIÓN Nº 83 del 17-Agosto-2009

Factura No.: 148-001-002486390
 Autorización SR: 1116541808
 Fecha de autorización: 2015/MAR/10 - 2016/MAR/10
 Mes Consumo: 2015/JUNIO
 Fecha de Emisión: 2015/JUN/26 Fecha de Vencimiento: 2015/JUL/13

INFORMACIÓN DEL CONSUMIDOR
 Nombre: JAIRALA VALLAZA, JAIME ANTONIO
 Código Único Eléctrico Nacional: 0400332286 Cédula / R.U.C.: 0905849626 Código Postal:
 Dirección servicio: CUARTA CALLE 0320 AV. MIRAFLORES
 Plan/Geocódigo: 68-45-134-0575 Tarifa: RESIDENCIAL
 Provincia - Cantón - Parroquia: Guayas, Guayaquil, Tarqui
 Dirección notificación: DOMICILIO

1. FACTURACIÓN SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO
 Medidor: 1186382-ELS-AT Factor multiplicación: 1 Constante: 1
 Desde: 2015/MAY/26 Hasta: 2015/JUN/25 Días Facturados: 30
 Factor Potencia: 1,000 Penalización Fp: 0,000 Factor Corrección: 1,000

Descripción	LECTURAS			Unid.	Valores
	Actual	Anterior	Consumo		
Eng. Activa	5596	5463	133	kWh	12,15

HISTORIAL DE CONSUMOS

MES CONSUMO	Consumo (kWh)
JUL	~85
AGO	~85
SEP	~85
OCT	~100
NOV	~110
DIC	~130
ENE	~140
FEB	~140
MAR	~140
ABR	~140
MAY	~140
JUN	~140

2. VALORES PENDIENTES

CONCEPTO	VALOR
PLANILLAS ANTERIORES (0)	0,00
TOTAL VALORES PENDIENTES (2)	0,00

3. RECAUDACIÓN TERCEROS
 ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

CONCEPTO	VALOR
IMPUESTO BOMBEROS	1,77
TASA RECOLECCIÓN BAS	0,00
RECAUDACIÓN TERCEROS (3)	1,77

SU AHORRO POR

Calentamiento de Agua	0,00
Cocción Eléctrica	0,00
Tarifa Dignidad	0,00

TOTAL A PAGAR

Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1):	12,15
Valores Pendientes (2):	0,00
Recaudación Terceros (3):	1,77
TOTAL (1 + 2 + 3):	13,92

Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNELEP
 SUCURSAL: Cda. Garzota, sector 3, Mz 47 - Telfs: (04) 2628600 ext 1112 | 1113 | 1123 | 1126 | 1155
 RUC: 09859920001 / CONTRIBUYENTE ESPECIAL / RESOLUCIÓN Nº 83 del 17-Agosto-2009

Factura No.: 148-001-002486390
 Autorización SR: 1116541808
 Fecha de autorización: 2015/MAR/10 - 2016/MAR/10
 Mes Consumo: 2015/JUNIO
 Fecha de Emisión: 2015/JUN/26 Fecha de Vencimiento: 2015/JUL/13

CÓDIGO ÚNICO 0400332286
NOMBRE JAIRALA VALLAZA, JAIME ANTONIO
SUMINISTRO 1186382-ELS-AT
VALOR A PAGAR 13,92

1 de 2 Original: Cliente 2 de 2 Original: Cliente

1 de 2 Copia: Emisor 2 de 2 Copia: Emisor

FIGURA 3. 8. Ejemplo de planilla de consumo eléctrico

Fuente: [21]

El medidor de energía eléctrica registra el consumo en su residencia. Ese consumo, que corresponde a un período determinado, es expresado en kilovatios-hora (kWh).

Para efecto de cobro, la Empresa Eléctrica mide y determina la cantidad de energía que usted en un mes con base a las lecturas tomadas en forma mensual en los sectores urbanos y cada dos meses en los sectores rurales.

Para calcular el consumo mensual de cada electrodoméstico, multiplique la potencia del electrodoméstico (vatios W) por el número de horas usado en el mes. [22]

Ejemplo:

Para un foco de 60 wats, que queda prendido 5 horas al día, durante los 30 días del mes:

$$\text{Consumo Mensual} = \frac{60 * 5 * 30}{1000}$$

$$\text{Consumo} = 9 \text{ KWh / mes}$$

4. METODOLOGÍA

4.1. Levantamiento de información

El levantamiento de información permite la identificación del proceso de termofijado, en su funcionamiento, partes que lo constituyen y motores de mayor importancia.

Como parte del levantamiento de información se realiza un levantamiento de datos de placa de los motores, conductores, y revisión de los planos de operación de la máquina que realiza el proceso de termofijado.

En primera instancia, se ejecuta la identificación de cada uno de los motores que se encuentran en el proceso, y se definen los que tiene una participación crítica en el mismo, y los cuales serán el objeto de la presente propuesta.

Los principales motores a considerar, son:

- El motor de accionamiento principal que mueve toda la cadena de transporte de tela, la cual moviliza la tela por los 8 campos de aire caliente para el fijado térmico.
- Los motores de aire caliente que son los encargados de distribuir el calor de una forma uniforme, mediante el ventilador y la chapaleta. Este aire caliente o vapor circula por bandejas ubicadas dentro de los campos que posee la máquina. La temperatura del vapor

que circula dentro de los campos es controlado por sensores de temperatura y visualizado en pantalla en el tablero de control.

- El motor de extracción de rendija o exhaustor permite extraer el aire caliente excesivo que se encuentra en los campo y que varía acorde a la temperatura necesaria dependiendo del tipo de tela.
- El motor del Foulard sirve para realizar la extracción del líquido excesivo, que está en la tela al momento de realizar el tinturado. El foulard mueve dos rodillos los cuales se encuentran en una exacta posición que permite que la tela pase y sea exprimida uniformemente y por medio de guidores de tejido entre al proceso de termofijado y a la entrega del mismo.
- El motor ventilador refrigerador sirve para enfriar la tela que sale a temperatura muy elevada de los, esto para que no sufra daños y para precautelar la seguridad del operador.
- Después de identificar los motores más relevantes que intervienen en el proceso de termofijado, se registran los datos de placa de los motores con sus características principales, tales como: potencia, voltaje nominal, tipo de conexión, corriente nominal y también su factor de potencia, revoluciones por minuto,

De igual manera se pretende realizar la identificación de los conductores desde su origen hasta el tablero de control, evidenciar si existe deterioro del aislamiento o en sus terminales de sujeción y determinar si el calibre utilizado es el adecuado con respecto a la corriente de la carga.

4.2. Recopilación de datos

Una vez que se disponga de la información necesaria del levantamiento, esta debe ser correctamente tabulada y ordenada, con el fin de identificar de una manera fácil y rápida, los motores y sus datos principales, así como, lograr determinar la potencia total instalada.

Después, mediante la realización de registros de parámetros eléctricos, con el uso de equipos analizadores de calidad de energía, determinar la demanda total del proceso y realizar una comparación con la capacidad instalada. Además se determina el consumo que tiene este proceso en kWh.

Adicionalmente, en cada motor relevante del proceso, también se obtendrán registros que permita determinar el comportamiento de la carga en diferentes procesos de tratamiento de la tela como fijado, termofijado, secado.

También un paso primordial para poder obtener la potencia real es verificar si la potencia y corrientes que se muestran en las placas son las nominales del equipo y corresponden a la medición que se va a realizar, usando multímetros o pinzas amperimétricas que nos proporcionen estos datos.

4.3. Instalación de equipos

Los equipos que vamos a utilizar son analizadores de calidad de la energía eléctrica trifásicos, estos son Fluke 1744, AEMC 3945, con las siguientes características:

Fluke 1744

- ✓ Mide los parámetros eléctricos más comunes: V, A, W, VA, VAR, PF, energía, flicker (parpadeo), eventos de tensión (huecos, sobretensiones e interrupciones) y THD.
- ✓ Mide armónicos de tensión y corriente hasta el 50º, desequilibrio, frecuencia y transmisión de señales
- ✓ Resiste al polvo y agua IP 65
- ✓ Posee indicadores LEDs
- ✓ Tiene una memoria de 8MB
- ✓ Tiene SAI (autonomía) de cinco horas de alimentación ininterrumpida
- ✓ Evalúa conforme al estándar de calidad eléctrica EN50160 y presenta la información en forma de resúmenes estadísticos

AEMC 3945

- ✓ El multímetro digital simple, bifásico o trifásico mide el voltaje, la corriente y la frecuencia para usar en la medición de energía, mide de igual manera el factor de potencia.

- ✓ Determinar los problemas armónicos que se originan de la carga o la fuente.
- ✓ Las mediciones incluyen kW, kVAR, PF, DPF, kWh, KVARh, kVAh, factor potencia y parpadeo
- ✓ Las funciones de registro de datos, captura transitoria y captura de eventos, un puerto RS-232 de acoplamiento óptico y el software DataView prueban el medidor y proporcionan un informe completo.
- ✓ Cumple con la norma de seguridad IEC 61010 y está certificada para instalaciones de categoría III hasta 600 V, instalaciones de categoría IV hasta 600 V y Grado de contaminación 2 para uso en interiores.

Estos equipos permiten obtener mediciones de Voltaje, Corriente, Potencia, Factor de potencia, entre otros.

4.4. Procesamiento de información

Luego de la instalación de los equipos analizadores, se obtienen los siguientes datos de registro, voltajes de operación fase neutro y fase fase, corrientes, potencia activa total, potencia reactiva, energía, factor de potencia.

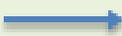
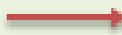
A su vez y para visualizar de mejor manera el funcionamiento de todo el proceso se realizarán los perfiles de: carga, corrientes y voltajes.

Todo esto se requiere para determinar la demanda del proceso y compararla con la carga instalada que se obtuvo en la tabulación del levantamiento de la información.

Determinar los factores de carga, de utilización y de demanda de cada motor. Así como también realizar los análisis de factor de potencia y eficiencia de los motores.

4.5. Esquema de la elaboración del proceso de termofijado

PASOS	ESPECIFICACION
1	ENERGIZACION DEL CALDERO
2	ENERGIZACION DEL DISYUNTOR PRINCIPAL
3	ENERGIZACION DEL MOTOR PRINCIPAL
4	ENERGIZACION DEL MOTOR DE AIRE CALIENTE
5	INGRESO DE LA TELA AL PROCESO DE TERMOFIJADO
6	SALIDA DE LA TELA

SIMBOLOGIA	ESPECIFICACION
	PROCESO DE TERMOFIJADO
	VAPOR TEMPERATURA
	ENERGIA ELECTRICA
	MOVIMIENTO DE CADENA PRINCIPAL
	VELOCIDAD



Pág. 29

FIGURA 3. 9. Esquema de la elaboración del proceso de termofijado

Fuente: [23]

Para lograr cumplir los objetivos específicos de esta propuesta tecnológica se aplicarán las siguientes fórmulas de cálculo, para encontrar la demanda y eficiencia energética en el proceso de Termofijado.

4.6. Formulas a utilizarse en el Análisis

4.6.1. Factor de Demanda (fd)

$$fd = \frac{\text{Carga máxima}}{\text{Carga instalada}} = \frac{D_M}{C_I} \leq 1 \quad (4.1)$$

4.6.2. Factor de Utilización (fu)

$$fu = \frac{\text{max Demanda}}{C \text{ nominal}} \quad (4.2)$$

Dónde:

Max demanda: Máxima demanda de un sistema

C nominal: Capacidad nominal de un sistema

4.6.3. Factor de Carga (fc)

$$fc = \frac{D_{media}}{D_{máx}} \text{ con limites } 0 < F_c \leq 1, F_c = \frac{D_P}{D_M} \quad (4.3)$$

$$D_{media} = \frac{W}{T} = \frac{\sum P_i \times \Delta t}{T} \quad (4.4)$$

Dónde:

Dmedia : Demanda media

Dmáx : Demanda máxima

W : Energía consumida en un periodo de tiempo

T : Periodo de estudio que puede ser un día, una semana, un mes, un año, etc.

Pi : Potencia consumida en un intervalo de tiempo.

Δt : Intervalo de tiempo que puede ser de: 15 min, 30 min, 60 min.

4.6.4. Eficiencia de un motor

$$Eficiencia = \frac{Potencia\ mecánica}{Potencia\ eléctrica} * 100 \quad (4.5)$$

$$\eta = \frac{P(kW)}{\sqrt{3} * V * I * \cos\phi} * 100 \quad (4.6)$$

4.6.5. Potencia aparente (S)

$$S = V * I \quad (4.7)$$

Dónde:

S: Potencia aparente o total (VA).

V: Voltaje (V).

I: Intensidad (A)

4.6.6. Potencia activa (P)

$$P = V * I * \cos\theta \quad (4.8)$$

Dónde:

P: Potencia (W).

V: Tensión (V).

Cos θ = Factor de potencia. (Fp)

4.6.7. Potencia Reactiva (Q)

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \quad (4.9)$$

Dónde:

Q= Carga reactiva o inductiva (VAR).

S= Potencia aparente o total (VA).

P= Potencia activa (W).

4.6.8. Potencia en corriente Alterna Trifásica.

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \theta \quad (4.10)$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \sin \theta \quad (4.11)$$

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \quad (4.12)$$

4.6.9. Potencia actual instalada

$$POTENCIA\ INSTALADA = \sum P_n \quad (4.13)$$

Donde:

P_n: Potencia nominal

4.6.10 Factor de potencia

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{P}{S} \right) \quad (4.14)$$

$$F_p = \cos \theta$$

Dónde:

F_p: Factor de Potencia

θ : Ángulo entre el voltaje y la corriente.

P: Potencia Activa (W).

S: Potencia Aparente (VA).

4.6.11. Energía (Kilowatt/hora)

$$P = \frac{E}{t} \quad (4.15)$$

$$E = P * t \quad (4.16)$$

Dónde:

P: Potencia (W)

E: Energía (Julio)

t: Tiempo (h).

4.6.12. Consumo de Energía

$$\text{Consumo Mensual} = \frac{P \cdot hd \cdot dm}{1000} \quad (4.17)$$

Dónde:

P: Potencia (W).

hd : Horas de uso por día.

dm: días de uso al mes

4.7. Causa y efecto

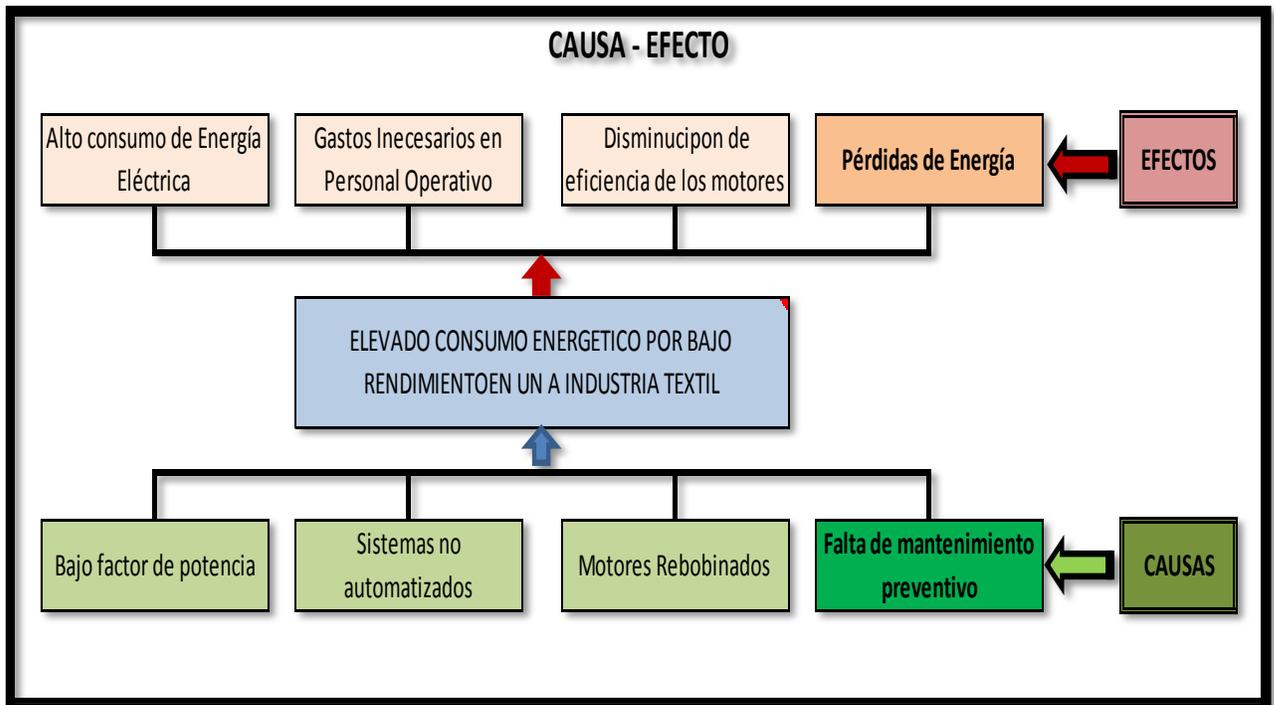


FIGURA 3. 10. Matriz Causa-Efecto del proceso de termofijado

Fuente: [23]

4.8. Determinación de Variables

ANÁLISIS DE LA DEMANDA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL PROCESO DE TERMOFIJADO EN UNA INDUSTRIA TEXTIL.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE DEPENDIENTE:				
Proceso de Termofijado				
Variables	Categoría	Item	Técnicas	Instrumentos
Pérdidas de Potencia	Wattios	W	Cálculos	Ecuaciones
Consumo Energético	Energía	kWh	Cálculos	Ecuaciones
Eficiencia	Planilla	z	Cálculos	Ecuaciones
Producción	Costo	\$/kWh	Cálculos	Ecuaciones

VARIABLE INDEPENDIENTE:				
Proceso de Termofijado				
Variables	Categoría	Item	Técnicas	Instrumentos
Motor	Voltajes de Energización	V	Medición	Pinza Amperimétricas
	Factor de Potencia	fp	Medición	Analizadores de Calidad
	Corriente	I	Medición	Analizadores de Calidad
	Consumo de energía eléctrica de los motores	kW	Medición	Analizadores de Calidad
Demanda	Factor de Demanda	fd	Cálculos	Ecuaciones
	Factor de Carga	fc	Cálculos	Ecuaciones

5. DATOS TABULADOS

5.1 Identificación del proceso de termofijado

El proceso de Termofijado es uno, por no decir, el más importante dentro de la empresa textil en la que se realizó la propuesta tecnológica. La actividad laboral de la industrial abarca el proceso completo de la fabricación de un producto textil desde la fabricación de la tela en telares de la empresa, su limpieza y tinturación, hasta el proceso de termofijado, ya sea para la realización de secado de telas o de afirmación de estampes, así como ajustes de tamaño o cortes de orillos, para entregar un producto de calidad.

El proceso de termofijado está dado en una máquina que data del año 1974, cuyo funcionamiento es electromecánico, de accionamiento manual mediante selectores y botones. A modo de ejemplo se presenta el caso del aire que es inyectado por el motor de ventilación de aire caliente, el control de la temperatura con la que se va trabajar en las distintas telas, la apertura de los brazos por donde ingresa la tela, la cual es movida por motores de direccionamiento, entre otros mecanismos del proceso.

En cuanto al circuito eléctrico del proceso de termofijado, este requiere un voltaje de operación de 220/127 V trifásico con un disyuntor termomagnético trifásico de 800 A. Las protecciones individuales de los motores están dadas por fusibles de cerámica tipo botella de diferentes capacidades.

Todo el circuito eléctrico se comanda desde la puerta del tablero, donde tiene una palanca de anclaje conectado directamente con el disyuntor, al accionar la palanca se energizan todo los elementos eléctricos y electromecánicos del proceso, estos son luces de información, relés, servomotores, reguladores de velocidad, contactores, relés de temperatura.



FIGURA 5. 1. Disyuntor termo magnético principal y datos de placa

Fuente: [21]

5.2 Motores Eléctricos

5.2.1 Identificación de Motores

Durante el levantamiento de la información se identifican 53 motores de varias capacidades y de diferente funcionalidad, dentro de la máquina que se ha considerado para el análisis, los mismos que operan de acuerdo a la tarea a realizar con la tela, variando la temperatura que ingresa a cada campo, la velocidad del motor de la cadena principal para transporte de la tela, o la temperatura de salida de la tela al llegar al extremo del enrollamiento.

A continuación, en la Tabla 5.1, se presenta el detalle de los motores:

TABLA 5. 1. Identificación de motores con su potencia

IDENTIFICACION DE MOTORES	CANTIDAD	POTENCIA NOMINAL_U
		(kW)
VENTILADOR DE AIRE CALIENTE	16	7.5
VENTILADOR REFRIGERADOR	1	7.5
ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	1	10
VENTILADOR EXHAUSTOR	5	2.2
FOULARD	1	12.5
DISPOSITIVO CORTADOR DE ORILLOS	2	0.18
GUIADORES DE TEJIDO	2	0.18
BOMBA DE REFRIGERACIÓN	1	0.18
GUIADORES DE TEJIDO	1	0.21
APARATO LIMPIADOR DE CADENA	2	0.25
DISPOSITIVO ENCOLADOR DE ORILLOS	1	0.25
DESENROLLADOR TRES DEDOS	4	0.3
BOMBA DE PINTURA A RODILLOS DE FOULARD	1	0.3
RODILLO DE TRACCION	2	0.35
REGULACION DE RODILLOS	2	0.37
MEZCLADORA DE PINTURA PARA TELAS	1	0.76
ANCHURA DE RODILLOS	1	0.8
RODILLOS ENSANCHADORES	1	1.1
CONTROLADOR DE RODILLOS	1	1.2
RODILLO DE SOBREALIMENTACION	1	1.3
RODILLOS ENSANCHADORES	1	1.5
ACCIONAMIENTO DE AJUSTE DE ANCHO	1	3
DISPOSITIVO EXTRACTOR DE ORILLOS	2	3.3
APARATOS INDUCTORES DE TEJIDO	2	4.8

Fuente: [23]

En el ANEXO I, se detallan las características técnicas de los 53 motores que participan en el Proceso de Termofijado.

Siendo los de mayor relevancia, y en los que se centrará el análisis individual del presente estudio los detallados a continuación:

1 de los 16 motores de ventilación de aire caliente

1 de ventilación de aire refrigerante

1 de foulard

1 de los 5 motores exhaustor

1 de accionamiento principal.

TABLA 5. 2. Detalle de motores

ITEM	IDENTIFICACIÓN DE MOTORES	POTENCIA TOTAL (KW)
1	VENTILADOR DE AIRE CALIENTE	120
2	VENTILADOR REFRIGERADOR	7.5
3	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	10
4	VENTILADOR EXHAUSTOR	11
5	FOULARD	12.5
6	OTROS	30.66

Fuente: [23]



FIGURA 5. 2. Resumen de carga instalada porcentual de motores

Fuente: [23]

La relevación se dio en base al porcentaje de participación que tienen estos motores en la demanda del proceso.

5.2.2. Características Técnicas y Datos de Placa

Las placas de datos es el medio mediante el cual el fabricante suministra una gran cantidad de información útil sobre diseño y mantenimiento del motor. Esta información es particularmente valiosa para los instaladores y el personal electrotécnico de la planta industrial, encargado del mantenimiento y reemplazo de los motores existentes.

Se describe a continuación las características técnicas que reflejan los datos de placa de cada motor a ser analizado.

5.2.3. Motor de ventilador de aire caliente



FIGURA 5. 3. Motor ventilador de aire caliente y dato de placa

Fuente: [21]

El proceso de Termofijado posee 16 motores de ventilador de aire caliente, los cuales poseen dos velocidades una baja de 1175 [1/min] y una alta de 1755 [1/min], se encuentran distribuidos dos motores por cada campo, en total son 8 campos.

Los motores del ventilador de aire caliente, permiten tener una adecuada disipación de calor dentro de la cámara y sobre la tela, conforme se describe a continuación.

Entendiéndose como campo lo que se define en el literal 3.15.

5.2.3.1 Descripción grafica de funcionamiento de motor del ventilador de aire caliente

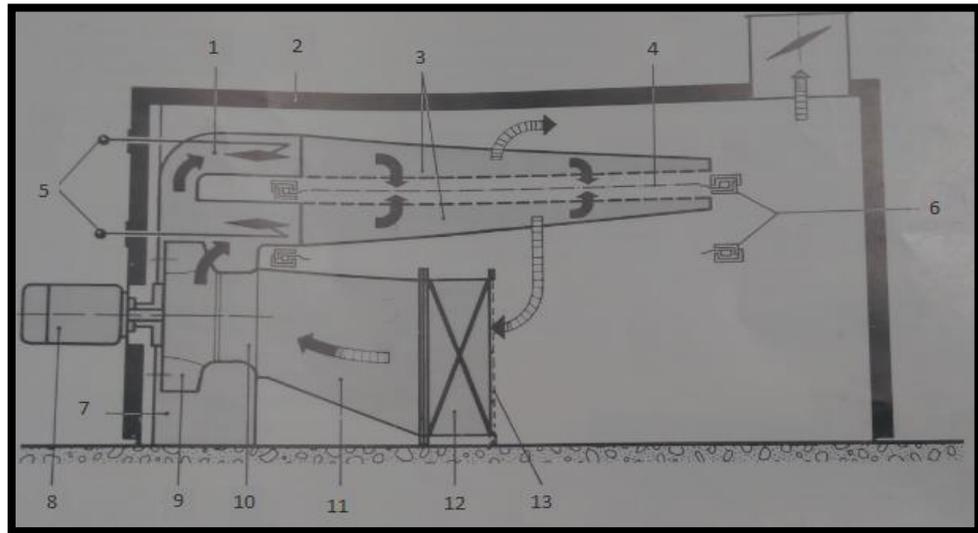


FIGURA 5. 4. Descripción grafica de funcionamiento del motor ventilador de aire caliente

Fuente: [23]

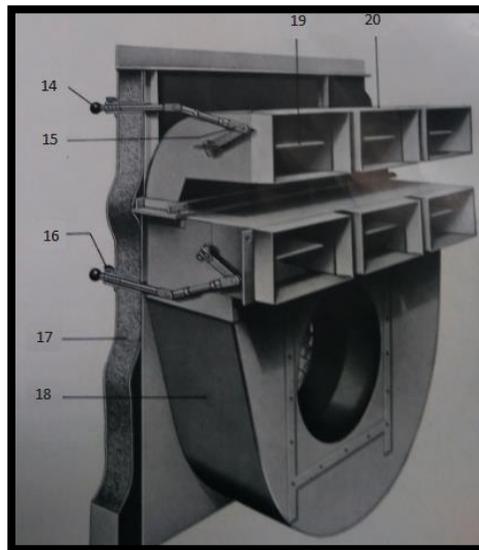


FIGURA 5. 5. Descripción gráfica de funcionamiento de la tobera y chapaleta

Fuente: [23]

TABLA 5. 3. Descripción de partes del motor ventilador de aire caliente

N.-	DESCRIPCIÓN
1	PIEZA "F"
2	AISLAMIENTO
3	TOBERAS
4	TEJIDO
5	REGULACION DE LAS CHAPALETAS
6	RELES DE CADENA
7	CAJA DE VENTILADOR
8	MOTOR DEL VENTILADOR
9	RUEDA DE PALETAS
10	CAJA DE ASPIRACIÓN
11	PIEZA DE PASO
12	RADIADORES
13	CRIBAS
14	PALANCA DE AJUSTE DE CHAPALETA
15	VARILLAJE DE AJUSTE CHAPALETAS
16	TORNILLO DE SUJECIÓN
17	AISLAMIENTO
18	CAJA DE VENTILADOR
19	CHAPALETA
20	PIEZA DISTRIBUIDORA

Fuente: [23]

Las chapaletas van a variar dependiendo del tipo de tela que ingrese a los campos, el suministro de calor debe ser homogéneo o equilibrado, para que la tela no se salga de las agujas que se encuentran sujetándola y se produzca daños en el proceso de termofijado.

5.2.4 Motor exhaustor

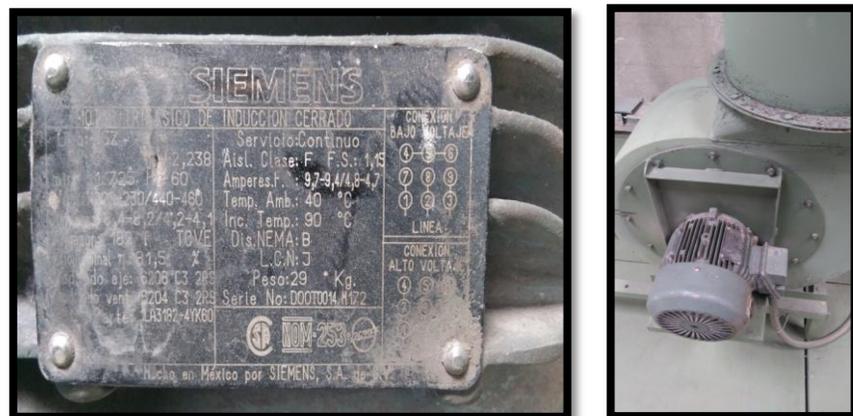


FIGURA 5. 6. Motor exhaustor y dato de placa

Fuente: [23]

El motor del ventilador exhaustor, nos permite extraer el aire caliente excesivo que se encuentra dentro del sistema.

Existen 5 motores de este tipo, distribuidos dos a los extremos de los campos y uno en la parte final del proceso de termofijado. Poseen válvulas de control de salida del aire caliente, para mantener y regular el nivel de temperatura dentro de campo en un nivel constante.

5.2.5 Motor Ventilador Refrigerador



FIGURA 5. 7. Dato de placa del motor ventilador refrigerador

Fuente: [23]

El motor ventilador refrigerador, se encuentra al final de los 8 campos de aire caliente. El propósito de este motor, es hacer que la tela que sale a temperatura muy elevada sea enfriada a la temperatura ambiente, para que no sufra daños y para precautelar la seguridad del operador que se recibe la tela.

5.2.6 Motor de Accionamiento Principal



FIGURA 5. 8. Motor de accionamiento principal

Fuente: [23]

El motor de accionamiento principal, es el motor que controla el movimiento de la banda guía, por donde va a transportarse la tela. Esta banda tiene en sus extremos unas pequeñas agujas, que sujetan la tela al inicio del proceso, mediante rodillos de presión, para que la tela ingrese en la posición correcta y no se mueva al momento de ingresar a campos.

Cabe mencionar que este motor no es el original del proceso de termofijado. Por sobrecarga se averió el motor original y se instaló el motor actual en remplazo para continuar con la producción. Este motor no posee placa de características técnica.

El motor de cadena principal utiliza un variador de velocidad, para poder regular la velocidad dependiendo el proceso que se realice sea de termofijado, fijado, y secado.

5.2.7 Motor Foulard



FIGURA 5. 9. Dato de placa de motor foulard

Fuente: [23]



FIGURA 5. 10. Motor foulard

Fuente: [23]

Este motor es utilizado en telas que se va a tinturar o teñir. Este motor mueve dos rodillos grandes que se encuentran en una posición especial y con una separación milimétrica entre ellos, por donde va pasar la tela, escurre en su mayor cantidad a la tela y el exceso de pintura.

5.2.8 Motores Varios

En el proceso de termofijado también forman parte varios motores como son:

5.2.8.1. Motor Regulador de Ancho



FIGURA 5. 11. Motor regulador de ancho y dato de placa

Fuente: [23]

5.2.8.2. Motor cortador de orillos

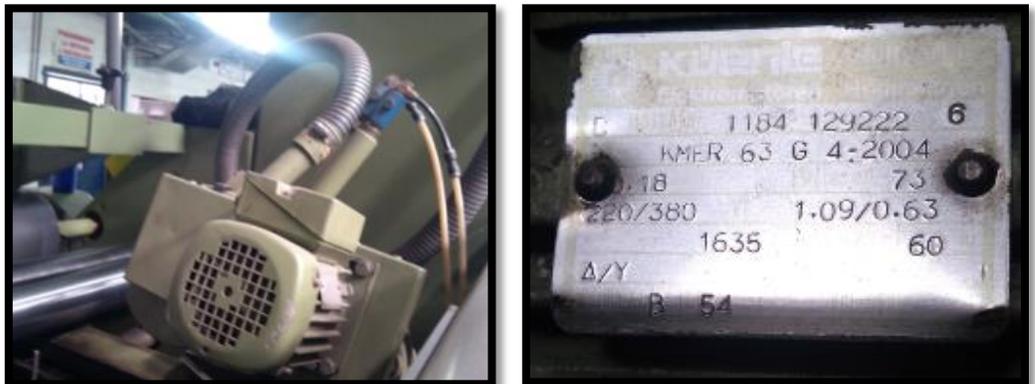


FIGURA 5. 12. Motor cortador de orillos y dato de placa

Fuente: [23]

5.2.8.3 Motor limpiador de cadena

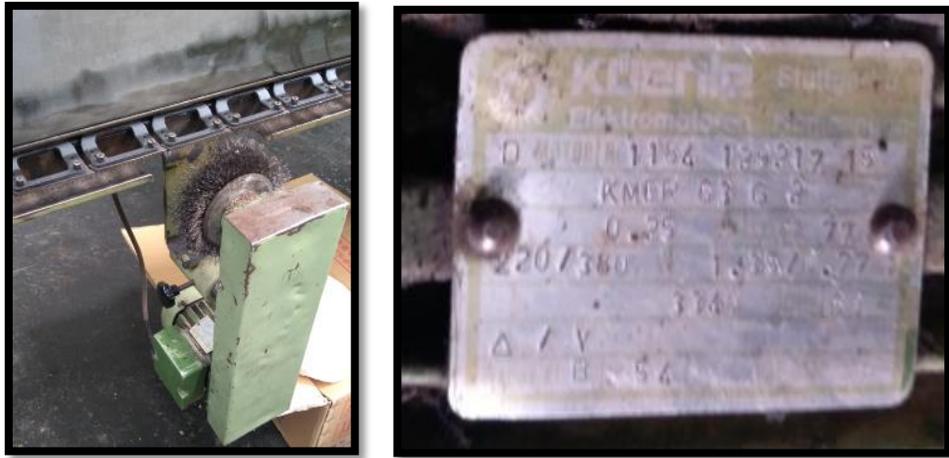


FIGURA 5. 13. Motor limpiador de cadena y dato de placa

Fuente: [23]

5.2.8.4 Motor Desenrollador de Orillos



FIGURA 5. 14. Motor desenrollador de orillos y dato de placa

Fuente: [23]

5.2.8.5 Motor Guiador de Tejido

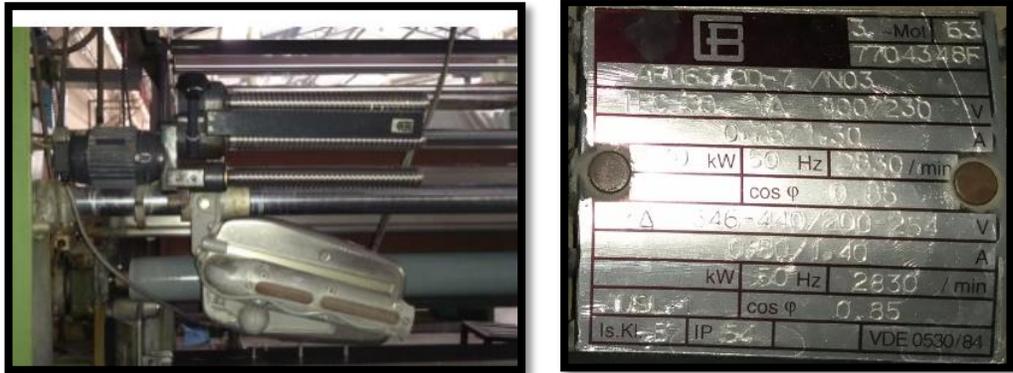


FIGURA 5. 15. Motor guiador de tejido y dato de placa

Fuente: [23]

5.3 Potencia actual instalada

Después de haber identificado cada motor en la máquina que realiza el proceso de termofijado, se determina la potencia total instalada, mediante la fórmula 4.13.

$$POTENCIA\ INSTALADA = \sum P_n$$

En el anexo II, muestra las potencias nominales de cada motor, la capacidad total instalada

La potencia total instalada es de 191.7 kW.

5.4. Calibres de conductores de alimentación de los motores

Si bien no es parte del presente estudio, al momento de la realización del levantamiento de información de las placas de los motores también, conjuntamente se realizó el levantamiento de información de los conductores, la forma de conexión que estos poseen en sus borneras, el calibre de conductor con el cual son alimentados.

Se procede a llenar la tabla de información con los calibres de conductores que posee cada motor.

TABLA 5. 4. Descripción de conductores de los diferentes motores

N.-	IDENTIFICACIÓN DE MOTORES	N.- SERIE	CALIBRE CONDUCTOR (AWG)			
			VELOCIDAD-RAPIDA		VELOCIDAD-LENTA	
			CABLE	SOLIDO	CABLE	SOLIDO
M 1	(VENTILADOR REFRIGERADOR)	1184 129217 - 1		3 x10 + 1 x10		3 x12 + 1 x12
M 2	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	3754942 - 11	3 x10 + 1 x10		3 x12 + 1 x12	
M 3	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	18016459 - 7	3 x10 + 1 x10		3 x12 + 1 x12	
M 4	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 2	3 x10 + 1 x10		3 x12 + 1 x12	
M 5	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 9	3 x10 + 1 x10		3 x12 + 1 x12	
M 6	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 8		3 x10 + 1 x10		3 x12 + 1 x12
M 7	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 10		3 x10 + 1 x10		3 x12 + 1 x12
M 8	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 3		3 x10 + 1 x10		3 x12 + 1 x12
M 9	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 184317 - 7		3 x10 + 1 x10		3 x12 + 1 x12
M 10	APARATOS INDUSCTORES DEL TEJIDO	3342993 - 04				
M 11	APARATOS INDUSCTORES DEL TEJIDO	3342992 - 4				
M 12	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217	3 x10 + 1 x10		3 x12 + 1 x12	
M 13	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 13		3 x10 + 1 x10		3 x12 + 1 x12
M 14	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 5		3 x10 + 1 x10		3 x12 + 1 x12
M 15	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 4	3 x10 + 1 x10		3 x12 + 1 x12	
M 16	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 12		3 x10 + 1 x10		3 x12 + 1 x12
M 17	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 6	3 x10 + 1 x10		3 x12 + 1 x12	
M 18	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	180 16459 - 4	3 x10 + 1 x10		3 x12 + 1 x12	
M 19	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	180 16459 - 11	3 x10 + 1 x10		3 x12 + 1 x12	
M 20	(VENTILADOR EXHAUSTOR)	0990-0088			3 x10 + 1 x10	
M 21	(VENTILADOR EXHAUSTOR)	0990-0088			3 x18 + 1 x18	
M 22	(VENTILADOR EXHAUSTOR)	1184 129222			3x12	
M 23	(VENTILADOR EXHAUSTOR)	1185 129222			3x12	
M 24	(VENTILADOR EXHAUSTOR)	GZ			3 x10 + 1 x10	
M 25	(ACCIONAMIENTO DE AJUSTE DE ANCHO)	1184 129222 1				3 x12 + 1 x12
M 26	(DISPOSITIVO EXTRACTOR DE ORILLOS)	6629 01 001				3 x12 + 1 x12
M 27	(DISPOSITIVO EXTRACTOR DE ORILLOS)	6629 01 001				3 x12 + 1 x12
M 28	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	-----	3 x 8 + 1 x 8		3 x 8 + 1 x 8	
M 29	DISPOSITIVO CORTADOR DE ORILLOS	1184129222				3 x14 + 1 x14
M 30	DISPOSITIVO CORTADOR DE ORILLOS	1184129222				3 x14 + 1 x14
M 31	APARATO LIMPIADOR DE CADENA	1184129217				3 x18 + 1 x18
M 32	APARATO LIMPIADOR DE CADENA	1184129217				3 x18 + 1 x18
M 33	GUIADORES DE TEJIDO	M03122772				3 x18 + 1 x18
M 34	GUIADORES DE TEJIDO	M03122772				3 x18 + 1 x18
M 35	DESENROLLADOR TRES DEDOS	755159				3x20+1x20+1x20
M 36	DESENROLLADOR TRES DEDOS	755159				3x20+1x20+1x20
M 37	MOTOR GUIADORES DE TEJIDO	LA5080-8AA93				3x20
M 38	FOULARD	DNRE3/14				3x10+1x10
M 39	MOTOR PARA RODILLOS ENSANCHADORES	MBT 112 M				3 x18 + 1 x18
M 40	MOTOR PARA MOVER LA ANCHURA DE RODILLOS ENSANCHADORES	Z10				
M 41	DESENROLLADOR TRES DEDOS	7704348F				3 x18 + 1 x18
M 42	DESENROLLADOR TRES DEDOS	7704348F				3 x18 + 1 x18
M 43	MEZCALDORA DE PINTURA PARA LAS TELAS					-----
M 44	BOMBA QUE ENVIA EL LIQUIDO A RODILLOS DEL FOULARD	-----				-----
M 45	DISPOSITIVO ENCOLADOR DE ORILLOS	-----				3 x18 + 1 x18
M 46	REGULACION DE RODILLOS	FKSBL 33				3 x18 + 1 x18
M 47	REGULACION DE RODILLOS	FKSBL 33				3 x18 + 1 x18
M 48	RODILLOS ENSANCHADORES	1184129222				4 x12 + 1 x12
M 49	CONTROLADOR DE RODILLOS	169256				2x14
M 50	BOMBA DE REFRIGERACION	-----				3 x 14+1 x 14
M 51	RODILLO DE SOBREALIMENTACIÓN	-----				2(3 x 12) + 1 x 12
M 52	RODILLO DE TRACCIÓN	KR_6030				2(4X12)
M 53	RODILLO DE TRACCIÓN	KR_6031				2(4X12)

Fuente: [23]

Para los calibres de conductor identificados se tienen las siguientes capacidades:

TABLA 5. 5. Capacidad de conducción

Calibre del conductor (AWG)		Corriente que soporta
CABLE	HILO	(A)
3 x10 + 1 x10		30
3 x12 + 1 x12		25
	3 x12 + 1 x12	25
	3 x18 + 1 x18	15
	3 x14 + 1 x14	20
3 x 8 + 1 x 8		40

Fuente: [23]

TABLA 5. 6. Información técnica de conductores General Cablec

SE 4 CONDUCTORES									
Calibre conductor AWG/kcmil	Sección nominal mm ²	Diámetro del conductor aprox. mm	Espesor aislación mm	Espesor cubierta mm	Diámetro total aprox. mm	Peso total aprox. kg/km	Resistencia máx. a 20 °C CC Ω/km	Capacidad de corriente A	
								A	B
14	2,08	1,9	1,14	2,03	15,1	262	8,59	15	18
12	3,31	2,4	1,14	2,41	17,1	356	5,41	20	25
10	5,26	3,0	1,14	2,41	18,7	465	3,41	25	30
8	8,37	3,8	1,52	3,18	25,4	756	2,18	35	40
6	13,3	4,7	1,52	3,56	29,1	1.066	1,37	45	55
4	21,2	6,0	1,52	3,94	33,4	1.524	0,862	60	70
2	33,6	7,7	1,52	4,32	38,7	2.165	0,547	80	95

Las capacidades de corriente están dadas para temperatura ambiente de 30 °C según NEC.
 Columna A: Para cordones instalados en circuitos trifásicos.
 Columna B: Para cordones instalados en circuitos monofásicos (CA) o en corriente continua.
 Los valores aquí indicados son aproximados y están sujetos a tolerancias de fabricación.

Fuente: [24]

Se evidencia que el calibre del conductor instalado es el adecuado para las corrientes nominales de los motores. Sin embargo, existen empalmes en la bornera de conexión, debido a que estos fueron rebobinados o por motivos de mantenimiento se perdieron sus elementos para poder realizar las conexiones eléctricas.

Se debe tener en cuenta que cuando no existe un correcto empalme o una conexión floja esto produce pérdidas eléctricas por calentamiento de los conductores por la carga con la que trabajan los motores.

A continuación se muestra conexiones de los conductores en buen estado y los que se encuentran con poca protección eléctrica.



FIGURA 5. 16. Conexiones de borneras en buen estado

Fuente: [23]

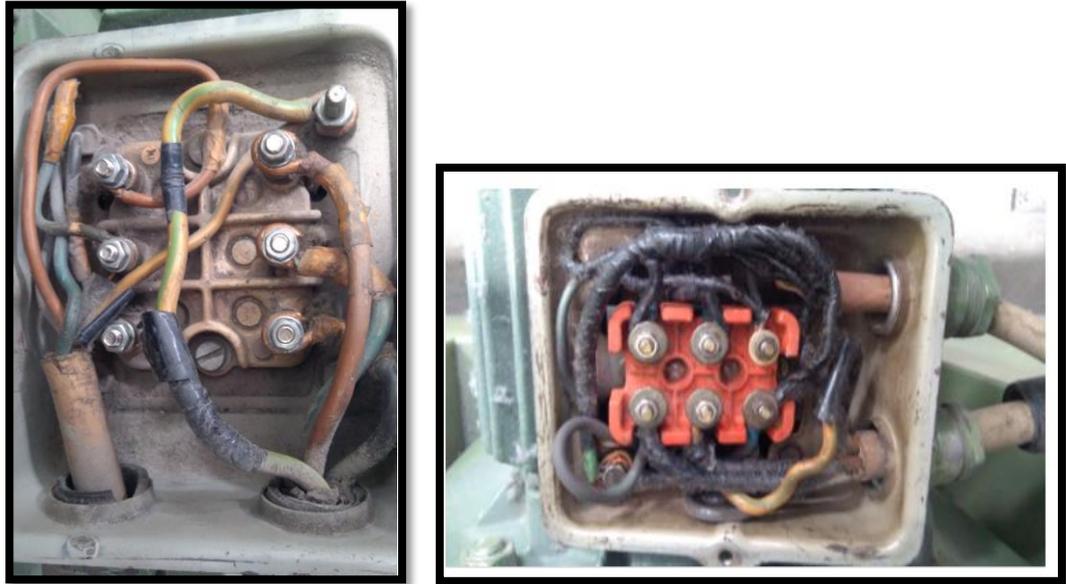


FIGURA 5. 17. Conexiones de borneras en mal estado

Fuente: [23]

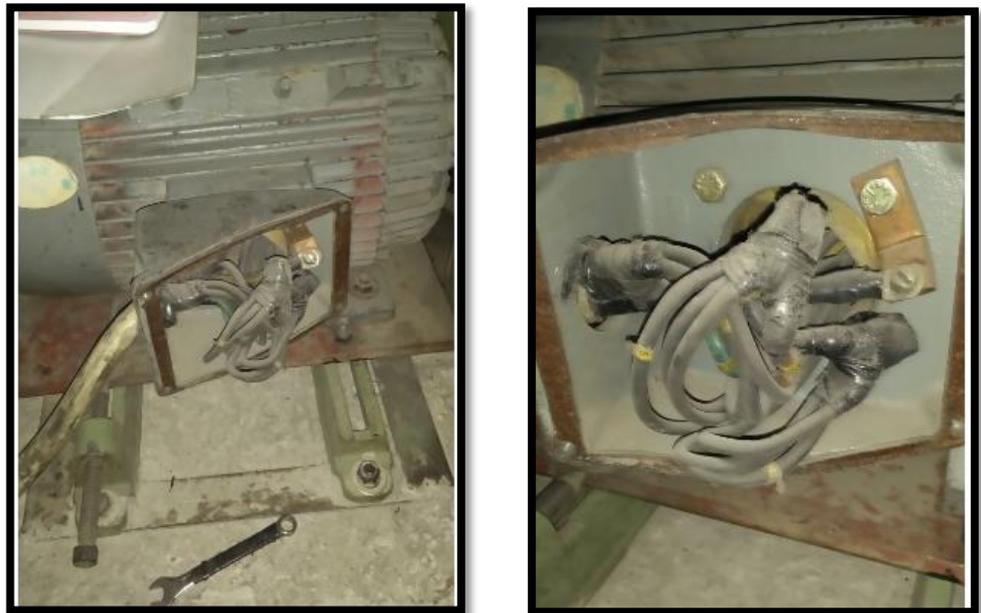


FIGURA 5. 18. Conexión de motor de accionamiento principal

Fuente: [23]

6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Puntos de Medición

Conforme se menciona en el literal 5.2.1, los puntos de medición seleccionados son:

- ✓ Motor de ventilación de aire caliente
- ✓ Motor de ventilación de aire refrigerante
- ✓ Motor foulard
- ✓ Motor exhaustor
- ✓ Motor de accionamiento principal.

Se añade un punto de medición, para el registro eléctrico de la totalidad de la máquina donde se ejecuta el proceso de termofijado, para definir la demanda y el consumo total de la misma. El analizador de energía fue ubicado en la protección principal, conforme se establece en el 5.1

De la totalidad de parámetros que registran los equipos analizadores, para el presente estudio se tomarán en cuenta:

- Voltaje
- Corriente
- Demanda
- Potencia Activa
- Potencia Reactiva
- Potencia Aparente
- Energía
- Factor de potencia

6.2. Análisis de Mediciones

Con el análisis de los registros obtenidos en los motores y del total de la máquina, se realiza el diagnóstico del estado actual en base a condiciones normales de operación, con voltajes de la red de distribución.

Los cálculos de factores y análisis de resultados se ejecutarán a condiciones de Demanda Máxima, es decir, a las condiciones más exigente de operación.

6.2.1. Máquina que ejecuta el Proceso de Termofijado

6.2.1.1. Demanda Total

El registro de mediciones en la máquina de Termofijado, registra una demanda máxima de 185.24kW

En la Figura 6.1, se puede visualizar el comportamiento de la carga total de la máquina:

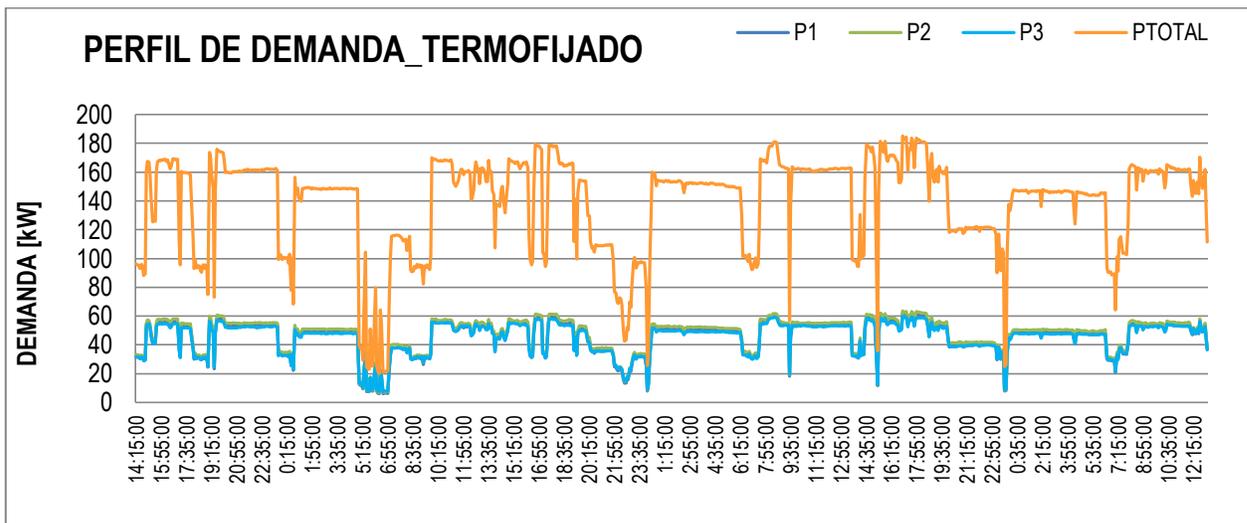


FIGURA 6. 1. Registro de Carga de Maquina Termofijado

Fuente: [23]

Considerando que la potencia total instalada es de 191.66kW, conforme lo establece el literal 5.2, se determina el factor de utilización del sistema, con la fórmula 4.2.

$$f_u = \frac{\max Demanda}{Capacidad Nominal} \times 100\%$$

Siendo:

Max Demanda = 185.24kW

Capacidad Nominal = 191.66 kW

$$fu = \frac{185.24}{191.66} \times 100\%$$

$$fu = 96.65\%$$

Siendo así, el factor de utilización de la máquina funcionando a plena carga es de 96.65%.

6.2.1.2. Energía

El registro de mediciones en la totalidad de la máquina registra un consumo de energía de 9882.7 kWh, durante un periodo de 71h, es decir tres días, como se observa en la Figura 6.2.

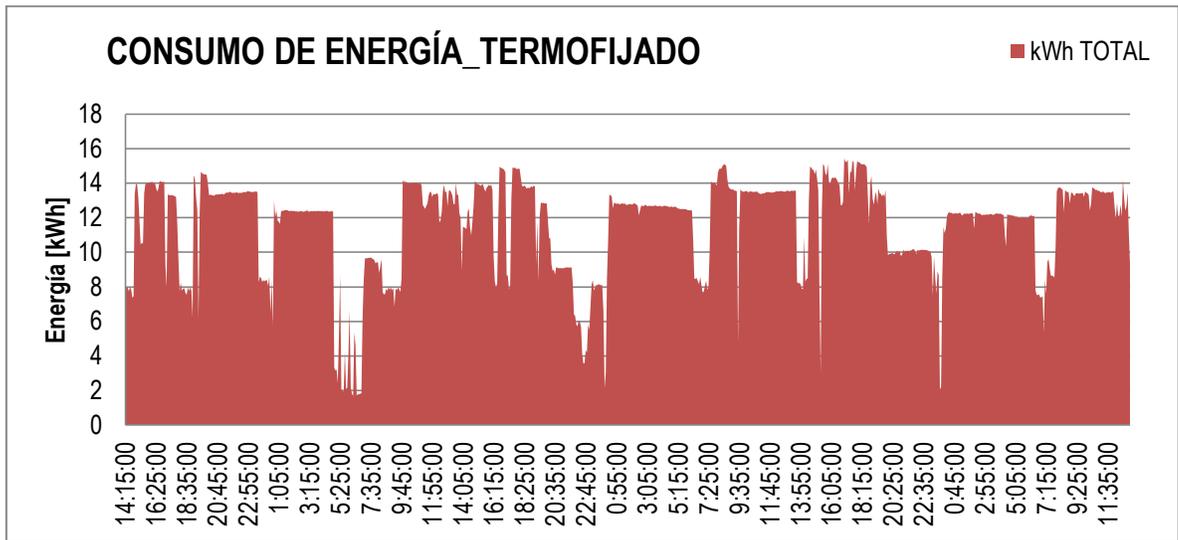


FIGURA 6. 2. Registro de energía en máquina de Termofijado

Fuente: [23]

Dado que las mediciones no fueron ejecutadas de manera simultánea, se calcula un consumo promedio por hora, para que este pueda ser utilizado en el análisis comparativo con los consumos individuales de cada motor.

$$\text{Consumo promedio en 1 hora} = \frac{\text{kWh total}}{t} \quad (4.17)$$

kWh total = Energía total registrada en un intervalo t

t = Tiempo total de registro en horas

Entonces:

$$\text{Consumo promedio en 1 hora} = \frac{9882.7}{71}$$

$$\text{Consumo promedio en 1 hora} = 139.19 \text{ kWh}$$

6.2.2. Análisis de registros de motores

Con el análisis de los registros obtenidos en los motores, se realiza el diagnóstico del estado actual de los motores en base a condiciones normales de operación, con voltajes de la red de distribución.

Cabe mencionar que las mediciones se ejecutaron en una sola unidad de motor por funcionalidad, por lo que, para el análisis, se asumirá que todos los motores del mismo tipo tienen similar comportamiento.

Los informes de cada uno de los puntos de medición se encuentran detallados en el ANEXO IV. Los mismos contienen la información de:

- Datos de Placa del motor
- Demanda o Potencia Activa (kW)
- Potencia aparente (kVA)
- Potencia reactiva (kvar)
- Factor de potencia
- Energía en el intervalo de días de registro (kWh) y por hora
- Factor de utilización (%)

Estos parámetros calculados registrados a valor de demanda máxima, mínima, y media.

Adicionalmente también se calcularon los siguientes factores:

- Factor de demanda
- Eficiencia
- Potencia Mecánica
- Potencia Eléctrica

6.2.2.1. Potencia Activa, Reactiva y Aparente

Los valores registrados en cada uno de los motores, de forma individual, se detallan a continuación, en la Tabla 6.1.

TABLA 6. 1. Datos medidos de P, Q y S

PUNTO DE MEDICIÓN	POTENCIA ACTIVA	POTENCIA REACTIVA	POTENCIA APARENTE
	kW	kvar	kVA
MOTOR CADENA	3.34	5.82	6.71
MOTOR FOULARD	5.5	11.19	12.47
MOTOR EXHAUSTOR	0.48	0.82	0.95
MOTOR VENTILADOR REFRIGERADOR	6.96	6.16	9.29
MOTOR VENTILADOR_VELOCIDAD ALTA	5.38	1.35	5.55
MOTOR VENTILADOR_VELOCIDAD BAJA	3.98	0.44	4.00

Fuente: [23]

Cabe mencionar que en el tipo Motor Ventilador, se consideraron dos formas de trabajo, a operación en velocidad alta y velocidad baja, que depende del proceso y del tipo de tela, es por esta razón que la tabla anterior muestra los dos registros, pero se trata de uno solo.

Considerando la el número total de motores de cada tipo se tiene:

TABLA 6. 2. Potencias totales acorde al número de motores

PUNTO DE MEDICIÓN	CANTIDAD	POTENCIA ACTIVA	POTENCIA REACTIVA	POTENCIA APARENTE
	#	kW	kvar	kVA
MOTOR CADENA	1	3.34	5.82	6.71
MOTOR FOULARD	1	5.5	11.19	12.47
MOTOR EXHAUSTOR	5	2.4	4.1	4.75
MOTOR VENTILADOR REFRIGERADOR	1	6.96	6.16	9.29
MOTOR VENTILADOR_VELOCIDAD ALTA	16	86.08	21.6	88.8
MOTOR VENTILADOR_VELOCIDAD BAJA	16	63.68	7.04	64

Fuente: [23]

Se remarca que estos datos de potencia no pueden ser evaluados con respecto al total del proceso de Termofijado, ya que los registros de mediciones no son coincidentes.

6.2.2.2. Factor de Uso

Los factores de utilización calculados aplicando la fórmula 4.2, con respecto a la potencia nominal de cada uno de los motores, se detallan en la TABLA 6.3.

TABLA 6. 3. Factor de utilización

MOTOR	DEMANDA MÁXIMA	DATO DE PLACA	FACTOR DE UTILIZACIÓN	FACTOR DE POTENCIA
	kW	kW	%	%
DE CADENA	3.34	10	33.40%	0.49
FOULARD	5.5	12.5	44.00%	0.441
EXHAUSTOR	0.48	2.2	21.82%	0.50
VENTILADOR REFRIGERADOR	6.96	7.5	92.80%	0.75
VENTILADOR_VELOCIDAD ALTA	5.38	7.5	71.73%	0.97
VENTILADOR_VELOCIDAD BAJA	3.98	7.5	53.07%	0.994

Fuente: [23]

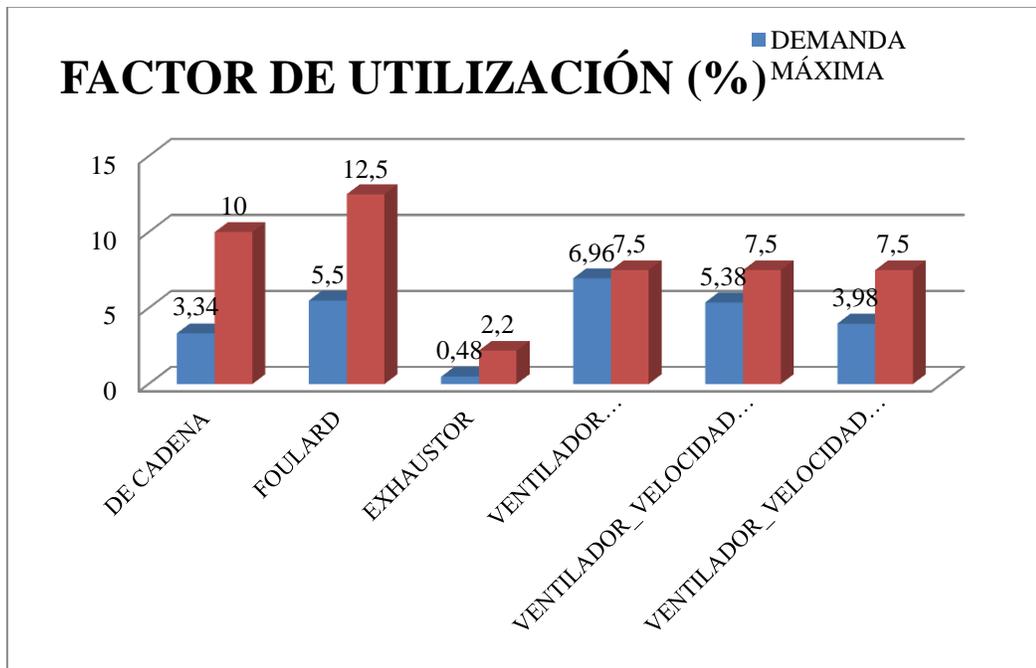


FIGURA 6. 3. Comparación de demanda máxima con respecto a potencia de placa

Fuente: [23]

Como se puede observar ninguno de los motores instalados, está operando a los valores para los que fue diseñado. El motor ventilador refrigerador es el que trabaja muy cercano a su potencia nominal.

En cuanto a los motores ventiladores, se concluye que bajo la modalidad de velocidad alta, estos están registrando un factor de uso superior, con respecto al de velocidad baja.

6.2.2.3. Factor de Demanda

El factor de demanda, considerando que la potencia total instalada es de 191.66kW, se calcula en base a la fórmula 4.1.

A modo de ejemplo se calcula el factor de demanda para el motor ventilador refrigerador.

$$fdemanda = \frac{Dmax}{Capacidad\ total}$$

Siendo:

Max Demanda = 6.96 kW

Capacidad Nominal = 191.66 kW

$$fdemanda = \frac{6.96}{191.66} \times 100\%$$

$$factor\ demanda = 3.83\%$$

La muestra el cálculo del factor de demanda para cada motor con respecto a la capacidad total instalada.

TABLA 6. 4. Factor de demanda

MOTOR	DEMANDA MÁXIMA	FACTOR DE DEMANDA
	kW	%
DE CADENA	3.34	1.74%
FOULARD	5.5	2.87%
EXHAUSTOR	0.48	0.25%
VENTILADOR REFRIGERADOR	6.96	3.63%
VENTILADOR VELOCIDAD ALTA	5.38	2.81%
VENTILADOR VELOCIDAD BAJA	3.98	2.08%

Fuente: [23]

Si bien de modo individual el porcentaje de participación con respecto a la capacidad total instalada es significativamente baja, una vez que se analiza en la totalidad de motores, el motor ventilador en velocidad alta ya tiene una participación representativa.

TABLA 6. 5. Factor de demanda (%)

MOTOR	CANTIDAD	DEMANDA MÁXIMA	FACTOR DE DEMANDA
		kW	%
DE CADENA	1	3.34	1.74%
FOULARD	1	5.5	2.87%
EXHAUSTOR	5	2.4	1.25%
VENTILADOR REFRIGERADOR	1	6.96	3.63%
MOTOR VENTILADOR VELOCIDAD ALTA/BAJA	16	86.08	44.91%

Fuente: [23]

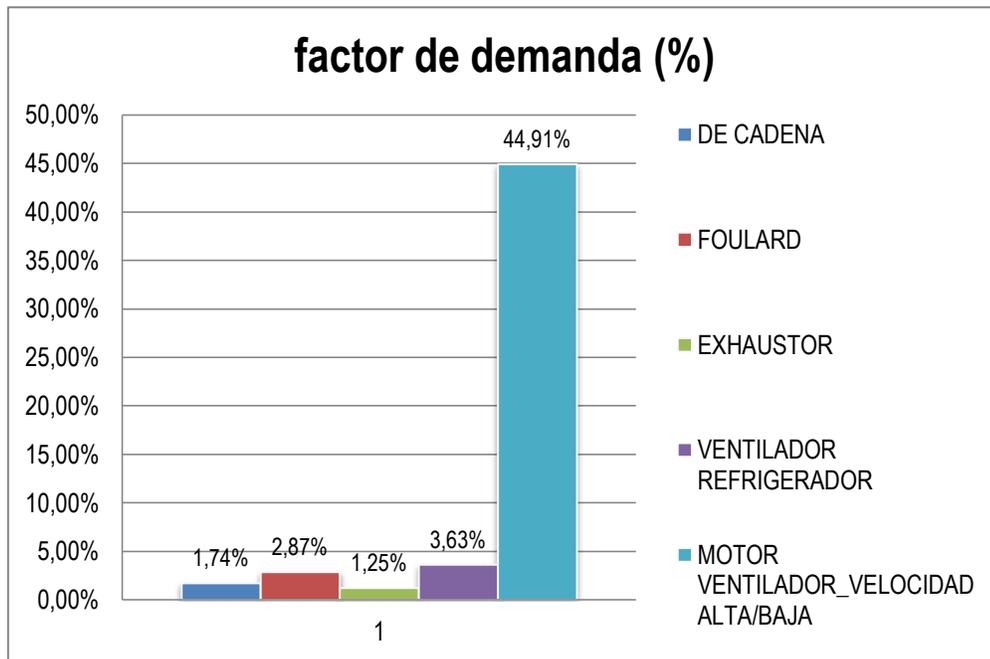


FIGURA 6. 4. Factor de demanda

Fuente: [23]

6.2.2.4. Factor de Potencia

La Arconel en el pliego tarifario vigente, y conforme se menciona en el literal 3.27, a nivel nacional se establece como límite para factor de potencia el valor de 0.92 para los clientes regulados.

Los registros en los puntos de medición, están en su mayoría por debajo del límite establecido, como se muestra en la FIGURA 6. 5., a excepción del Motor Ventilador en los dos modos de operación a velocidad alta y baja.

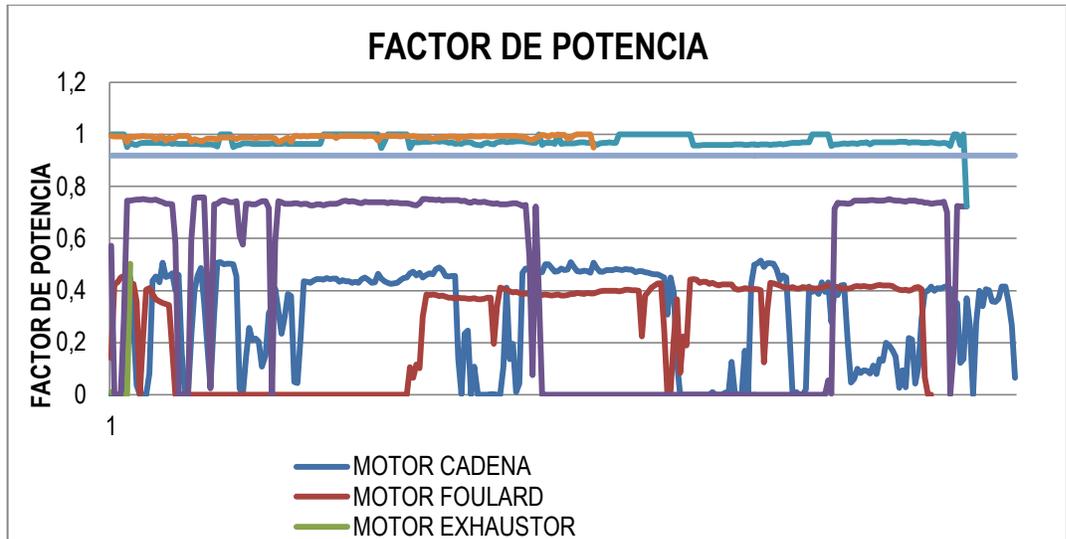


FIGURA 6. 6. Factor de potencia

Fuente: [23]

Al ser toda la máquina de termofijado netamente una carga inductiva por la cantidad de motores que la conforman, y en base a los registros de factor de potencia que se obtuvo en el presente estudio, estos factores de potencia contribuirían a que se genere una penalización por parte de la empresa distribuidora que proporciona el servicio eléctrico.

6.2.3. Calculo de Eficiencia de los Motores

Con el análisis de los registros obtenidos en los motores, luego de la instalación de los equipos analizadores de energía, se realizan los cálculos correspondientes, para llegar a definir el estado actual. A modo de ejemplo, se presentan los cálculos, aplicados en el Motor Ventilador de Velocidad alta/baja.

Cabe mencionarse que este análisis se aplica desde el punto de vista eléctrico más no del mecánico.

A partir de la definición de factor de utilización, se realiza el cálculo de la potencia de útil en HP, que permita seleccionar un motor adecuado para remplazo, utilizando la siguiente fórmula.

$$fu = \frac{\text{max Demanda}}{\text{Capacidad Nominal}} \times 100\%$$

6.2.3.1 Definición de factor de utilización

Max Demanda = Potencia Eléctrica = 5.38kW

Capacidad Nominal = 7.5kW = 10.05 HP

$$fu = \frac{5.38}{7.5} \times 100\%$$

$$fu = 71.73\%$$

6.2.3.2 Determinación de la eficiencia del motor

Para el cálculo de la eficiencia se aplica la fórmula 4.5, en base a los datos de placa de cada motor

$$\eta = \frac{\text{Potencia Mecánica}}{\text{Potencia Eléctrica}} = \frac{\text{Placa en kW}}{\sqrt{3} \times V_{LL} \times I \times \cos \phi}$$

$$\frac{\text{Potencia Mecánica}}{\text{Potencia Eléctrica}} = \frac{7.5}{\sqrt{3} \times 220 \times 28 \times 0.83}$$

$$\eta = 84.65 \% = 0.8465$$

6.2.3.3. Cálculo de la potencia útil actual

En base a la definición de la eficiencia, se obtiene la potencia útil del motor actualmente instalado. Este valor debe ser expresado en HP.

$$\eta = \frac{\text{Potencia útil}}{\text{Potencia absorbida}}$$

La potencia absorbida es la potencia eléctrica, utilizada para el factor de utilización

$$\eta = \frac{\text{Potencia útil}}{\text{Potencia absorbida}}$$

$$\text{Potencia útil} = \eta \times \text{Potencia absorbida}$$

Siendo:

$$\eta = 0.8465$$

$$\text{Potencia absorbida} = \text{Potencia eléctrica} = 5.38 \text{ kW}$$

$$\text{Potencia útil} = 0.88465 \times 5.38 \text{ kW}$$

$$\text{Potencia útil} = 4.55 \text{ kW}$$

En base a la potencia útil calculada se recalcula el factor de utilización.

$$fu = \frac{\text{Potencia Útil}}{\text{Potencia nominal}} \times 100\%$$

$$fu = \frac{4.55}{7.5} \times 100\%$$

$$fu = 60.67\%$$

Los resultados del cálculo para todos los motores se presentan en la Tabla 6.6.

TABLA 6. 6. Calculo de eficiencia y potencia útil

MOTOR	DEMANDA MÁXIMA	POTENCIA ELÉCTRICA	POTENCIA MECANICA DISEÑO	EFICIENCIA	POTENCIA MECÁNICA ACTUAL
CADENA	3.34	11.22	10	89.13%	2.98
FOULARD	5.5	15.91	12.5	78.57%	4.32
EXHAUSTOR	0.48	2.64	2.2	83.33%	0.40
VENTILADOR REFRIGERADOR	6.96	9.37	7.5	80.04%	5.57
VENTILADOR_VELOCIDAD ALTA	5.38	8.86	7.5	84.65%	4.55
VENTILADOR_VELOCIDAD BAJA	3.98	8.86	7.5	84.65%	3.37

Fuente: [23]

En base a los registros de Demanda Máxima, se evidencia que la potencia útil de los motores se ha reducido considerablemente, por lo que es aconsejable su cambio por motores de alta eficiencia. La muestra los valores comparativos de la potencia mecánica y su reducción.

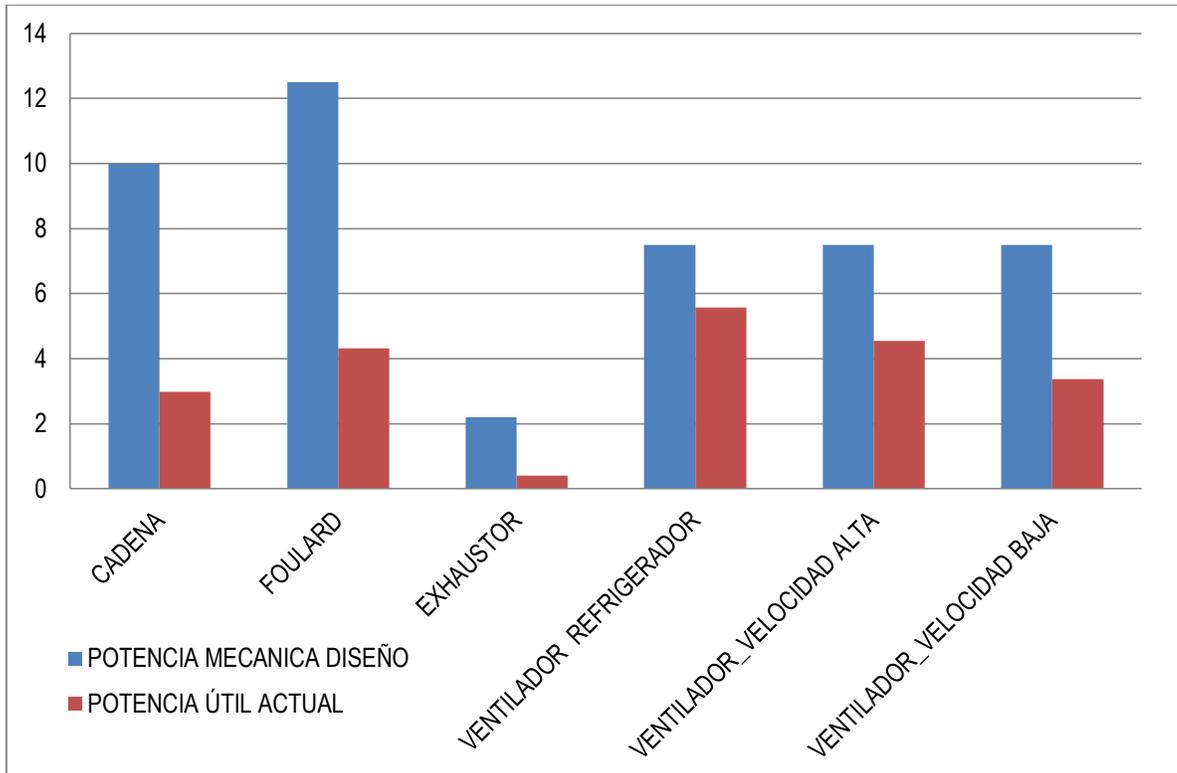


FIGURA 6. 7. Reducción útil o mecánica

Fuente: [23]

7. AUMENTO DE EFICIENCIA EN FUNCIÓN DE CONSUMOS DE ENERGÍA

Como propuesta de mejora para el proceso de Termofijado, se plantea la posibilidad de cambiar los motores por nuevos de alta eficiencia, en función del valor monetario que esto implica en la facturación mensual.

El análisis se lo realiza en base a los datos de placa de cada motor, y aplicando las fórmulas expuestas anteriormente. Se aplicará a modo de ejemplo para el Motor Ventilador velocidad alta/baja, entonces:

$$\eta = \frac{\text{Potencia Mecánica}}{\text{Potencia Eléctrica}} = \frac{P_{\text{placa en kW}}}{\sqrt{3} \times V_{LL} \times I \times \cos \phi}$$

$$\text{Potencia Eléctrica} = \sqrt{3} \times V_{LL} \times I \times \cos \phi$$

$$\text{Potencia Eléctrica} = 8.86 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{\text{Potencia Mecánica}}{\text{Potencia Eléctrica}} = \frac{7.5}{\sqrt{3} \times 220 \times 28 \times 0.83}$$

$$\eta = 84.65 \%$$

Los motores operan cuatro días a la semana sin detenerse, y anualmente solo se detiene por 15 días, que deja de funcionar toda la planta. Considerando esto, se tiene un tiempo de operación anual de:

$$\text{horas de operación anual} = 24 \text{ horas} \times \frac{4 \text{ día}}{\text{semana}} * 4 \frac{\text{semanas}}{\text{mes}} \times \frac{12 \text{ meses}}{\text{año}}$$

$$-(8 \text{ días} \times 24 \text{ horas/día})$$

$$\text{horas de operación anual} = 4416 \text{ horas}$$

Contemplando un incremento de eficiencia a un motor tipo IE3, es decir, Rendimiento Premium, se obtiene un ahorro en dólares de 234 usd/año por cada unidad, conforme se muestra en la Tabla 6.7., considerando un costo de 0.09 usd/ kWh y 4416 h/año de operación.

TABLA 6. 7. Reducción de costos en función de aumento de eficiencia

PARÁMETRO	MOTOR ACTUAL	MOTOR EFICIENTE	unidad
Potencia de Placa	7.5	7.5	kW
Eficiencia	84.65%	90.10%	%
Potencia Eléctrica	8.86	8.32	kW
Horas de Operación	4416	4416	h
Costo kWh	0.099	0.099	usd
Coste de Operación	3873.45	3639.16	usd
Diferencia anual		234.29	usd

Fuente: [23]

Siendo así para todos los motores se tiene:

TABLA 6. 8. Condición actual de los motores

MOTOR	CONDICION ACTUAL			
	POTENCIA PLACA	POTENCIA ELECTRICA	EFICIENCIA	COSTE DE OPERACIÓN (USD)
CADENA	10	11.22	89.13%	4905.20
FOULARD	12.5	15.91	78.57%	6955.60
EXHAUSTOR	2.2	2.64	83.33%	1154.17
VENTILADOR REFRIGERADOR	7.5	9.37	80.04%	4096.41
VENTILADOR VELOCIDAD ALTA/BAJA	7.5	8.86	84.65%	3873.45

Fuente: [23]

TABLA 6. 9. Condición con incremento de eficiencia

MOTOR	CONDICION CON INCREMENTO DE EFICIENCIA			
	POTENCIA PLACA	POTENCIA ELECTRICA	EFICIENCIA	COSTE DE OPERACIÓN (USD)
CADENA	10	10.96	91.20%	4793.68
FOULARD	12.5	13.60	91.90%	5946.46
EXHAUSTOR	2.2	2.56	85.90%	1119.68
VENTILADOR REFRIGERADOR	7.5	8.32	90.10%	3639.16
VENTILADOR VELOCIDAD ALTA/BAJA	7.5	8.32	90.10%	3639.16

Fuente: [23]

TABLA 6. 10. Costo de operación usd

MOTOR	COSTE DE OPERACIÓN USD		
	ACTUAL	INCREMENTO DE EFICIENCIA	DIFERENCIA
CADENA	4905.20	4793.68	111.52
FOULARD	6955.60	5946.46	1009.13
EXHAUSTOR	1154.17	1119.68	34.49
VENTILADOR REFRIGERADOR	4096.41	3639.16	457.26
VENTILADOR VELOCIDAD ALTA/BAJA	3873.45	3639.16	234.29

Fuente: [23]

TABLA 6. 11. Valor de ahorro

MOTOR	CANTIDAD	AHORRO TOTAL
CADENA	1	111.52
FOULARD	1	1009.13
EXHAUSTOR	5	172.43
VENTILADOR REFRIGERADOR	1	457.26
VENTILADOR VELOCIDAD ALTA/BAJA	16	3748.70
	TOTAL AHORRO	5499.04

Fuente: [23]

Con el cambio de los 24 motores producto de este estudio, se consigue un ahorro de 5499.04 USD/año, siendo un valor representativo, en comparación a adquirir una nueva máquina.

8. PRESUPUESTO

Rubro	Valor (USD)
Materiales y suministros	10
Consultas en Internet	20
Movilización a la Empresa	150
Licencias de software	100
Mano de obra	200
Asesoría externa	100
Alquiler de equipos de medición	400
Análisis de muestras	120
Otros	20
Inversión Total	1120

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 Conclusiones

- ✓ El motor de cadena y el motor exhaustor, presentan muy bajo factor de potencia debido a la baja carga que tienen, contribuyendo a que la empresa sea penalizada acorde al pliego tarifario vigente emitido por la ARCONEL.
- ✓ De los registros obtenidos con los analizadores de calidad de energía se evidencia que la potencia útil de los motores se ha reducido de forma relevante con respecto a la capacidad nominal.
- ✓ Los motores: exhaustor, Foulard y de cadena, presentan bajos factores de utilización y potencia, ya que la demanda registrada se ubica por debajo de la potencia nominal en placa, esto debido a que durante el periodo de medición no se realizaron trabajos con telas que requieren mayor potencia mecánica de éstos motores, es decir, la mayor parte del tiempo de operación están subcargados.
- ✓ La eficiencia calculada de cada uno de los motores, en base a sus datos de placa es cercana al valor establecido en tablas de acuerdo a la norma IEC 60034-30, para un motor de eficiencia estándar. Siendo este actualmente el menos recomendado para su utilización.
- ✓ En el motor ventilador y los motores de ventilación de aire caliente/frío, la propuesta de cambio por motores de eficiencia alta o de premium, garantiza una reducción del consumo energético en el proceso de termofijado y por lo tanto una reducción en los costos de facturación mensual y anual, dado que en estos motores el factor de utilización está por sobre el 70%.
- ✓ En los motores cuyo factor de utilización está por debajo del 50%, es decir, que su condición normal de operación es subutilizada, no representa un beneficio relevante el cambio a motores más eficientes.
- ✓ Cabe mencionar que no es posible evaluar la demanda máxima, individual de cada uno de los motores analizados con respecto a la demanda máxima del proceso total, debido a que no se tienen registros coincidentes.

9.2 Recomendaciones

- Se sugiere realizar mantenimientos preventivos en los motores, al menos de 2 años, en sus partes más críticas como son rodamientos, escobillas, limpieza en la bornera de conexiones y reajuste de los pernos.
- Se sugiere realizar el cambio de los motores que ya hayan tenido más de 4 recombinaiones ya que por el factor de rebobinado las condiciones de operación y eficiencia se afecta.
- Se recomienda se realice el cambio de los conductores de alimentación de los motores que presenten deterioro, empalmes o desgaste en el aislamiento del conductor.

10. REFERENCIAS

- [1] A. d. J. Herrera Chugá, «Estudio del Factor de carga para el diseño eléctrico de edificios de oficinas y locales comerciales del sector comercial en la ciudad de Quito,» Quito, 2007.
- [2] S. Ramirez Cataño, «Redes de Distribución de Energía,» Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- [3] D. Cayuela Marín, «Determinación de la temperatura de termofijado del poliéster mediante análisis termomecánico,» Instituto de Investigación Textil y Cooperación Industrial, Cataluña, 2004_01.
- [4] H. Haro Vaca, «Normalización de parametros en las variables que inciden en la calidad de la tela Jersey, Mezcla algodón 30/1 elastano 40 denier, colores oscuros, el el proceso de prefijado y termofijado,» Ibarra, 2011.
- [5] N. Álvarez Fernández, «Análisis de diferentes procedimientos y ensayos para la determinación del rendimiento en motores de inducción trifásicos,» Ingeniería Técnica Industrial.
- [6] Q. HERNANDEZ y M. D. J. RIVAS, «Repository software,» Eprints , 2009. [En línea]. Available: <http://ri.ues.edu.sv/3821/>. [Último acceso: 01 Junio 2018].
- [7] M. Quijano Hernández y N. Rivas Niño, «Evaluación del impacto sobre el parametro eficiencia eléctrica en motores eléctricos rebobinados de bajo voltaje,» San Salvador, 2009.
- [8] FIDE, «Fideicomiso para el ahorro de Energia Eléctrica».
- [9] E. Budia Sánchez, «Modelo de Auditoria Energetica en el Sector Industrial,» Universidad Carlos III, MADRID.
- [10] E. A. Figueroa Barrionuevo, «Auditoría Energética de los Edificios Administrativo y Docente de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Tecnica de Ambato, para disminuir el consumo de Energía Eléctrica,» Ambato, 2015.
- [11] D. Sevilleja Aceituno, «Eficiencia Energetica en el Sector Industrial,» Leganes, 2011.
- [12] J. Garcia Sanchez y A. Carretero Peña, «Gestion de la eficiencia energetica: Cálculo de consumo, indicadores y mejora,» Aenorediciones, España, 2012.
- [13] C. A. Rios Porras, «Análisis de Armónicos en Sistemas Eléctricos,» Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, 2003.

- [14] Iñahui, «Armonicos en sistemas de distribución eléctrica,» 2015.
- [15] J. D. Arcila, «Armónicos en Sistemas Eléctricos,» 2015.
- [16] Ramiro, «Blog Electrico,» 14 Mayo 2012. [En línea]. Available: <http://potenciaelectrica-ramls95.blogspot.com/2012/05/potencia-en-corriente-continua-y.html>. [Último acceso: 22 Julio 2018].
- [17] ARCONEL, *Pliego Tarifario para las empresas eléctricas de distribución*, Quito: Quito, 2018.
- [18] R. Merchan, «Twenergy,» 01 Febrero 2012. [En línea]. Available: <https://twenergy.com/a/que-es-la-energia-electrica-381>. [Último acceso: Lunes Julio 2018].
- [19] G. Gonzales, «Profesor en linea,» Obi, [En línea]. Available: <http://www.profesorenlinea.cl/fisica/ElectricidadPotenciaResist.htm>. [Último acceso: 23 Julio 2018].
- [20] «Comparatarifasenergia.es,» Compara Cambia Ahorra, 2014. [En línea]. Available: <http://www.comparatarifasenergia.es/info-energia/calcular-el-consumo>. [Último acceso: 23 Julio 2018].
- [21] «Ecuador Noticias,» Ultimas, 09 Julio 2015. [En línea]. Available: <https://www.ecuadornoticias.com/2015/07/consultar-planillas-de-luz-en-guayaquil.html>. [Último acceso: 23 Julio 2018].
- [22] MEER, «Centro sur,» Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, [En línea]. Available: <http://www.centrosur.gob.ec/calcular-consumo>. [Último acceso: 23 Julio 2018].
- [23] E. S. GUALPA AYALA, *Autoria Propia*, Quito: Planta de la Empresa Textil, 2018.
- [24] G. Cable, *Cables de Baja Tención*, España, 2018.

ANEXOS

ANEXO I. Datos de placa de motores del proceso de termofijado

DATOS DE PLACA		
N.-	IDENTIFICACIÓN DE MOTORES	N.- SERIE
M 1	(VENTILADOR REFRIGERADOR)	1184 129217 - 1
M 2	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	3754942 - 11
M 3	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	18016459 - 7
M 4	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 2
M 5	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 9
M 6	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 8
M 7	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 10
M 8	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 3
M 9	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 184317 - 7
M 10	APARATOS INDUCTORES DEL TEJIDO	3342993 - 04
M 11	APARATOS INDUCTORES DEL TEJIDO	3342992 - 4
M 12	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217
M 13	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 13
M 14	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 5
M 15	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 4
M 16	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 12
M 17	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 6
M 18	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	180 16459 - 4
M 19	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	180 16459 - 11
M 20	(VENTILADOR EXHAUSTOR)	0990-0088
M 21	(VENTILADOR EXHAUSTOR)	0990-0088
M 22	(VENTILADOR EXHAUSTOR)	1184 129222
M 23	(VENTILADOR EXHAUSTOR)	1185 129222
M 24	(VENTILADOR EXHAUSTOR)	GZ
M 25	(ACCIONAMIENTO DE AJUSTE DE ANCHO)	1184 129222 1
M 26	(DISPOSITIVO EXTRACTOR DE ORILLOS)	6629 01 001
M 27	(DISPOSITIVO EXTRACTOR DE ORILLOS)	6629 01 001
M 28	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	-----
M 29	DISPOSITIVO CORTADOR DE ORILLOS	1184129222
M 30	DISPOSITIVO CORTADOR DE ORILLOS	1184129222
M 31	APARATO LIMPIADOR DE CADENA	1184129217
M 32	APARATO LIMPIADOR DE CADENA	1184129217
M 33	GUIADORES DE TEJIDO	M03122772
M 34	GUIADORES DE TEJIDO	M03122772
M 35	DESENRROLLADOR TRES DEDOS	755159
M 36	DESENRROLLADOR TRES DEDOS	755159
M 37	GUIADORES DE TEJIDO	LA5080-8AA93
M 38	FOULARD	DNRE3/14
M 39	RODILLOS ENSANCHADORES	MBT 112 M
M 40	ANCHURA DE RODILLOS ENSANCHADORES	Z10
M 41	DESENRROLLADOR TRES DEDOS	7704348F
M 42	DESENRROLLADOR TRES DEDOS	7704348F
M 43	MEZCALDORA DE PINTURA PARA TELAS	
M 44	BOMBA DE PINTURA A RODILLOS DEL FOULARD	-----
M 45	DISPOSITIVO ENCOLADOR DE ORILLOS	-----
M 46	REGULACION DE RODILLOS	FKSBL 33
M 47	REGULACION DE RODILLOS	FKSBL 33
M 48	RODILLOS ENSANCHADORES	1184129222
M 49	CONTROLADOR DE RODILLOS	169256
M 50	BOMBA DE REFRIGERACION	-----
M 51	RODILLO DE SOBREALIMENTACIÓN	-----
M 52	RODILLO DE TRACCIÓN	KR_6030
M 53	RODILLO DE TRACCIÓN	KR_6031

ANEXO II. Potencias nominales de cada motor

DATOS DE PLACA											
N.-	IDENTIFICACIÓN DE MOTORES	N.- SERIE	POTENCIA		FP	CONEXIÓN		CONEXIÓN		VELOCIDAD (1/min)	FRECUENCIA (Hz)
			DELTA	ESTRELLA		DELTA	ESTRELLA	DELTA	ESTRELLA		
			CAPACIDAD (kW)		VOLTAJE [V]			CORRIENTE [A]			
M 1	(VENTILADOR REFRIGERADOR)	1184 129217 - 1	7.5	2.2	0.82	220	380	16.5	9.5	1720	60
M 2	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	3754942 - 11	7.5	2.2	0.83	220	380	28	16	1440/1730	60
M 3	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	18016459 - 7	7.5		0.82	220		28.5		1720	60
M 4	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 2	7.5		0.82	220	380	12	32	1755	60
M 5	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 9	7.5		0.82	220	220	12	32	1175/1755	60
M 6	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 8	7.5		0.82	220	220	12	32	1175/1755	60
M 7	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 10	7.5		0.82	220	220	12	32	1175/1755	60
M 8	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 3	7.5		0.82	220	220	12	32	1175/1755	60
M 9	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 184317 - 7	7.5		0.82	220	220	12	32	1175/1755	60
M 10	APARATOS INDUCTORES DEL TEJIDO	3342993 - 04	4.8		0.86	220	380	18	10.5	1700	60
M 11	APARATOS INDUCTORES DEL TEJIDO	3342992 - 4	4.8		0.86	220	380	18	10.5	1700	60
M 12	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217	7.5		0.86		220	12	32	1175/1755	60
M 13	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 13	7.5		0.86	220	380	12	32	1175/1755	60
M 14	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 5	7.5		0.82		220	12	32	1175/1755	60
M 15	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 4	7.5		0.82	220	220	12	32	1175/1755	60
M 16	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 12	7.5		0.82		220	12	32	1175/1755	60
M 17	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	1184 129217 - 6	7.5		0.82		220	12	32	1175/1755	60
M 18	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	180 16459 - 4	7.5		0.82	220		28.5		1720	60
M 19	(VENTILADOR DE AIRE CALIENTE)	180 16459 - 11	7.5		0.82	220	220	28.5		1720	60
M 20	(VENTILADOR EXHAUSTOR)	0990-0088	2.2		0.85	220	380	8.15	4.7	2880	60
M 21	(VENTILADOR EXHAUSTOR)	0990-0088	2.2		0.85	220	380	8.15	4.7	2880	60
M 22	(VENTILADOR EXHAUSTOR)	1184 129222	2.2		0.89	220	380	8.1	4.7	3385	60
M 23	(VENTILADOR EXHAUSTOR)	1185 129222	2.2		0.89	220	380	8.1	4.7	2880	60
M 24	(VENTILADOR EXHAUSTOR)	GZ	2.2		0.86	220	440	8.4	4.2	1725	60
M 25	(ACCIONAMIENTO DE AJUSTE DE ANCHO)	1184 129222 1	3		0.81	220	380	12.4	7.2	1140	60
M 26	(DISPOSITIVO EXTRACTOR DE ORILLOS)	6629 01 001	3.3			220		14		3440	60
M 27	(DISPOSITIVO EXTRACTOR DE ORILLOS)	6629 01 001	3.3			220		14		3440	60
M 28	ACCIONAMIENTO PRINCIPAL	-----	10			220		-----	-----	-----	60
M 29	DISPOSITIVO CORTADOR DE ORILLOS	1184129222	0.18		0.8	220	380	1.09	0.63	1635	60
M 30	DISPOSITIVO CORTADOR DE ORILLOS	1184129222	0.18		0.8	220	380	1.09	0.63	1635	60
M 31	APARATO LIMPIADOR DE CADENA	1184129217	0.25			220	380	1.35	0.77	3340	60
M 32	APARATO LIMPIADOR DE CADENA	1184129217	0.25			220	380	1.35	0.77	3340	60
M 33	GUIADORES DE TEJIDO	M03122772	0.18		0.8	220	240	1.01	0.59	1565	60
M 34	GUIADORES DE TEJIDO	M03122772	0.18		0.8	220	240	1.01	0.59	1565	60
M 35	DESENRROLLADOR TRES DEDOS	755159	0.3		0.85	220	380	1.4	0.8	3320	60
M 36	DESENRROLLADOR TRES DEDOS	755159	0.3		0.85	220	380	1.4	0.8	3320	60
M 37	GUIADORES DE TEJIDO	LA5080-8AA93	0.21		0.62	220	380	1.8	1.05	810	60
M 38	FOULARD	DNRE3/14	12.5		0.27	220	380	33.5	19.4	2500	60
M 39	RODILLOS ENSANCHADORES	MBT 112 M	1.5			220		81		900	60
M 40	ANCHURA DE RODILLOS ENSANCHADORES	Z10	0.8		0.68	220	380	0.77	0.45	1650	60
M 41	DESENRROLLADOR TRES DEDOS	7704348F	0.3		0.8	230	400	1.3	0.75	2830	60
M 42	DESENRROLLADOR TRES DEDOS	7704348F	0.3		0.8	230	400	1.4	0.75	3390	60
M 43	MEZCALDORA DE PINTURA PARA TELAS		0.76			220	380	8.1	4.7	3360	60
M 44	BOMBA DE PINTURA A RODILLOS DEL FOULARD	-----	0.3			220	380	0.6			60
M 45	DISPOSITIVO ENCOLADOR DE ORILLOS	-----	0.25		0.77	220	380	1.35	0.77	3340	60
M 46	REGULACIÓN DE RODILLOS	FKSBL 33	0.37					0.6		2800	60
M 47	REGULACIÓN DE RODILLOS	FKSBL 33	0.37					0.6		2800	60
M 48	RODILLOS ENSANCHADORES	1184129222	1.1		0.73	220	380	6.6	3.75	1115	60
M 49	CONTROLADOR DE RODILLOS	169256	1.2		0.8	150		80 mA		1800	60
M 50	BOMBA DE REFRIGERACION	-----	0.18		0.8	220	380	1.3	0.75	1630	60
M 51	RODILLO DE SOBREALIMENTACIÓN	-----	1.3			220		5		2500	60
M 52	RODILLO DE TRACCIÓN	KR 6030	0.35		-----	240		4		120 mm/s	60
M 53	RODILLO DE TRACCIÓN	KR 6031	0.35		-----	240		4		120 mm/s	60
SUMA DE CARGA INSTALADA =			191.66		kW	0.80175		552.92	498.65		

ANEXO IV. Informes de puntos de medición