



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“ELABORACIÓN DE UN PROCESO PARA OPTIMIZAR EL DESARROLLO DE PLANOS CONSTRUCTIVOS PARA LA FABRICACIÓN DE BOBINAS ELÉCTRICAS EN LA EMPRESA DELCROSA ELECTROMECAÁNICA”.

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Jenny Milagros Arqque Curse
Jessica Lizabeth Rojas Mamani

Asesor:

Mg. Ing. Pedro Modesto Loja Herrera.

Lima – Perú
2016

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT	XII
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.1.1. Descripción de la organización y área de experiencia.....	1
1.1.2. Mapeo general de procesos dentro de la organización	1
1.1.3. Mapeo de procesos del área de diseño.	2
1.1.4. Mapeo de procesos de planos eléctricos de bobina	3
1.2. Justificación.....	4
1.2.1. Objetivo.....	4
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Herramientas de mejora continua.....	5
2.1.1. Proceso.....	5
2.1.2. Administración de operaciones	5
2.1.3. Importancia de la productividad.....	5
2.1.4. Ingeniería de métodos.....	5
2.1.5. Mejora continua de procesos	6
2.1.6. Estudio de tiempo	6
2.1.7. Medición de procesos.....	7
2.1.8. Equipos para el estudio de tiempos	7
2.2. Definición de Software	7
2.2.1. Software AutoCAD.....	7
2.2.2. Autolisp	8
2.2.3. Elementos finitos	8
2.2.4. Programación.....	8
2.2.5. Algoritmo.....	8
2.3. Definición del producto de fabricación	9

2.3.1.	<i>El Transformador</i>	9
2.3.1.1.	<i>Transformación de energía</i>	10
2.3.2.	<i>Pruebas de rutina para transformadores</i>	11
2.3.2.1.	<i>Prueba de relación de transformación</i>	11
2.3.2.2.	<i>Prueba de impulso</i>	11
2.3.2.3.	<i>Tensión aplicada</i>	11
2.3.2.4.	<i>Prueba de Inducida</i>	12
2.3.2.5.	<i>Prueba de vacío</i>	12
2.3.2.6.	<i>Prueba de calentamiento</i>	12
2.3.3.	<i>Tipo de transformadores</i>	12
2.3.3.1.	<i>Transformadores de potencia</i>	12
2.3.3.2.	<i>Transformadores de distribución</i>	13
2.3.3.3.	<i>Transformadores secos</i>	14
2.3.4.	<i>Usos más comunes de los transformadores</i>	14
2.3.5.	<i>Parte activa del transformador</i>	15
2.3.6.	<i>La bobina</i>	16
2.3.6.1.	<i>Baja o media tensión de una bobina</i>	16
2.3.6.2.	<i>Alta tensión de una bobina</i>	16
2.3.6.3.	<i>Regulación de una bobina</i>	16
2.3.7.	<i>Núcleo</i>	17
2.4.	<i>Sistema de unidades</i>	18
2.4.1.	<i>Potencia</i>	18
2.4.2.	<i>Tensión</i>	18
2.4.2.1.	<i>Voltios</i>	18
2.4.3.	<i>Amperaje</i>	18
2.4.3.1.	<i>Corriente alterna</i>	19
2.4.3.2.	<i>Corriente continua</i>	19
2.5.	<i>Antecedentes de tesis referenciales</i>	20
CAPÍTULO 3. DESARROLLO		22
3.1.	<i>Situación actual</i>	22
3.1.1.	<i>Medición de horas en el desarrollo de planos eléctricos de bobina a los tres trabajadores actuales</i>	22
3.1.2.	<i>Selección de horas representativas</i>	24
3.2.	<i>Proceso para optimizar las horas de elaboración en los planos constructivos de bobinas eléctricas</i>	25
3.2.1.	<i>Diagrama de flujo del área de diseño actual</i>	25
3.2.2.	<i>Diagrama de flujo con el nuevo proceso para elaboración de planos eléctricos de bobina</i>	27
3.2.3.	<i>Diagrama de análisis del nuevo proceso para desarrollo de planos eléctricos de bobina</i>	28
3.2.4.	<i>Análisis comparativo de cursograma actual vs propuesto</i>	29
3.2.5.	<i>Alcance</i>	31
3.2.6.	<i>Responsabilidad</i>	31
3.2.7.	<i>Documentos de referencia</i>	31
3.2.7.1.	<i>Identificación de la Orden de Trabajo y codificación de planos</i>	31

3.2.7.2.	<i>Recepción de borradores de hojas de bobinado</i>	32
3.2.7.3.	<i>Plasmado de hojas de bobinado y desarrollo</i>	32
3.2.7.4.	<i>Plasmado y verificación de corte transversal de bobina con los programas aplicativos</i>	32
3.2.7.5.	<i>Aplicación del comando núcleo</i>	34
3.2.7.6.	<i>Aplicación del comando corte de bobina</i>	36
3.2.7.7.	<i>Descripción de las opciones del comando corte de bobina</i>	37
3.2.7.8.	<i>Plasmado de corte longitudinal</i>	39
3.2.7.9.	<i>Plasmado de desarrollo de corte de regulación</i>	40
3.2.7.10.	<i>Pasos para elaborar detalle de collar de regulación</i>	43
3.2.7.11.	<i>Pasos para elaborar o verificar separación entre ejes de conducción</i>	44
3.2.7.12.	<i>Pasos para plasmar una vuelta axial de hélice</i>	45
3.2.7.13.	<i>Pasos para plasmar los principios de cada hélice</i>	46
3.2.7.14.	<i>Pasos para plasmar las salidas de principios</i>	46
3.3.	Resultados obtenidos con el nuevo proceso y programas aplicativos	47
3.3.1.	<i>Medición de horas con el proceso propuesto</i>	47
3.3.2.	<i>Comparación de horas con el proceso actual y el propuesto</i>	48
CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		49
4.1.	Conclusiones	49
4.2.	Recomendaciones	50
4.3.	Referencias Bibliográficas	51
CAPÍTULO 5. ANEXOS		53
5.1.	ANEXO n° 1. Código de programación, comando: "núcleo"	53
5.2.	ANEXO n° 2. Código de programación, comando: "corte de bobina"	64
5.3.	ANEXO n° 3. Hojas de bobinado	65
5.4.	ANEXO n° 4. Desarrollo de hoja de bobinado	66
5.5.	ANEXO n° 5. Parte activa terminada de un transformador	67
5.6.	ANEXO n° 6. Regulación conectada al conmutador	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1 Muestra 1 de toma de horas	23
Tabla 3-2 Muestra 2 de toma de horas	23
Tabla 3-3 Muestra 3 de toma de horas	24
Tabla 3-4 Horas representativas.....	24
Tabla 5 Cursograma Analítico actual	29
Tabla 6 Cursograma Analítico mejorado	30
Tabla 3-7 Horas Medidas con proceso propuesto	47
Tabla 3-8 Comparación de tiempos	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Detalle de código de programa.....	8
Figura 2-2 Partes del transformador	9
Figura 2-3 Transformación	10
Figura 2-4 Cálculo de espiras	10
Figura 2-5	11
Figura 2-6 Transformador de potencia.....	13
Figura 2-7 Transformador de distribución	13
Figura 2-8 Transformador seco.....	14
Figura 2-9 Celda de transformación.....	15
Figura 2-10 Transformador de potencia en minera Arasi	15
Figura 2-11 Parte activa.....	16
Figura 2-12 Partes de una bobina.....	17
Figura 2-13 Núcleo	17
Figura 2-14	18
Figura 2-15	18
Figura 2-16	19
Figura 2-17 Corriente Alterna.....	19
Figura 2-18 Corriente continua.....	20
Figura 3-1 Diagrama de flujo del proceso actual	26
Figura 3-2	27
Figura 3-3 Diagrama de análisis de proceso	28
Figura 3-4 Partes del corte transversal.....	33
Figura 3-5 Ingreso de comando Núcleo	34
Figura 3-6 Selección de cantidad de escalones	35
Figura 3-7 Selección de ancho de fleje.....	35
Figura 3-8 Ingreso de espesor de escalones.....	35
Figura 3-9 Resultado de comando núcleo	36
Figura 3-10 Ingreso de comando corte bobina	36
Figura 3-11 Elección de opciones a dibujar con el comando ejecutado.....	37
Figura 3-12 Diámetro de bobina.....	37
Figura 3-13 Sombreado de tubos.....	38
Figura 3-14 Corte de bobina con separadores	38
Figura 3-15 Corte de bobina con los números correlativos	39
Figura 3-16 Sección de corte longitudinal.....	40
Figura 3-17 Hoja de regulación.	41
Figura 3-18 Desarrollo de regulación	42

Figura 3-19 Detalle de collar superior e inferior	42
Figura 3-20	43
Figura 3-21	43
Figura 3-22	44
Figura 3-23 Detalle separación entre ejes de conducción	45
Figura 3-24 Detalle de conductor axial y peine de separación.	45
Figura 3-25 Detalle de principios de una hélice, fluctúan según los esfuerzos eléctricos	46
Figura 3-26 Detalle de salida	46
Figura 3-27 Medición de horas con proceso y el aplicativo	47
Figura 5-1	67
Figura 5-2	68

RESUMEN

Este trabajo de investigación se ha realizado en Delcrosa Electromecánica empresa Peruana que se dedica al diseño y fabricación de transformadores eléctricos de distintas potencias. Abastece a diferentes industrias y desarrolla proyectos en todo el Perú. Las áreas de investigación y diseño están en constante evolución para optimizar los diseños eléctricos y mecánicos, por otro lado los ingenieros son capacitados frecuentemente para brindar la asesoría oportuna a los clientes. Los procesos de fabricación cuentan con instalaciones suficientemente equipadas que garantizan la salida de un producto óptimo.

Dentro del esquema general de la empresa nos situaremos en la realización del producto, ubicado dentro del área de diseño, específicamente en planos eléctricos de bobinas, que actualmente no tiene un esquema secuencial de trabajo establecido. En esta etapa se propone crear un proceso que ayude a desarrollar el trabajo de forma ordenada, debido a que registra demoras en las entregas.

Para poder determinar el problema se realizó una medición de tiempos en la elaboración de planos eléctricos de bobinas a tres trabajadores promedios, se aplicó el método actual para tener como dato el tiempo estándar que toma elaborar el plano eléctrico, para comparar los resultados obtenidos con el proceso que se propone.

En la propuesta se detalla un procedimiento de verificación, realización y aplicación de programas paso a paso, estos facilitaran el plasmado y verificación de corte transversal y corte de regulación, aportando ayuda al trabajador al momento de elaborar los planos eléctricos de bobinas.

Para realizar la comparación con el método anterior, se realizó una medición de tiempo con el nuevo proceso, con el fin de comparar la diferencia de resultados. Se observó una reducción de tiempo del 53 % que toma realizar el trabajo.

Este nuevo proceso además de optimizar las horas de trabajo, reduce errores, elimina horas extras, y proporciona una herramienta que facilita el proceso de capacitación de los trabajadores.

ABSTRACT

This work research has been done in Delcrosa Electro mechanics, a Peruvian company dedicated to the design and manufacture of electric transformers of different ratings. It supplies to different industries and develops projects throughout Peru. The areas of research and design are constantly improved in order to optimize electrical and mechanical designs, engineers are also trained to provide adequate consulting to clients. Delcrosa's manufacturing process is enhanced by its well equipped facilities and the area of quality control which ensures an optimal product output.

Within the company's overall business process framework, our focus will be more on the process of creating electrical drawings for transformer coils. Currently this design process is not standardized, which results in delayed deliveries to clients. Hence, our proposal will be to create a well-balanced standardized process to improve our work timeframe.

In order to determine where the bottleneck happens, causing delays within the design process, a test was made. The test consisted on taking times of three average designers, to have an average time of how long it takes to make an electrical drawing, using the current designing method process within the company. These times will later serve to be compared with the times registered using the new standardized design process we are proposing.

Our proposal details verification, development and application procedures as well as the use of software, which will help specifically in the verification development of transversal cuts and regulation cuts, helping the designer elaborate transformer coil drawings in a faster and efficient way.

As mentioned before a comparison between the original company's method and our proposal was to be made in order to provide us with an actual percentage of efficiency between both. Hence another time test was made, and the results detailed that our proposal reduced time by 53% thus making it more efficient.

Not only does our new standardized process optimize work hours, reduces errors, eliminates extra hours, it also provides a powerful tool for the company which will help train new workers.

Nota de acceso:

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales.

4.1. Referencias Bibliográficas.

- Alexander, C. k., & Sadiku, M. N. (2013). *Fundamentos de circuitos eléctricos* (Quinta Edición ed.). México: Mc Gran Hill.
- Bonilla, E., Diaz, B., Cleeborg, F., & Noriega, M. T. (2010). *Mejora Continua de los Procesos*. Lima, Perú: Fondo Editorial.
- Carbonel, P. (2015). *Análisis, diagnóstico y propuesta de mejora en el área de confecciones de una empresa textil*. (Tesis de licenciatura), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Chávez, A. (Enero de 2001). *Autolisp & Visual Lisp. 2*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Delcrosa. (2013). *www.delcrosa.com.pe*. Recuperado el 14 de 03 de 2016, de <http://www.delcrosa.com.pe/>.
- Gonzales, M. S. (2001). *Máquinas eléctricas estáticas* (Primera Edición ed.). Lima, Perú: Savalador Editores.
- Gutierrez, A. (2000). *Teoría y Análisis de Máquinas Eléctricas*. [Medio Electrónico] <http://m4-fim.blogspot.pe/2011/09/libro-maquinas-electricas-de-gutierrez.html>. Lima, Perú. Recuperado el 11 de 03 de 2016
- Jó, J. (2009). *Mejora de procesos y redistribución del almacén de avios de una empresa de confecciones*. (Tesis de licenciatura), Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Joyanes Aguilar, L., Rodríguez Baena, L., & Fernández Azuela, M. (1996). *Fundamentos de programación* (Primera edición ed.). Madrid: Mc Graw Hill.
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2008). *Administración de Operaciones* (Octva Edición ed.). México: Prntice Hall.
- Mallqui, G. (2015). *Optimización del proceso de selección e implementación de metodología técnica para la selección de personal operativo en una planta de confecciones de tejido de punto para incrementar la productividad*. (Tesis de Licenciatura), Universidad Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Morales, O., & López, F. (2005). *Circuitos Eléctricos I* (Quinta edición ed.). Lima, Perú: Ciencias.
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial*. México: MC Graw Hill.
- Quispe, R. (2005). *Mejora del Proceso de Tarja - Aforo en un Terminal de Almacenamiento Postal*. (Tesis de Licenciatura), Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Rego, L. (2010). *Análisis y propuesta de mejoras en el proceso de compactado en una empresa de manufactura de cosméticos*. (Tesis de licenciatura), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

- Yauri, L. (2015). *Análisis y mejora de procesos en una empresa manufacturera de calzado*. (Tesis de licenciatura), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Zienkiewicz, O. (2007). El método de los elementos finitos. [*Medio Electrónico*]<https://books.google.com.pe/books?id=D-m0OmYSoIMC&lpg=PP1&dq=elementos%20finitos&hl=es&pg=PR4#v=onepage&q=elementos%20finitos&f=false>. Barcelona, España: Reverté. Recuperado el 14 de 03 de 2016