



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICO**

TEMA:

**Diseño y simulación para la reconstrucción de un motor trifásico
de 4 Polos, 40HP, 3500RPM**

AUTOR:

Baldeón Silva, Christian Andrés

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de

INGENIERO ELÉCTRICO - MECÁNICO

TUTOR:

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, Ecuador

04 de septiembre del 2022



UNIVERSIDAD CATÓLICA

DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICO

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **Baldeón Silva, Christian Andrés** como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico-Mecánico**.

TUTOR

M. Sc. Heras Sánchez, Miguel Armando

DIRECTOR DE CARRERA

M. Sc. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo

Guayaquil, a los 4 días del mes de septiembre del año 2022



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICO

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Baldeón Silva, Christian Andrés

DECLARÓ QUE:

El trabajo de titulación **Diseño y simulación para la reconstrucción de un motor trifásico de 4 Polos, 40HP, 3500RPM** previo a la obtención del Título de **Ingeniero Eléctrico-Mecánico**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 4 días del mes de septiembre del año 2022

EL AUTOR

BALDEON SILVA, CHRISTIAN ANDRES



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICO**

AUTORIZACIÓN

Yo, Baldeón Silva, Christian Andrés

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Diseño y simulación para la reconstrucción de un motor trifásico de 4 Polos, 40HP, 3500RPM**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 4 días del mes de septiembre del año 2022

EL AUTOR

BALDEON, SILVA, CHRISTIAN ANDRES

REPORTE URKUND

URKUND		Lista de fuentes	Bloques	➔ Abrir s
Documento	Diseño y simulación para la reconstrucción de un motor trifasico 4 Polos 40HP 3500 RPM.docx (D144239312)	⊕ Categoría	Enlace/nombre de archivo	
Presentado	2022-09-16 14:11 (-05:00)	⊕ >	http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstre..	
Presentado por	Luis Córdova Rivadeneira (lcordova@yahoo.com)	⊕	https://www.doccity.com/es/rebobin..	
Recibido	luis.cordova.ucsg@analysis.orkund.com	⊕ Fuentes alternativas		
Mensaje	Diseño y simulación para la reconstrucción de un motor trifasico 4 Polos 40HP 3500 RPM.docx Mostrar el mensaje completo 1% de estas 21 páginas, se componen de texto presente en 2 fuentes.	⊕ Fuentes no usadas		

Reporte Urkund del trabajo de titulación de la Carrera Eléctrico Mecánica denominado: **DISEÑO Y SIMULACIÓN PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE UN MOTOR TRIFÁSICO DE 4 POLOS: 40HP; 3500RPM**, del estudiante **BALDEON SILVA CHRISTIAN ANDRES** se encuentra al 1% de coincidencias.

Atentamente,


Ing. HERAS SANCHEZ MIGUEL ARMANDO
DOCENTE - TUTOR

DEDICATORIA

Primero que todo agradezco a Dios para que me haya dado las fuerzas para poder culminar mi carrera, a mis padres Lucia Silva y Arturo Baldeón que fueron un pilar fundamental para que pueda culminar mi carrera, también agradecerle a mamita Alejandra Párraga por los consejo que me supo dar día a día y su apoyo incondicional, a mis tías Patricia Silva por siempre apoyarme y darme la mano en todo momento que siempre necesite y estuvo día a día conmigo y a mi tía Reyna Silva por alentarme a seguir adelante y nunca rendirme, a mi hermana Shirley Vea y su esposo José Riofrío por darme esa confianza que podía lograr cumplir con mi objetivo y siempre abrirme los brazos en todo momento, a mi tío Fernando Silva que me enseñó amar la carrera de ingeniería.

Baldeón Silva, Christian Andrés

AGRADECIMIENTOS

Al culminar mi etapa universitaria, quiero dejar un profundo agradecimiento a mis compañeros de aula que semestre a semestre nos ayudamos a salir adelante, experiencias y anécdotas que quedarán marcadas en mi vida.

A toda mi familia que supieron darme consejos entregándome pautas y motivaciones para seguir estudiando esta carrera prestigiosa.

A mi tutor Ing. Miguel Armando Heras Sánchez, M.Sc. que supo darme su apoyo y colaboración, me brindó su conocimiento y su experiencia, así poder realizar mi trabajo de titulación.

Baldeón Silva, Christian Andrés



UNIVERSIDAD CATÓLICA

DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICO

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.

M. Sc. ROMERO PAZ, MANUEL DE JESUS

DECANO

f.

M. Sc. VELEZ TACURI, EFRAIN OLIVEIRO

COORDINADOR DEL ÁREA

f.

M. Sc. HIDALGO AGUILAR, RAFAEL

OPONENTE

Índice General

Resumen	XIV
Capítulo 1: Descripción General del Trabajo de Titulación	2
1.1 Introducción.....	2
1.2 Antecedentes	2
1.3 Definición del Problema.....	2
1.4 Justificación del Problema.....	3
1.5 Objetivos del Problema de Investigación.....	3
1.5.1 Objetivo General.....	3
1.5.2 Objetivos Específicos.	3
1.6 Metodología de Investigación.....	3
Capítulo 2: Fundamentación Teórica	4
2.1 Introducción.....	4
2.2 Características de los motores eléctricos trifásicos.	4
2.3 Daños en los bobinados de un motor eléctrico.	6
2.3.1 Corte entre espiras	6
2.3.2 Sobrecalentamiento.....	6
2.3.3 Pico de tensión.	7
2.4 Bobinado de motores eléctricos.	8
2.4.1 Bobina.	8
2.4.2 Paso polar.	9
2.4.3 Paso de bobina.....	10
2.4.4 Grupo polar.....	10
2.4.5 Pasos para rebobinar un motor eléctrico.	12
2.4.6 Datos técnicos para la reconstrucción	13
2.5 Desarmado del motor eléctrico.....	13
2.6 Molde de la nueva bobina	14
2.7 Retirar bobina quemada	14
2.8 Limpieza de ranuras del estator	14
2.9 Realizar bobinas nuevas	15
2.10 Colocar nuevas bobinas en las ranuras.....	15
2.11 Aislar bobinas o grupos de bobinas.....	16
2.12 Conexión de bobinas.....	16
2.13 Amarrar bobinas.....	16
2.14 Barnizado	17
2.15 Simulador ProGeBo	18
2.15.1 Introducción.....	18

2.15.2	Situación del bobinado	19
2.15.3	Validar datos.....	20
2.16	Secciones del simulador.....	21
2.16.1	Sección de inicio.....	21
2.16.2	Sección mis fichas destacadas	21
2.16.3	Sección de copia	23
2.16.4	Sección del calculo	26
2.16.5	Diagrama de las bobinas	28
2.16.6	Uso del simulador	28
Capítulo 3: Reconstrucción del motor eléctrico trifásico		30
3.1	Detección de anomalías.....	30
3.2	Desarmado del motor	30
3.3	Medición de las cajas.....	31
3.4	Posición del rotor en relación con el estator	32
3.5	Pruebas del estator	33
3.6	Revisión de la bobina	34
Capítulo 4: Pasos para la reconstrucción		35
4.1	Identificar conexión	35
4.2	Extracción de bobinas	35
4.3	limpieza de estator	37
4.4	Realizar aislantes	38
4.5	Molde de la bobina	39
4.6	Realización de nuevas bobinas	40
4.7	Colocar bobinas en las ranuras	41
4.8	Amarrado de la bobina	42
4.9	Pruebas pertinentes al estator.....	43
4.10	Barnizado del motor	44
4.11	Armado del motor.....	45
Capítulo 5: similar la reconstrucción		46
5.1	Ingresar Datos.....	46
5.2	Datos del bobinado	47
5.3	Diagrama del bobinado	47
Conclusiones		50
Recomendaciones		51
Bibliografía		52

Índice de Figuras

Capítulo 2

Figura 2. 1: Motor eléctrico para industria.....	4
Figura 2. 2: Esquema de un estator de un motor.....	5
Figura 2. 3: <i>Corto entre espiras de un motor eléctrico trifásico</i>	6
Figura 2. 4: <i>Sobrecalentamiento de motor eléctrico trifásico</i>	7
Figura 2. 5: <i>Arquitectura de la telefonía móvil 2 G</i>	8
Figura 2. 6: <i>Bobinas lista para ingresar al estator</i>	9
Figura 2. 7: <i>Paso polar de un motor</i>	10
Figura 2. 8: <i>Espacio de bobina a bobina</i>	10
Figura 2. 9: <i>Bobinado trifásico concéntrico por polos consecuentes</i>	12
Figura 2. 10: tipos de soporte para realizar la bobina.....	15
Figura 2. 11: Amarrado de una bobina.....	17
Figura 2. 12: Barnizado de un estator.....	18
Figura 2. 13: Sección de inicio del simulador.....	21
Figura 2. 14: Sección de fichas destacadas del simulador.....	22
Figura 2. 15: Datos de los motores.....	22
Figura 2. 16: Diagrama circular del bobinado.....	23
Figura 2. 17: Sección copia con las placas del motor.....	24
Figura 2. 18: sección de copia, datos de rotor, bobina y estator.....	25
Figura 2. 19: Diagrama del sistema lineal de la bobina.....	27
Figura 2. 20: Sección del cálculo, datos de la bobina.....	27
Figura 2. 21: marcador erróneo ingresados.....	28

Capítulo 3:

Figura 3. 1: Motor eléctrico trifásico de 40 HP.....	30
Figura 3. 2: Motor desmontaje con sus partes, roto, Cajeras y rodamientos.....	31
Figura 3. 3: Medición de cajera con micrómetro.....	32
Figura 3. 4: Pruebas de núcleo al estator medición.....	33
Figura 3. 5: Prueba de núcleo motor de 40HP con cable 8AGW.....	34
Figura 3. 5: Núcleo con falla a tierra.....	34

Capítulo 4:

Figura 4. 1: Diagrama de conexión.	35
Figura 4. 2: Extracción de bobinas.	36
Figura 4. 3: Micrómetro para determinar calibre del alambre.	36
Figura 4. 4: Medida de la longitud del núcleo.	38
Figura 4. 5: Medida del ancho del aislante.	38
Figura 4. 6: Molde de la bobina.	39
Figura 4. 7: Bobina de prueba.	40
Figura 4. 8: Molde para realizar bobinas.	40
Figura 4. 9: bobinas culminadas.	41
Figura 4. 10: Bobinas colocadas en el estator.	41
Figura 4. 11: Amarrado de la bobina.	42
Figura 4. 12: Hipot eléctrico.	43
Figura 4. 13: Prueba realizada motor 40 HP.	43
Figura 4. 14: Barnizado de motor.	44
Figura 4. 15: Motor eléctrico marca weg.	45

Capítulo 5:

Figura 5. 1: Datos de placa del motor.	46
Figura 5. 2: Datos de estator.	46
Figura 5. 3: Datos del bobinado.	47
Figura 5. 4: Primera fase del diagrama.	47
Figura 5. 5: Todas las fases en el estator.	48
Figura 5. 6: Diagrama lineal de la primera fase.	48
Figura 5. 7: Diagrama lineal de todas las fases.	49

Índice de Tablas

Capítulo 2

Tabla 2. 1: *Datos de placa de un motor eléctrico*. 13

Capítulo 4

Tabla 4. 1: Características del alambre magnético 36

Resumen

El propósito de este trabajo es dar a conocer a los lectores una manera eficiente de realizar un trabajo de reconstrucción de un motor eléctrico trifásico, con ayuda del simulador poder comprar los valores y corregir algún tipo de error que pudimos haber comido, con el buen manejo de este simulador que en cualquier taller eléctrico es muy importante. Es muy primordial mantener un equipo en buen funcionamiento y que no tenga problemas para que la industria pueda producir su producto de manera regular, sin ningún tipo de contra tiempo, por eso es necesario darles mantenimiento periódicamente a sus motores eléctricos. Tomando en cuenta que cuando cada vez que hacemos una reconstrucción de un motor reduce la vida útil del motor eléctrico, debemos evitar esos casos y poder aprovechar la máquina el tiempo que sea necesario.

Palabras claves:

Formón, Mellado, Homólogo Unívoco, Relevamiento

Capítulo 1: Descripción General del Trabajo de Titulación

1.1 Introducción

En el presente trabajo se muestra la simulación de la reconstrucción de un motor trifásico de 4 Polos, 40HP, 3500RPM. Los motores eléctricos de la industria están expuestos a altas temperaturas que reduce la vida útil de motor, también están expuestos a falla de voltaje lo que incrementa la corriente y provoca daño a la bobina del estator.

En el presente trabajo tiene con finalidad el mantenimiento correctivo del estator. Esto permitirá que el motor realice un trabajo más seguro y óptimo al momento de su funcionamiento, lo que permitirá un mejor rendimiento. En el desarrollo del presente trabajo se resalta la importancia del mantenimiento preventivo de un motor en la industria, para tener una continuidad en la producción.

1.2 Antecedentes

A lo largo de los años para poder realizar una reconstrucción de un motor eléctrico se ha tenido que realizar por medio de cálculos, para poder obtener los datos del motor

1.3 Definición del Problema.

Mostrar a los estudiantes de la Facultad Técnica para el Desarrollo, como se debe realizar una reconstrucción de un motor trifásico, lo que permitirá en su vida profesional tener conocimiento relacionado a la reconstrucción de motores eléctricos.

En las industrias grandes siempre invierten en un mantenimiento preventivo para los motores eléctricos, se le debe realizar el mantenimiento preventivo periódicamente. Al no realizar el respectivo mantenimiento ocasionará fallas en el equipo.

1.4 Justificación del Problema.

Planificar una reparación de un motor eléctrico es una parte fundamental, para tener una línea de producción más eficiente

Al momento de realizar la reconstrucción se debe tener en cuenta que el rendimiento del motor ya no será el mismo, cada vez que se realice una reconstrucción al motor, hay que tomar en cuenta que el núcleo del estator tendrá un desgaste.

1.5 Objetivos del Problema de Investigación.

1.5.1 Objetivo General.

Realizar una simulación para la reconstrucción de un motor trifásico de 4 Polos, 40HP, 3500RPM.

1.5.2 Objetivos Específicos.

Determinar las anomalías que se presentan en un motor eléctrico.

Identificar la solución para la reconstrucción de los motores eléctricos.

Simular la reconstrucción.

1.6 Metodología de Investigación.

La metodología de investigación es de tipo experimental y documental, que está relacionado a la reconstrucción o rebobinado de un motor trifásico. Debemos tener conocimientos básicos de las partes de los motores, de los materiales a utilizarse, las normas que se debe usar en cada elemento. Aislante que se tiene que usar para el motor.

Capítulo 2: Fundamentación Teórica

2.1 Introducción.

Los motores eléctricos son una alternativa sustentable para los motores de combustión. Se pueden utilizar para varias funciones, como transportar embaces de vidrios, bombas para una cisterna de un hogar, etc. Los motores eléctricos son máquinas que pueden convertir la energía eléctrica en energía mecánica.



Figura 2. 1: Motor eléctrico para industria.

Fuente: (Motores eléctricos, 2022)

En la figura 2.1 podemos observar dos motores eléctricos armados, que consta de varias partes, como es el rotor, estator, caja conexión, ventilador, protector de ventilador, tapa delantera y posterior, placa de datos del motor.

Hay ciertos motores que vienen con un acople ubicado en la parte delantera del eje del motor, estos acoples cambian dependiendo del tipo de trabajo que se requiera, pueden ser de polea, engranaje, mandibulares, etc.

2.2 Características de los motores eléctricos trifásicos.

Los motores eléctricos de corriente alterna, genera una corriente eléctrica provocada por la inducción electromagnética que pasa por las bobinas del estator que tiene como fin producir un torque y generar un movimiento rotativo del rotor.

Se conforman por varias partes, el rotor, que puede ser jaula de ardilla o rotor bobinado. También el estator donde alberga las bobinas de los inductores trifásicas, están desfasadas 120 grados entre sí.

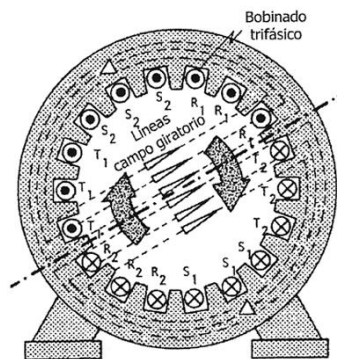


Figura 2. 2: Esquema de un estator de un motor.

Fuente: (Farina, 2018)

El motor eléctrico es utilizado regularmente en las grandes industrias, es muy complejo en su diseño y manejo, se adapta para realizar diferentes tipos de trabajos.

Un aspecto importante al momento de poner en funcionamiento el motor es el pico de corriente de arranque, tiene un valor agregado entre 6 a 8 veces la nominal. Hay otro método de poner en arranque el motor con diferentes valores de la corriente eléctrica.

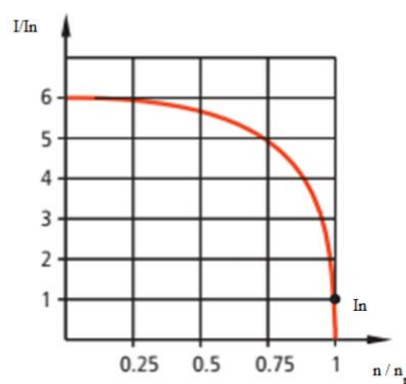


Figura 2.3: Pico de corriente absorbida

Fuente: (Ezequiel, 2018)

2.3 Daños en los bobinados de un motor eléctrico.

2.3.1 Corte entre espiras

El corte entre espiras es un daño común en el devanado de la bobina, para solucionarlo se requerirá rebobinarlo o cambiar el motor. Esto se da por el deterioro o desgaste del aislamiento del esmalte del alambre, también se puede ocasionar por fatiga de material. Las vueltas en el corto son provocadas por el alambre de la bobina mellado, otra de las causas son los picos de los altos voltajes.

La mayor parte de la resistencia al flujo de corriente en un motor de corriente alterna la proporciona la reactancia inductiva. La resistencia del cable en una fase completa es solo un pequeño porcentaje de la impedancia total del motor, resistencia más inductancia. La reactancia inductiva hace que cada vuelta sea muy importante en los requisitos de amperaje del motor. La reactancia inductiva proporcionada por la bobina es mucho mayor que la resistencia.



Figura 2. 3: *Corto entre espiras de un motor eléctrico trifásico*

Fuente: (WEQ, 2012)

2.3.2 Sobre calentamiento.

El sobre calentamiento del motor puede ser causado por sobrecarga, arranques demasiado frecuentes, temperatura ambiente alta, etc. Por ejemplo, un motor con un sistema de aislamiento de clase F tiene una temperatura nominal de 155 °C, cuando el motor logra superar esa temperatura la vida útil del aislamiento puede reducirse a la mitad.

También puede suceder por desperfectos mecánicos, como son los ciclos de arranque y parada, flujo de corriente demasiado alto o bajo, en una

bomba mecánica, la alta resistencia de la rotación puede ocasionar un tipo de desperfecto del equipo, la densidad del flujo que recorre puede ser de alta viscosidad o se puede atascar por algún tipo de obstrucción. Cada vez que el motor sufre un sobrecalentamiento causa problemas en su rendimiento, el aislamiento del devanado que tiene el motor lo deteriora rápidamente.

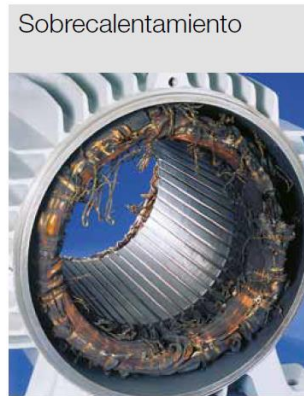


Figura 2. 4: *Sobrecalentamiento de motor eléctrico trifásico.*

Fuente: (WEQ, 2012)

2.3.3 Pico de tensión.

El pico de voltaje es una alteración de poca duración de una o más fases, Existen diferentes tipos de problemas eléctricos en las líneas de transmisión de voltaje, como transitorios o picos de voltaje, que se generan de diferentes maneras, como la interrupción de la red, el disparo del banco de capacitores o la descarga atmosférica. Los transitorios de voltaje pueden ser un problema muy dañino para los componentes electrónicos conectados a las líneas que generan picos de voltaje, lo que provoca fallas en el equipo o una vida útil más corta.

Al momento del arranque del motor eléctrico el consumo de corriente es de 4 a 8 veces la corriente nominal, es requerido una potencia inicial bien grande para poder vencer la inercia del rotor hasta tener su velocidad final. En los motores trifásicos el pico de tensión tiene una duración entre 75-150milisegundos y el pico de corriente es de 500% y 1200%



Figura 2. 5: *Arquitectura de la telefonía móvil 2 G.*

Fuente: (WEQ, 2012)

2.4 Bobinado de motores eléctricos.

2.4.1 Bobina.

Es conocido como inductor, es un circuito eléctrico donde almacena energía por medio de un campo magnético generado por la inducción. La bobina es colocada en las ranuras del estator. El conjunto de bobinas forma el campo magnético tiene como función romper la inercia del rotor para ponerlo en funcionamiento.

Es llamado bobina al conjunto de espiras que tiene entre sí, que forma la bobina inducida por la máquina. Se alojan en las ranuras del estator del motor, se identifica por los lados activos y cabeza.

La bobina consta de diferentes partes que juntas hacen posible el proceso:

Devanado inductor: conjunto de vueltas que produce flujo magnético cuando la corriente pasa a través de él.

Cabeza magnética: Pieza de material ferromagnético encargada de conectar los dos polos magnéticos de la máquina.

Pieza polar: La parte del circuito ubicada entre la culata y el entrehierro de arriba, el área en el aire entre los dos polos. Este último incluye extensiones centrales y polares.

Núcleo magnético: La parte del circuito magnético que rodea el devanado de campo.

Extensión del Polo: La parte de la pieza polar que está cerca de la armadura y bordea el entrehierro.

Polo Auxiliar: Polo magnético formado por un devanado que se enfoca en mejorar la conmutación del circuito.



Figura 2. 6: Bobinas lista para ingresar al estator.

Fuente: (Pinterest, 2002)

2.4.2 Paso polar.

El paso polar es la distancia que hay entre las ranuras donde de alojaran las bobinas. Se lo puede calcular con la siguiente formula.

$$\tau p = \frac{Nr}{2p} + 1$$

τp = paso polar.

Nr = número de ranuras.

$2p$ = número de polos.

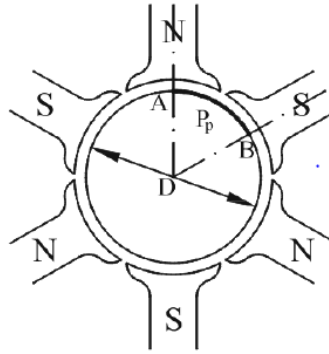


Figura 2. 7: Paso polar de un motor.

Fuente: (Pozueta, chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://personales.unican.es/rodrigma/pdfs/constitucion%20maq%20elec.pdf, 2010)

2.4.3 Paso de bobina.

El paso de bobina es la separación que hay entre los lados de una bobina. Se mide con fracciones del paso polar, radianes o geoméricamente, por lo general se mide contando las ranuras que hay entre bobinas.

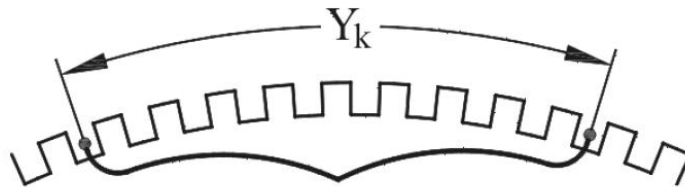


Figura 2. 8: Espacio de bobina a bobina

Fuente: (Hurtado, 2010)

2.4.4 Grupo polar.

Es un grupo de bobinas conectados a una misma fase en serie, se alojan en las ranuras contiguas y arrolladas en un mismo polo. Cada grupo polar están conectados entre sí en serie que forman diversas ramas en paralelo para así poder crear una fase del devanado.

Los devanados por polos de cada grupo polar solo se origina un polo, después de cada fase hay diversos grupos polares. En los grupos de bobina se conectan el final de un grupo con el final de la siguiente bobina o con el principio del grupo polar con el principio de la siguiente bobina.

Los devanados de polos consecuentes, se origina cada grupo polar en dos polos, el interior del polo al grupo y ambas mitades de los polos hacia cada grupo polar, los polos laterales se generan en conjunto con los grupos polares que se obtiene de cada lado.

En las bobinas de polos consecuentes la conexión que debe tener los grupos polares se debe ejecutar uniendo el final con el principio y el principio con el final.

Dependiendo de cómo se conecten las bobinas entre sí se pueden formar grupos de bobinas polares, existen tres tipos de devanados de la corriente alterna: concéntricos, Imbricados y ondulados.

Devanado concéntrico tiene bobinas de distintos tamaños que se sitúan consecutivamente unas dentro de las otras.

Los bobinados siempre son de una capa, si son trifásicos o de mas de dos polos se debe bobinar por polos consecuentes. En el resto de los casos se bobinan por polos.

En el devanado concéntrico así sea polos consecuentes, la media de los pasos de la bobina del grupo polar siempre es igual a un paso polar.

Si el grupo polar tiene las bobinas impares, la media de los pasos de las bobinas del grupo debe ser igual a la al paso de la bobina central. En cambio, si la bobina de los grupos polares es par la media del paso de la bobina es igual a la media de los pasos de las dos bobinas centrales.

Devanado imbricado, todas las bobinas son igual al paso, este bobinado hay que retroceder para poder conectar el final de la bobina con el principio de la siguiente del mismo grupo polar.

Estos devanados pueden tener de una o dos capas y deben ser por polo.

Devanados ondulados son los que tienen las bobinas igual al paso, para conectar se debe coger el final de la bobina con el principio de la bobina que corresponda del siguiente par de polos. Se debe empezar por la primera bobina del grupo polar uno, se debe conectar con la con la primera bobina del grupo tres así se debe conectar las primeras bobinas de grupos impares. Al

acabar de dar la primera vuelta al inducido y haber conectado todas las primeras bobinas, se empieza una segunda vuelta conectando las segundas bobinas de los grupos polares impares. En la siguiente vuelta se conectan las terceras bobinas y así sucesivamente, hasta completar todos los grupos polares impares. De forma análoga empezando, por ejemplo, con la primera bobina del grupo polar 2, se devanan los grupos polares pares. Al final, pues, se tienen dos semifases: una la de los grupos polares impares y la otra la de los grupos polares pares.

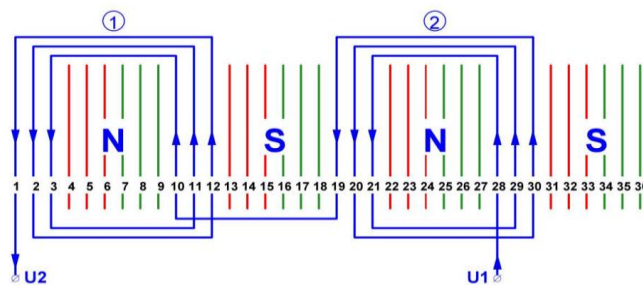


Figura 2. 9: Bobinado trifásico concéntrico por polos consecuentes.

Fuente: (Pozueta, 2010)

2.4.5 Pasos para rebobinar un motor eléctrico.

Para poder rebobinar un motor eléctrico hay varios pasos a seguir para su correcta realización:

- Sacar datos.
- Desarmado del motor.
- Realizar nuevas bobinas.
- Retirar bobinas viejas.
- Limpiar ranuras del estator del motor.
- Aislar ranuras del estator.
- Alojarse nuevas bobinas en las ranuras.
- Enlazar las bobinas.
- Asegurar las bobinas con reata.
- Barnizar el bobinado.

2.4.6 Datos técnicos para la reconstrucción

Al momento de realizar la reconstrucción del motor eléctricos necesitaremos saber ciertos datos, por ejemplo:

- Características del motor (placa de datos).
- Numero de ranuras.
- Grupo de bobinas por grupo.
- Paso bobinado.
- Número de polos.
- Diámetro del conductor.
- Conectar las bobinas por grupo.
- Conexión.

Los datos que se obtuvieron antes, con los que se encuentran en la siguiente tabla 2.6, estos datos se tienen a medida que vamos avanzado con el proceso de la reconstrucción del motor eléctrico y que no se pueden omitir, para que el motor se puede reparar con el fin de obtener el mismo rendimiento o tener un óptimo rendimiento.

Es muy importante tomar bien estos datos, ya que si hiciera falta de uno de estos datos tienden a fallar al momento de realizar la prueba.

Tabla 2. 1: Datos de placa de un motor eléctrico.

H.P (KW)	R.P.M	VOLTIOS	AMPERIOS	FRECUENCIAS
No. Bobinas	No. Ranuras	Conexión	Diámetro del conductor.	No. Espiras.
No. Polos	Grupo de bobinas	No. Grupos	Paso del bobinado.	

Fuente: *El autor.*

2.5 Desarmado del motor eléctrico.

Al momento de desarmar un motor eléctrico hay que tomar en cuenta la posición de las tapas del motor, para que al instante de tapar el motor quede exactamente igual. Si no se tapa de buena forma puede ser que no quede bien y tenga un roce con el estator, para no tener ese inconveniente es necesario marca cada parte que se desarme. Normalmente se los marca con unos números de golpe o con puntos, la marca tiene que ir en el estator y la tapa del motor.

2.6 Molde de la nueva bobina

Es necesario hacer un molde antes de casar las bobinas quemadas del estator, para así poder aprovechar las bobinas quemadas que ya están hechas y medidas en las ranuras. Se toma un alambre y se lo coloca en la ranura donde este una bobina quemada para coger la forma de la bobina quemada. En este paso podemos aprovechar para poder tomar los siguientes datos.

Los grupos de bobinas.

El número de bobina por grupo.

Paso de bobina.

Conexión de las bobinas.

2.7 Retirar bobina quemada

Al momento de obtener el molde, comienza el proceso de extracción de las bobinas viejas, es importante contar los alambres de la bobina e ir retirándolo, para extraer la bobina es necesario usar un corta frio o con un formón. Para poder retirar el alambre hay que golpearlo con un martillo para ablandar el alambre y que salgo con más facilidad, no hay que golpearlo con mucha fuerza para no dañar alguna chapa o ranura del estator.

2.8 Limpieza de ranuras del estator

Una vez que ya se ha retirado todas las bobinas viejas del estator queda una parte del aislamiento como es el Nomex que se utiliza para aislar las bobinas, estos se tienen que retirar junto con algunos pedazos de alambre que quedaron en las ranuras del estator, debido a la explosión que tuvo en el estator.

Se lo pueden retirar usando un cepillo de acero o con una navaja, para despagar el papel es más recomendable usar la navaja. Otra manera de limpiar el estator es usando el oxígeno con el gas, creando una flama para así poder quemar el Nomex que se está adherido a las ranuras.

2.9 Realizar bobinas nuevas

Una vez realizado el molde de la bobina, tipo de calibre del alambre, número de espiras por bobina, comienza el proceso para realizar las nuevas bobinas, Para esto necesitamos un soporte de Nylon o de aluminio. Ajustando con la distancia que necesitaremos para realizar la bobina nueva. Hay diferentes tipos de modelo y tamaño, dependiendo del trabajo que se realizara.

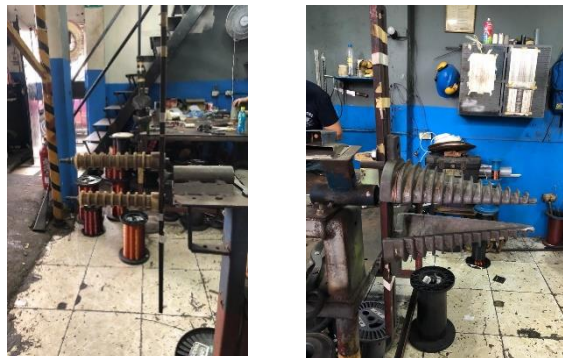


Figura 2. 10: tipos de soporte para realizar la bobina.

Fuente: El autor.

Se usa ese tipo de material para no dañar el alambre, como se muestra en las imágenes 2.11. con el molde que hicimos podemos guiarnos y darle forma a la nueva bobina, se coloca el alambre en el soporte de Nylon, se comienza a dar las vueltas necesarias dependiendo del número de espiras, cuando se han enrollado mínimo unas 6 espiras se puede retirar el molde, al finalizar la última espira con un pequeño alambre se amarra de ambos lados.

2.10 Colocar nuevas bobinas en las ranuras

Al momento de introducir las bobinas o los grupos de bobinas al estator, hay que tener en cuenta los principios y finales de cada bobina, se desamarra la parte de la bobina que se va a introducir, se empieza a colocar las espiras en la ranura una por una o en grupos pequeños de espiras.

Una vez que ya se haya introducido la bobina se le coloca una cuña para que la bobina no se salga de la ranura, comenzamos a meter el otro lado de la bobina, de igual manera se le coloca una cuña, así sucesivamente con el resto de las bobinas hasta que todas las bobinas estén colocadas en las ranuras del motor.

2.11 Aislar bobinas o grupos de bobinas

Al momento de haber introducido todas las bobinas se deben aislar para no provocar un corto entre ellas, para poder separarlas se necesita utilizar un papel dieléctrico. Es importante amarrar la bobina para que no sobresalga y para que al momento de colocar el papel aislante entre las bobinas sea fácil, así poder evitar que los alambres estén sueltos y puedan hacer contacto con las demás bobinas.

2.12 Conexión de bobinas

Para conectar las bobinas se debe tener en cuenta los datos que anteriormente tomamos, por ejemplo:

- Número de bobinas por grupo.
- Grupo de bobinas.
- Número de polos
- Conectar los grupos de bobina.
- Conexión.

Sabiendo estos datos se podrá conectar con facilidad los principios y finales del grupo de bobinas, los conductores que quedan son para realizar distintas formas de conexión trifásica como: delta, estrella o estrella-delta.

2.13 Amarrar bobinas

Una vez que ya separamos las bobinas se comienza a amarrar el bobinado, se tiene que amarrar del lado donde no haya empalmes, después se amarra del lado de las bobinas donde salen los cables de las fases. Este amarrado se debe hacer firme y compacta para que la bobina no se mueva.

El amarrado es muy importante ya que si se deja suelto puede ocasionar algún tipo de falla al momento de probar el motor, se debe realizar con precaución para cuando ya se lo deba barnizar porque una vez barnizado es difícil de manipular las bobinas. Este trabajo se debe realizar por una persona calificada en el área.



Figura 2. 11: Amarrado de una bobina.

Fuente: El Autor.

2.14 Barnizado

Tenemos por último el barnizado del estator, hay distintas maneras de barnizar. Por medio de un inyector o colocar una bandeja debajo de una parrilla y derramar un galón de barniz por todas las bobinas incluso debe pasar por dentro de las ranuras. Una vez que realizamos este proceso se debe dejar esperar hasta que el barniz se seque por completo, se comienza a poner las tapas del motor en el mismo orden del cual tenían al principio, siguiendo las marcas que se habían colocado en las tapas y carcasa del estator. Se debe ajustar los pernos en cruz para que el motor pueda encajar de forma correcta y no se quede abierto más de un lado.

El barniz es un recubrimiento a las bobinas, es llamado también como un aislamiento secundario, es una parte fundamental del sistema de aislamiento de la maquina eléctrica.

Existen diversos tipos barnices que son utilizados en el sistema de aislamiento de las máquinas eléctricas con el propósito de impregnación y aplicaciones de culminación.

- Las ventajas de estos recubrimientos son:
- Aumento de la rigidez mecánica de los alambres del bobinado
- Mejora de las propiedades dieléctricas
- Mejora de la capacidad de conducción térmica
- Protección del bobinado contra la humedad y el entorno corrosivo químico

- El barniz se puede clasificar dependiendo de su aplicación, el tipo de curación que se desee realizar y el material que debe ser usado con la composición básica del barniz.
- Tiene diferente aplicación el barniz estos pueden ser de impregnación, la finalización del barniz, aglomeración, etc.



Figura 2. 12: Barnizado de un estator.

Fuente: (Alvarado, 2015)

2.15 Simulador ProGeBo

2.15.1 Introducción

El simulador de ProGeBo es una herramienta de cálculo, donde almacena datos de la bobina que van destinados a los talleres eléctricos para la reparación del motor eléctricos.

En la primera parte de este trabajo se discuten los orígenes del proyecto, las motivaciones que llevaron a su creación, las expectativas para su uso, las ventajas de su aplicación, los diferentes aspectos del conocimiento que lo sustenta, los métodos, recursos y proceso de desarrollo., las tecnologías aplicadas, Paradigmas adoptados, conceptos de computación de bobinados, resultados obtenidos y previsiones de futuro.

En la segunda parte, se discutirá la situación de la bobinadora, las técnicas utilizadas, algunos aspectos específicos de la validación de datos, el uso y la razón de ser de las partes principales del sitio, se proporcionarán algunos diagramas de bobinado y algunas previsiones del proyecto. será propuesto.

2.15.2 Situación del bobinado

Cuando un técnico de taller de bobinado recibe un motor para rebobinar, analiza su estado general de conservación y, en base a su propia experiencia, sabe inmediatamente qué pasos tomar para repararlo en tiempo y forma. Si se trata de reproducir un trabajo hecho, no suele haber problema, porque estos expertos saben muy bien cómo recopilar información sobre lo construido, suelen utilizar varios datos impresos recogidos a lo largo de los años, consultan a familiares de sus compañeros y, al final, la mayoría En buenos casos obtenga los datos del fabricante. Los problemas surgen cuando se necesita comprar un motor nuevo, original o reacondicionado, o cuando se recibe un motor que se sospecha que ha sido rebobinado varias veces, falla repetidamente o está lo suficientemente dañado como para mostrar sus características estructurales; en estos casos, el personal de mantenimiento necesita contar con ayudas confiables, como ProGeBo, para llenar estos vacíos al proporcionar los datos que necesitan.

En este sentido, se puede decir que, si está técnicamente preparado, el rebobinado de un motor de inducción no suele ser una tarea de gran complejidad, pero sí requiere de ciertas habilidades y conocimientos para evitar los temidos rechazos y pérdidas, especialmente cuando la máquina es grande y caro. Entre las habilidades se encuentran la aplicación de buenas técnicas comerciales, como técnicas de construcción adecuadas, inserción y aislamiento de bobinas, unión, pintura, etc.; y conocimiento en el manejo de grandes cantidades de información, como longitudes normales de paquetes de láminas de metal del estator, más información sobre el número de ranuras adecuadas para diferentes polaridades o velocidades, potencia, etc. Propiedades en función de las dimensiones estructurales (altura del eje en mm) y curva de marcha (curva de momento en función de la velocidad).

La mayoría de los parámetros de selección y desarrollo son generalmente son los diseñadores de maquinaria eléctrica o en el historial de la bobina eléctrica, debemos incluir la información en ProGeBo para que los parámetros deben ser utilizados, siempre respetando los fundamentos lógicos, cuando sea requerido.

2.15.3 Validar datos

Ingresar los datos del devanado para el usuario que son validados por el ProGeBo, con el fin de poder detectar y corregir los errores. Con esta validación acorde con los provenientes de la bibliografía especializada, hay conceptos y verificaciones que se mencionan a continuación:

- El bobinado de 3 fases depende de las cantidades de polos, pasos, ranuras y grupo de bobinas por fase y ranuras del estator, los valores tienen que ser mayor a 0.
- Los polos deben ser en par, se debe tener en cuenta que los polos están formados por un norte y sur, las maquinas industriales de hoy en día deben de tener uno más pares de polos dependiendo de la función que realice la máquina.
- Cuando la cantidad de polos es menor a las ranuras del estator no es posible igualar los números.
- Se tiene un parámetro con gran utilidad, es llamado ranuras por polo por fase. Se determina la distribución de las bobinas que influye directo con el funcionamiento.
- El paso de la bobina diametral es definido por su número de ranuras y polos, se establece el paso fraccionado o acortado que es de muy buena aplicación.
- Los devanados pueden ser homólogo o alternado, dependiendo de la cantidad de grupos de bobinas por fase.
- Una bobina es de simple estrato o doble estrato, tiene que ver con la cantidad de capas de la bobina en la ranura del estator, está relacionado con el número de ranuras por polo y fase, para un mejor funcionamiento de la máquina.
- Las bobinas bipolares se tratan especialmente ya que son alternados, en la industria se adopta esto por la facilidad constructiva y por la estética.
- Se determina por el número de vueltas del conductor por fase y por grupo, para así poder tener las características de la nueva bobina.
- En los devanados regulares tienen propiedades especiales junto a los irregulares, las bobinas suelen venir regulares, donde los grupos de

bobinas son iguales, pero hay excepciones en donde esto no ocurre en los motores.

- El diagrama se logra obtener gracias a los datos ingresado al simulador, se podrá observar los grupos de bobinas.

En caso de que se coloque un valor erróneo que no satisfaga los principios, recibimos una notificación advirtiéndonos para poder colocar el valor correcto, es de gran utilidad cuando necesitemos realizar nuevos diseños, regularmente se hacen varios intentos para así poder llegar a tener unos resultados más convenientes.

2.16 Secciones del simulador

2.16.1 Sección de inicio

Esta sección, que ha sufrido algunos cambios desde los primeros días correspondientes a mejoras en el diseño de la presentación, es muy fácil de usar y tiene acceso inmediato a las diferentes funciones interactivas admitidas, como Calcular, Copiar, Mis destacados, Mis pestañas, Bibliotecas, Foros, Usuarios, Ayuda, Captura y Quiénes somos.

El propósito general de estas aplicaciones se detalla en la introducción del primer artículo de ProGeBo. Muestra las características del simulador que vamos a usar también que podemos realizar dentro del simulador dándonos diversas opciones para un mejor uso.

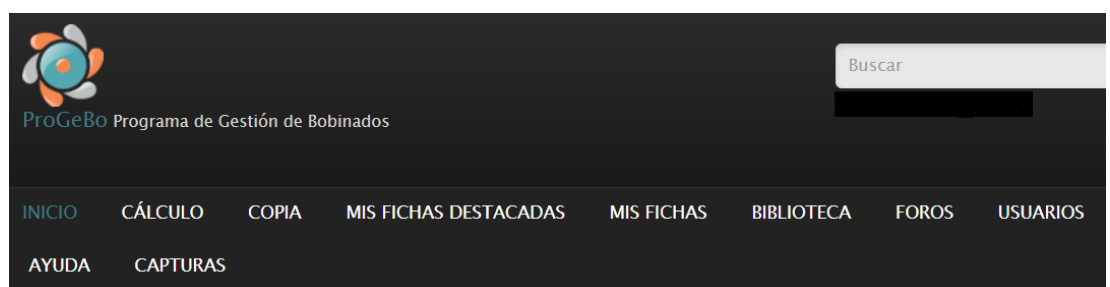


Figura 2. 13: Sección de inicio del simulador

Fuente: El autor

2.16.2 Sección mis fichas destacadas

Los documentos que estén contenidos allí están bien poblados, es lo primero que se consulta a un experto en bobinas, al momento de recibir una

máquina para su reconstrucción. Tiene todas las fichas técnicas de trabajos anteriores que ya se han realizado que son privados.

Regularmente debe ser así, tener a su disposición los datos de placa del motor que se va a reparar, se puede buscar o ahí mismo ir incorporando, nombre del cliente, la potencia del motor en KW, número de polos de las máquinas similares que ya han sido ingresados. Se pueden ordenar los documentos por capacidad del motor, es de muy buena ayuda para identificar con mayor rapidez el motor.



Figura 2. 14: Sección de fichas destacadas del simulador.

Fuente: El autor

Una vez que ya tengamos la ficha técnica que se necesita, se la debe abrir para poder comparar los datos del motor ya reparado con los de la máquina que esta averiada.

Número de ficha	Cliente	Fecha y hora	Marca	Tamaño (mm)	Potencia en kW	rpm	V	Conexión	A	Aislación	IP
283	CIDEME	28/03/2016, 10:16 AM	WEG	100 L	3	1500	380	Estrella	6.85	F	55

Dímetro del rotor (mm)	Largo del paquete del estator (mm)	Dímetro exterior del estator (mm)	Cantidad de ranuras del estator	Tamaño de las ranuras del estator(mm²)	Espesor del diente (mm) del estator	Altura de la corona del estator (mm)
100	110	160	35	32.1		

Pases de bobinas	Vueltas de bobinas	Estratos por ranura	Dímetros de conductores (mm)	Conexión	Densidad de corriente (A/mm²)	Longitud de una vuelta (mm)
10	67	2	2 x 0.4 mm (2.55 kg)	4 ranas en paralelo	6.85	469

Figura 2. 15: Datos de los motores.

Fuente: El autor

Se muestra las características mecánicas y eléctricas que son primordiales para identificar unívocamente a la máquina, para garantizar al cliente un buen trabajo, se debe tener un historial de trabajo de la máquina. Para culminar se muestra las características de la bobina con un diagrama circular.

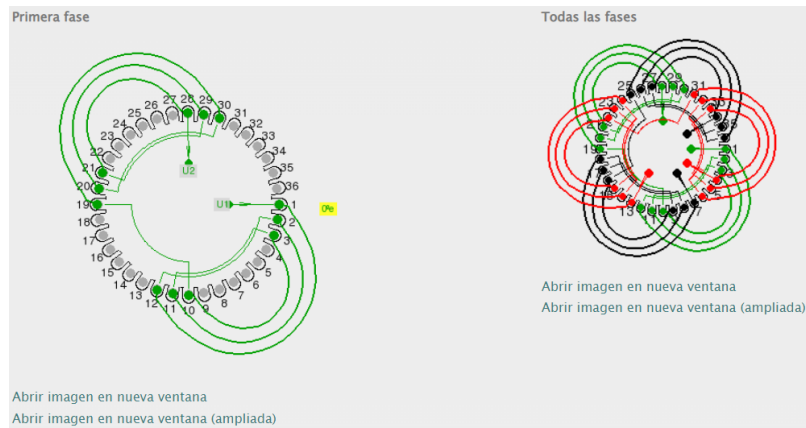


Figura 2. 16:Diagrama circular del bobinado.

Fuente: El autor.

La ficha técnica de cada motor es única y no se puede alterar, solo se permitirá realizar algunos cambios que desee el cliente y que considere de suma importancia. Al momento de hacer este cambio se puede guardar con un distinto nombre.

Si una de estas fichas resulta ser especial por cualquier motivo, se deberá incluir en las fichas destacadas, también se puede publicar en la biblioteca, la cual tiene acceso a los demás usuarios del sitio.

2.16.3 Sección de copia

Se generará las fichas técnicas de todos los archivos, es usado cuando se necesita registrar las características de la máquina ya sea mecánica o eléctrica en un equipo nuevo a reparar.

Es necesario guardar cada trabajo nuevo con el nombre de cada cliente para poder comprobar los datos mecánicos y eléctricos con su respectiva fecha de ingreso y salida de la máquina, para cubrir algún tipo de riesgo de fallas imprevistas para así poder reconocer la debida garantía del caso.

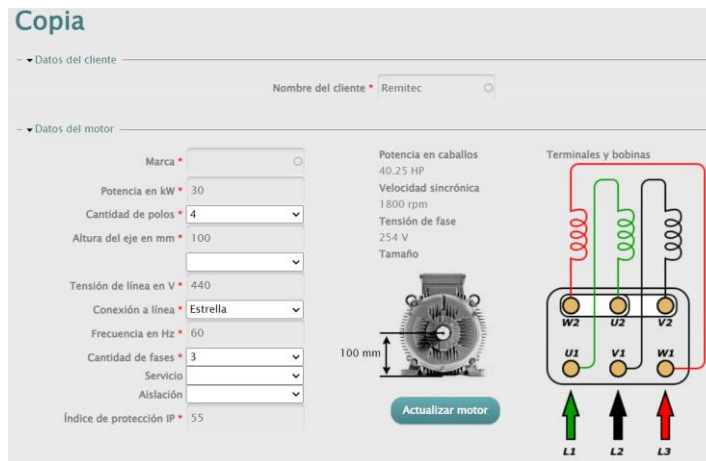


Figura 2. 17:Sección copia con las placas del motor.

Fuente: El autor

Cuando ingresemos los datos del cliente junto con los datos de placa del motor, como es la marca del motor, potencia del motor en KW, la cantidad de polos, altura del eje, tensión de la línea en voltios, conexión del motor, frecuencia que trabaja el motor Hz, cantidad de fases, tipo de funcionamiento, aislamiento y el tipo de protección que tiene el motor.

Para culminar con este proceso de debe tener experiencia en el campo. Aun que haya una sección de ayuda en el simulador que nos explica paso a paso el proceso para llenar los formularios sobre el motor. El simulador nos dice que tenemos varias opciones tales como:

Cantidad de polos: los polos pueden venir de 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20; se evita ingresar el 0 o números impares.

Altura del eje: Libre; aunque las alturas están normalizadas en milímetros, algunas pueden no hacerlo. Este número se puede combinar eligiendo S, M, L o una combinación de ellos, dependiendo de la distancia lateral entre los agujeros para las piernas.

Conexiones de Línea: Están disponibles todas las opciones posibles de conexión trifásica: estrella, triángulo, doble estrella y doble triángulo.

Cantidad de Fases: Actualmente, solo están previstas 3 fases, solo es posible para los motores trifásicos más no para los motores monofásicos.

Carga: se admiten los estándares S1 a S8, donde S1 es la carga continua estándar.

Aislamiento: presenta los aisladores de clase B, F y H, que son los tipos más comunes en la actualidad.

El programa se inicia automáticamente en el lado derecho de la pantalla con potencia en HP, velocidad de sincronización en rpm, voltaje por fase y un diagrama de conexión de devanado simple.

Nuevamente: se tomaron precauciones para evitar errores tipográficos al tratar con datos más específicos en la segunda parte de esta sección.

Datos internos del estator: es el número de ranuras, que tiene previsto entre 6 y 249, dependiendo del número de fases y el número de polos.

Diámetro exterior: es el largo del paquete de las chapas, ancho del diente y con la altura de la corona del estator que tiene valores libres, de igual manera que el diámetro del rotor, estas medidas vienen dadas en milímetros.

The image shows a software interface for configuring motor parameters. It is divided into three main sections:

- Datos del estator:** Includes fields for 'Cantidad de ranuras' (36), 'Diámetro exterior en mm' (160), 'Largo del paquete en mm' (110), 'Espesor del diente en mm' (0), and 'Altura de la corona en mm' (0).
- Datos del rotor:** Includes a field for 'Diámetro en mm' (100).
- Datos del bobinado:** Includes fields for 'Pasos (separados por /, de menor a mayor)' (8/10/12), 'Corriente de línea en A' (6.65), 'Vueltas de bobina (espiras por bobina)' (36), 'Cantidad de estratos por ranura' (Ranura llena (simpli)), 'Cantidad de ramas por fase' (1), and 'Cantidad de grupos de bobinas por fase' (2). It also has a section for 'Conductores de fase en paralelo' with sub-sections for 'Diámetro mayor' (Cantidad: 2, Diámetro en mm: 0.8) and 'Diámetro menor' (Cantidad: 0, Diámetro en mm: 0.75).

Figura 2. 18:sección de copia, datos de rotor, bobina y estator.

Fuente: El autor.

En la Figura 2.6.3 se muestra las dimensiones mecánicas básicas y las eléctricas que pueden identificar con un mínimo error de un motor eléctrico. Aquí podemos observar que tan importante es el relevamiento de ellas.

Mientras que los datos de las bobinas se pueden ingresar libremente, pero hay otros que tienen limitaciones; se permite ingresar libremente los pasos, las vueltas del alambre por bobina, conductores de fase en paralelo que se usa, cantidad y diámetro.

Corriente de línea: se ingresa el valor libremente o se puede con la opción del programa para calcular.

Cantidad de estratos por ranuras: se puede seleccionar en la ranura llena que es simple estrato, doble estrato es a media ranura, en ambos casos son los más comunes.

Cantidad de ranuras por fase: es la cantidad de fases de un circuito en paralelo de cada fase, también está relacionada con el número de polos y funcionamiento del motor eléctrico, por eso al momento de elegir la opción debemos hacerlo con precaución.

Cantidad de grupos de bobinas: también se debe elegir con mucha precaución ya que se relaciona con los números de polos, la estética de la bobina y reactancia de este.

La última parte de la ficha es arrojada al bobinado, cuando los datos ingresados coinciden con los postulados preestablecidos de la simulación, se visualiza con un esquema circular parecido a la figura 2.6.2. Si los datos ingresados son erróneos, el simulador dará algunas opciones para poder corregirlo.

2.16.4 Sección del calculo

En esta sección se usa cuando se necesite realizar un diseño nuevo del bobinado, parecido a la sección de la copia. Para esto debe tener mayor conocimiento de la máquina y sus características. Los datos ingresados de las 2 primeras partes son similares, con la limitación que tiene el simulador se devuelve con el flujo de polo calculado. Estos valores muestran al usuario poder elegir de manera conveniente la densidad de flujo del entrehierro del

estator que es fundamental para que el motor pueda entregar la potencia que se necesite y la densidad de corriente, conforme la capacidad de la ranura del estator.

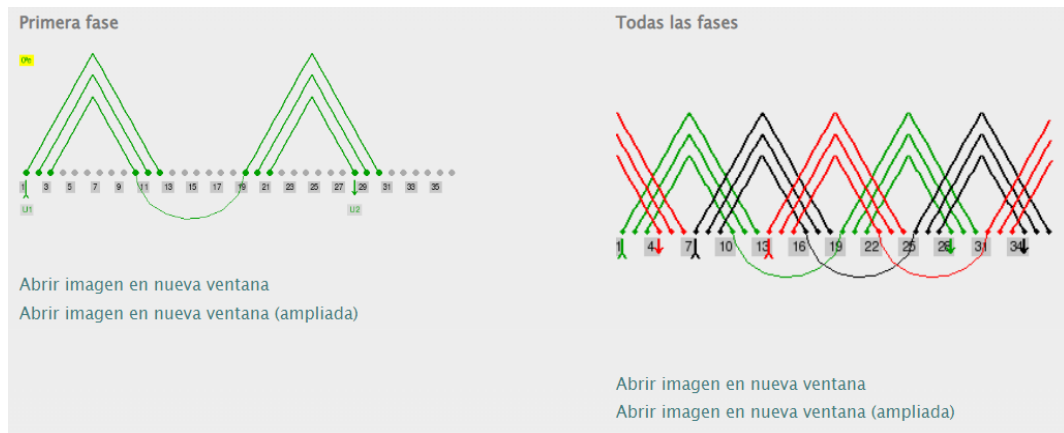


Figura 2. 19:Diagrama del sistema lineal de la bobina.

Fuente: El autor.

También se obtiene valores sugeridos directamente de los cálculos, como las vueltas de la bobina, diámetro de los conductores, relleno de la ranura, es necesario para ingresar los datos para tener un rendimiento óptimo.

De la misma manera cuando se copian los datos, si se cumple las condiciones establecidas del diseño, el simulador realiza el diagrama relevante para guardar la ficha técnica generada.

Como hemos mencionado anteriormente, al momento de ingresar un dato erróneo el simulador nos notificara con un mensaje indicándonos donde debemos corregir.

Figura 2. 20: Sección del cálculo, datos de la bobina.

Fuente: El autor

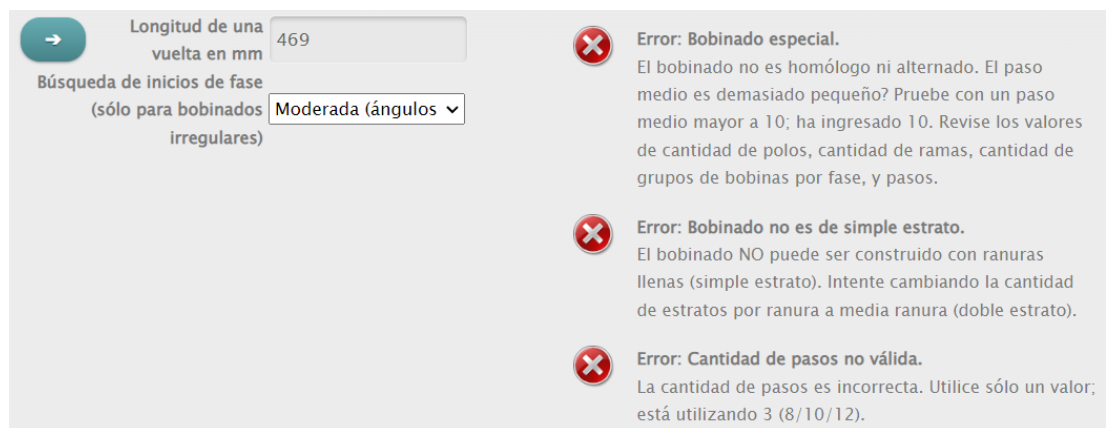


Figura 2. 21: marcador erróneo ingresados.

Fuente: El autor

2.16.5 Diagrama de las bobinas

Se muestra diversos esquemas de las bobinas realizado por el simulador ProGeBo.

La cantidad de ramas del circuito de las bobinas indica que una fase va a conectarse en serio, la rama es igual a uno, si hay dos o más caminos es considerados paralelo ramas igual a dos, tres o más. Es las máquinas se utiliza este recurso para no trabajar con conductores gruesos y difícil de manipular.

La cantidad de grupos de arrollamiento puede ser igual al número de polos, son las bobinas llamado alternado o la mitad llamado homólogo.

2.16.6 Uso del simulador

Desde la óptica de un usuario con experiencia en la especialidad, la capacidad que presenta el sitio para el acceso simple a archivos de fichas técnicas y clientes lo convierte en una herramienta eficaz en el manejo de importantes volúmenes de información, tales como las que se necesitan en grandes talleres de reparación o incluso en fábricas de motores eléctricos.

La sencillez del ingreso de datos, la inmediata respuesta ante errores y el esquematizado veloz y claro del devanado son propiedades que facilitan

el uso experto, por quien conoce el tema técnico, en poco tiempo de adiestramiento.

Resta completar el software para esquematizar devanados de 2 velocidades y desarrollar el aplicable a motores monofásicos, que son dos subespecialidades con cierto

grado de complejidad; también queda pendiente preparar la plataforma para obtener otros datos útiles al proyectista, tales como densidades en puntos específicos del circuito magnético, valores en la jaula de ardilla y cálculos térmicos y analíticos.

Finalmente, se planea agregar a corto plazo más información en la biblioteca a los fines de aumentar el interés por el uso de esta aplicación.

No obstante, estas carencias, se considera que la construcción de la teoría y el descubrimiento del método para esquematizar bobinados constituyen los mayores logros de este proyecto y abren el camino para futuras ampliaciones de las prestaciones del sitio.

Capítulo 3: Reconstrucción del motor eléctrico trifásico

3.1 Detección de anomalías

Cuando el cliente nos llama para poder solucionar el problema que tenga con el motor es posible que nos pueda ayudar dándonos información sobre la condición del motor, como las condiciones en la que trabaja el motor, si trabaja en un área con alta temperatura que pueda afectar directamente con el motor, si tiene algún tipo de vibración. El tiempo que el motor a permanecido en funcionamiento. Cuanta carga a estado trabajando el motor, que tipo de arranque tiene el motor, etc.

Para poder identificar el problema que tuvo el motor eléctrico procedemos a desmontar la máquina de su lugar de trabajo para así realizar el desarmado completo del motor, para su traslado al taller para su respectiva revisión. Esto debido a que algunas veces el motor llega en condiciones muy malas que es imposible que se pueda reparar.



Figura 3. 1: Motor eléctrico trifásico de 40 HP

Fuente: El Autor.

3.2 Desarmado del motor

Se procede a su respectivo desmontaje del equipo, para un mejor trabajo se debe marcar las cajas tanto delantera como posterior, las marcas frecuentemente son con números, la delantera debe tener el número dos y la

posterior con el número uno. Esto se debe realizar para poder armarlo y dejarlo en la misma posición de cómo fue desmontado.



Figura 3. 2: Motor desmontaje con sus partes, roto, Cajeras y rodamientos

Fuente: El Autor

3.3 Medición de las cajeras.

Los motores eléctricos normalmente vienen con rodamientos de bolas tanto delantero como posterior de las cajeras, estos rodamientos van en el eje del rotor. Existen otros tipos de rodamientos, por ejemplo, puede venir de rodillos del lado donde va la carga para poder incrementar la capacidad de carga radial, otro tipo de rodamiento son los axiales, sirven para poder soportar cargas axiales elevadas.

Si la cajera tiene algún tipo de dejaste por los rodamientos esto puede ser una de las causas que el motor deje de funcionar, para medir las cajeras se debe utilizar un micrómetro como se muestra en la figura 3.3.1, sirve para medir con una mejor precisión lineales o angulares pequeñas. Si al momento de hacer la medición tiene algún tipo de desgaste, puede ser que haya afectado al motor y posteriormente de dejar de funcionar. para solucionar el problema debemos realizar un trabajo mecánico como es el embocinar la cajera o las cajeras de ser el caso que sean ambas cajeras que tengan el desgaste. El embocinar la cajera es reemplazar material interno por uno nuevo

y dar medida en torno cuando la cajera original presenta desgaste en la ceja o canal entonces solo entonces se procede a embocinar para que tenga el ajuste necesario para que el rodamiento no tenga fuga y haga la presión necesaria.



Figura 3. 3: Medición de cajera con micrómetro

Fuente: El Autor

3.4 Posición del rotor en relación con el estator

El rotor debe estar centrado axialmente en el núcleo del estator. Si encontramos desplazamiento axial, el centrado ejercerá presión sobre el rodamiento. Por otro lado, si el rotor sobresale del núcleo del estator, la corriente aumentará, asegúrese de prestar atención a la posición de la arandela de empuje y onda al retirar el motor. El Rotor Evaluation Test es una prueba para determinar el estado del rotor de un motor de inducción de jaula de ardilla, desarrollado mediante el manejo de señales eléctricas, que permite identificar cambios de frecuencia para un determinado tiempo de funcionamiento.

Este proceso se tiene que hacer con un equipo Grole, tiene forma de u, se tiene que poner el rotor para probar su funcionamiento, la función del Grole es generar un campo magnético para el rotor, se tiene que usar un objeto de metal para ponerlo en el rotor, cuando el rotor gira, el objeto tiene que seguir pegado al rotor, si se cae un poco de metal significa que la jaula

de ardilla está abierta, si esto sucede, el rotor ya no funcionará correctamente, tendremos que reemplazar el rotor.

3.5 Pruebas del estator

Debemos seleccionar una fuente de voltaje variable con la misma frecuencia a una capacidad adecuada, para confirmar el voltaje estamos ingresando debemos tener los siguientes instrumentos eléctricos como: el multímetro, amperímetro, vatímetro, pirómetro y cámara termográfica.

Debemos conectar los instrumentos muy cercanos a la bobina de para reducir así las perdidas en el cable y usar cable de salida más gruesos. Debemos medir la temperatura en un ambiente libre de calor para comenzar la prueba, si la corriente que inyectamos no concuerda con el voltaje debemos ajustar las vueltas del cable de salida.

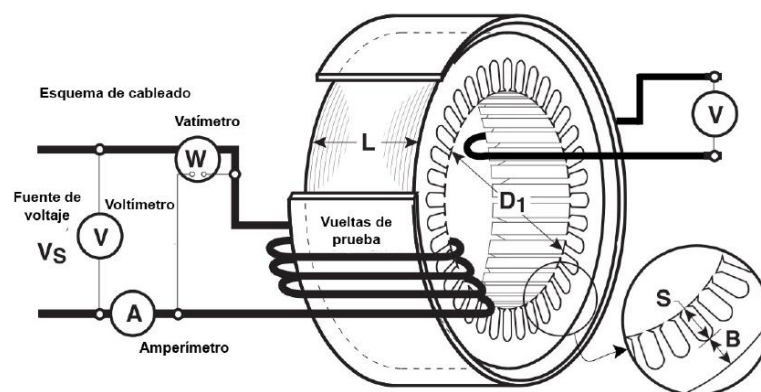


Figura 3. 4: Pruebas de núcleo al estator medición

Fuente: (ramirez, 2020)

Con la cámara termográfica podemos observar en el núcleo si se empieza a calentar en cierto sector, si se llega a detectar puntos calientes en el núcleo quiere decir que hay pequeños trozos de cobre en las ranuras del estator y para poder eliminar esos trozos debemos limpiar las ranuras de una manera adecuada sin tanta fuerza porque esto ocasionaría un daño en las ranuras.



Figura 3. 5: Prueba de núcleo motor de 40HP con cable 8AGW

Fuente: El Autor

3.6 Revisión de la bobina

Comenzamos a inspeccionar el estado de la bobina, podemos observar en la figura 3.6.1 que el estator tubo una falla a tierra, esto ocurre cuando la circulación de la corriente eléctrica en un sistema con baterías se va directo a tierra. Esto ocurre ya sea por fuga, escape o por acumulación de electrolito en sus celdas, lo que manda una conexión eléctrica a los bornes, cables de salidas, etc.



Figura 3. 6: Núcleo con falla a tierra.

Fuente: El Autor

Cómo podemos observar en el núcleo del motor hay un roce debido a los descastes de las cajas del motor. Al concluir con las pruebas pertinentes se llegó a la conclusión que el núcleo se encuentra en óptimas condiciones para su respectiva reconstrucción.

Capítulo 4: Pasos para la reconstrucción

4.1 Identificar conexión

Para que logremos identificar la conexión debemos alzar las puntas de las bobinas del motor, para realizar el diagrama de conexión como se muestra en la figura 3.7, se puede visualizar que el motor tiene 12 grupos de bobinas quiere decir que tiene 4 polos. Para saber el número de salidas debemos observar los principios con los finales que sería: 1-4, 2-5, 3-6, 7-10, 8-11, 9-12. Esta secuencia nos indica que es alterna no consecuyente.

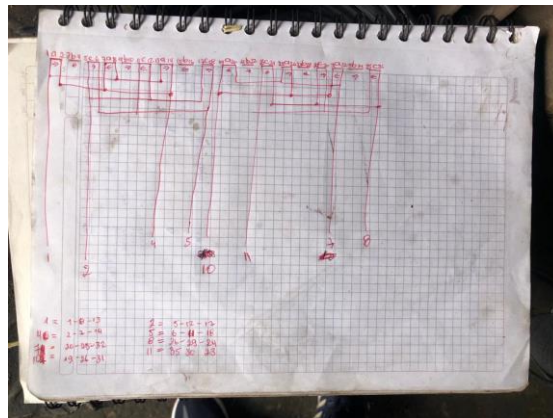


Figura 4. 1: Diagrama de conexión.

Fuente: El Autor.

4.2 Extracción de bobinas

Para comenzar a extraer la bobina vieja se debe golpear la corona de la bobina que se encuentra ubicado en los puentes de salidas de las bobinas, se debe realizar golpeando con un cincel y martillo hasta extraer la corona de la bobina, una vez de tener la corona procedemos a coger un alambre para su respectiva medición con un micrómetro como se muestra en la figura 4.2.2.

Para extraer las demás bobinas de las ranuras se debe realizar con cuidado siempre teniendo en cuenta que podemos ocasionar daños en el núcleo, cuando tenemos un motor grande como el que estamos realizando se debe extraer las bobinas calentándola en el núcleo para que pueda salir con facilidad como se muestra en la figura 2.4.1.



Figura 4. 2: Extracción de bobinas.

Fuente: El Autor



Figura 4. 3: Micrómetro para determinar calibre del alambre

Fuente: El Autor

Después de medir el calibre del alambre procedemos a revisar en la tabla 4.2, para determinar qué número de alambre debemos usar para realizar las nuevas bobinas.

Tabla 4. 1: Características del alambre magnético

Tabla 4. 2: Características del alambre magnético

TABLA 0 CARACTERÍSTICA DE ALAMBRE MAGNÉTICO REDONDO						
DIAMETRO DE ALAMBRE PULG	DIAMETRO DE ALAMBRE ANG-DWS-METRICO	SECCION TRANSVERSAL CIR MILLS	DIAMETRO DE ALAMBRE		SECCION TRANSVERSAL CIR MILLS	SECCION TRANSVERSAL CIR MILLS
			DIAMETRO PULG	DIAMETRO ANG-DWS-METRICO		
3000	7.780	85.5	90000	47.212	1144	2.906
3000	7.420	1	90000	45.604	1102	2.800
2813	7.500	7.5	87190	44.179	1080	2.743
2803	7.448	1	85960	42.809	1043	2.650
2795	7.330	7.1	78140	39.592	1040	2.642
2780	7.210	2	78180	38.509	1019	2.588
2750	6.934	3.5	74530	37.764	9984	2.500
2658	6.790	6.7	67940	35.237	9822	2.443
2576	6.543	2	66360	33.624	9925	2.360
2520	6.401	3	63590	32.178	9920	2.337
2480	6.260	6.3	61520	31.373	9907	2.304
2431	6.175	2.5	59100	29.945	9822	2.240
2363	6.000	6.0	55800	28.274	9856	2.174
2320	5.893	4	53820	27.273	9835	2.120
2294	5.827	3	52620	26.665	9808	2.052
2205	5.600	5.6	48610	24.800	9800	2.022
2165	5.499	3.5	46970	23.751	9787	2.000
2130	5.385	5	44940	22.774	9763	1.938
2087	5.300	5.3	43540	22.062	9748	1.900
2043	5.189	4	41740	21.340	9720	1.829
1969	5.000	5.0	38750	19.635	9705	1.800
1928	4.897	4.5	37170	18.835	9679	1.725
1920	4.877	6	36860	18.679	9660	1.700
1870	4.750	4.75	34970	17.721	9641	1.628
1819	4.620	5	33090	16.766	9640	1.625
1772	4.500	4.5	31390	15.904	9630	1.600
1740	4.470	7	30980	15.696	9605	1.537
1717	4.361	6.5	29480	14.938	9591	1.500
1673	4.250	6.25	28000	14.186	9573	1.450
1620	4.115	6	26240	13.298	9560	1.422
1600	4.064	8	25600	12.972	9553	1.400
1573	4.000	6.0	24800	12.566	9539	1.369
1529	3.884	6.5	23280	11.846	9520	1.310
1476	3.750	3.75	21800	11.045	9508	1.290
1443	3.665	7	20820	10.551	9492	1.250
1440	3.658	9	20740	10.507	9480	1.218
1398	3.550	3.55	19530	9.898	9465	1.180
1362	3.459	7.5	18500	9.460	9453	1.151
1319	3.350	8	17390	8.914	9441	1.120
1285	3.264	8	16510	8.567	9422	1.085
1280	3.251	10	16380	8.502	9412	1.060
1240	3.150	3.15	15380	7.793	9403	1.024
1213	3.081	8.5	14730	7.471	9400	1.016
1181	3.000	9.0	13800	7.048	9394	1.000
1160	2.946	11	13490	6.918	9380	0.965

Fuente: El Autor

En caso de no haber el número de alambre porque generalmente viene en los motores originales, ya que vienen con alambre intermedio que no es común en el mercado. Se debe hacer un cálculo para reemplazarlo.

4.3 limpieza de estator

Debemos realizar una limpieza total de las ranuras del motor, debemos revisar las ranuras para observar si no hay presencia de cobre en medio de las ranuras esto debido a la explosión que pudo haber tenido. Se debe pasar un cuchillo en medio de las ranuras para eliminar los residuos del aislante Nomex, como no es posible quitar todo el Nomex que quedo se debe pasar autógeno en las ranuras para eliminar esos residuos pequeño, luego en el núcleo tenemos que pasar una lima esto para evitar que haya pequeñas deformaciones que pudo salir por la extracción de la bobina y, por último, le pasamos una lija para finalizar el proceso de limpieza.

4.4 Realizar aislantes

Procedemos a tomar medidas en las ranuras del núcleo para realizar el aislante, debemos tomar medidas de longitud del núcleo y del ancho de la ranura, tomando en cuenta que debemos dejar un dobléz de 5 o 3 milímetros para reforzar el aislante en la cabeza o corona. En esta ocasión tenemos que la longitud de nuestro núcleo es de 270mm más los 3mm de dobléz que debemos dejar de lado y lado, eso quiere decir que la suma nos da 33mm de aislante, el ancho que debe tener el aislante es de 39mm.



Figura 4. 4: Medida de la longitud del núcleo.

Fuente: El Autor

Se realiza medición de aislante del ando que debe tener el aislamiento como se observa en la figura 4.4.2.



Figura 4. 5: Medida del ancho del aislante.

Fuente: El Autor.

Una vez que ya tengamos las medidas del aislante se empieza a realizar todos los aislantes para cada ranura que en total tenemos 36 ranuras, para evitar que el alambre de la bobina se salga de la ranura y sufra un tipo de daño, se procede a realizar las cuñas la medida de la cuña es de 270mm de longitud y de ancho debe tener 18mm. Se procede a aislar el motor en su totalidad para poder sacar el molde y proceder hacer la bobina.

4.5 Molde de la bobina

Para realizar el molde de la bobina tenemos que coger un pedazo de alambre viejo e irnos hacia el motor donde tenemos que darle forma de bobina al alambre e introducirlo en una de las ranuras, la colocación de la bobina es dependiendo del paso que hicimos anteriormente que nos dio un paso de 8-10-12-14, esto quiere decir que de la ranura donde pongamos el alambre hay que contar en una bobina 8 pasos en la siguiente bobina 10 pasos así sucesivamente espacios de ranuras y colocar el otro extremo del alambre para así ver cómo debería quedar la bobina colocada en la ranura del motor.

Una vez ya de que tengamos el molde de la bobina y haber probado como debería quedar en el motor.



Figura 4. 6: Molde de la bobina.

Fuente: El Autor

Una vez de haber realizado el molde, procedemos hacer una bobina de prueba para para observar cómo quedaría la bobina en la ranura del motor para así poder realizar las demás bobinas y entre bien las bobinas.



Figura 4. 7: Bonina de prueba

Fuente: El autor

4.6 Realización de nuevas bobinas

Al momento de haber observado que la bobina de prueba que hicimos haya quedado bien procedemos a realizar las demás bobinas que serían 4 bobinas por grupo y tendríamos 12 bobinas. Este procede se lo debe realizar con un molde para poder realizar las bobinas como se muestra en la figura 4.6.1. Se debe colocar a cada extremo del molde y que el alambre quede tenso para un mejor trabajo. Repetimos este proceso para todas las bobinas restantes que debemos realizar.



Figura 4. 8: Molde para realizar bobinas

Fuente: El Autor

Cuando ya tengamos hechas las bobinas nos preparamos para poder colocar las bobinas en el estator del motor, debemos tener cuidado donde colocamos las bobinas, debemos alojarlo en un sector aislado de materiales que puedan ocasionar algún tipo corte a la bobina.

El calibre del alambre que debemos usar es de la tabla donde sacamos los datos, y las vueltas que se necesita para hacer la bobina lo obtuvimos de las bobinas viejas que sacamos del motor.



Figura 4. 9: bobinas culminadas

Fuente: El Autor

4.7 Colocar bobinas en las ranuras

Debemos colocar las bobinas con cuidado y siempre respetando el paso que tenemos para que pueda cerrar el cierto, si colocamos mal una bobina esto no nos permitirá que las bobinas entren en la ranura que debería estar. Es indiferente de donde pueda empezar a colocar la bobina, siempre y cuando respetemos el orden.



Figura 4. 10: Bobinas colocadas en el estator

Fuente: El Autor

A medida que coloquemos cada bobina debemos usar los aislantes que ya teníamos hecho, para separar las bobinas y que no tengamos ninguna complicación al momento de probar el motor.

4.8 Amarrado de la bobina

Antes de proceder amarrar la bobina debemos moldear ambos lados de la bobina para que la corona de la bobina no tenga algún tipo de roce al momento del armado del motor. Procedemos amarrar la bobina, se empieza por el lado posterior de la conexión, debemos amarrar la bobina para que cuando se le induce voltaje la vibración que haga el motor no se expanda y provoque un corto entre bobinas. Cuando amarremos el lado de la conexión antes debemos realizar la conexión del bobinado y de salidas, Levantamos las salidas de la bobina para proceder a conectar como nos muestra el diagrama de la figura 3.7. Procedemos a soldar las bobinas con los cables de salida, se debe soldar con una soldadura de plata que dependiendo de los HP de los motores en este caso utilizaremos una soldadura al 5%, debemos colocar una cinta de vidrio para aislarlo una vez de haber colocado la cinta lo recubrimos con espaguete, se debe ordenar las salidas para una mejor manipulación. Una vez ya haber realizado este procedemos recién se puede amarrar el lado de la conexión. Para finalizar el amarrado debemos tomar medida de las coronas para verificar si la medida es la misma con la que habría llegado el motor.



Figura 4. 11: Amarrado de la bobina.

Figura: El Autor

4.9 Pruebas pertinentes al estator

Se puede realizar de varias maneras las pruebas, pero para obtener una prueba completa lo debemos hacer con el Hipot, es un equipo que puede medir la resistencia del bobinado, el megado que tiene el motor, prueba de ondas, aislamiento del motor, humedad de l motor, etc.



Figura 4. 12: Hipot eléctrico

Fuente: El Autor

Al momento de realizar las pruebas observamos las condiciones del motor si no tiene algún tipo de falla, el hipot puede detectar si le pudo hacer una vuelta al momento de haber realizado las bobinas, una mala soldadura en los cables de salida con la bobina o incluso puede detectar si el motor esta aterrizado. Todo esto se lo puede observar con el hipot.



Figura 4. 13: Prueba realizada motor 40 HP

Fuente: El Autor

Cuando hayamos culminado con las pruebas debemos enviar el motor a un horno, esto debido a la manipulación de las bobinas, se puede encontrar con humedad, con el horno podemos eliminar esa humedad.

4.10 Barnizado del motor

Debemos barnizar el motor para poder crear una consistencia fija para evitar un corto entre espiras, para el motor de 40 HP se debe usar un galón de barniz, se coloca el motor de forma vertical para que pueda caer en todo el núcleo del motor y recorra todas las bobinas, como el barniz es muy denso se le coloca un poco de diluyente al barniz para que tenga un mejor recorrido por las bobinas del motor. Este proceso se debe realizar tanto en la parte posterior del motor como la delantera.



Figura 4. 14: Barnizado de motor

Fuente: El Autor

Debemos dejar que el barniz escurra sobre todo el estator, una vez que ya hecho esto procedemos a volver a ingresar el estator al horno con una

temperatura de 90 grados, por un tiempo de cuatro horas para que ya se haya secado totalmente.

Después de ese tiempo procedemos a sacar el estator del horno, para limpiar los residuos de barniz que quedaron en el núcleo y dejarlo limpio y listo para su armado.

4.11 Armado del motor

Para proceder armar antes debimos haber realizado mantenimientos a las partes del motor, cambio de los rodamientos pintado de las cajas interiormente, etc. Se debe colocar el rotor en el interior del estator, para colocar las cajas posterior e inferior, siempre respetando como fue desarmando, usando los números de golpe como referencia para tener una mejor guía. Se debe apretar las cajas en forma de cruz y paraje para que no tenga algún tipo de deformación al momento de cerrarla. Para finalizar se pinta el motor para una muy presentación al cliente.



Figura 4. 15: Motor eléctrico marca weg

Fuente: El Autor

Capítulo 5: similar la reconstrucción

5.1 Ingresar Datos

Debemos ingresar los datos ya obtenidos para poder realizar la reconstrucción del motor que serían los datos de la placa del motor en conjunto con los sacados de la bobina. Tenemos que el motor es de 40HP, 440V, 55A, 1700RPM, 4 Polos.



Datos del motor	
Marca *	WEG
Potencia en kW *	30
Cantidad de polos *	4
Altura del eje en mm *	20
Tensión de línea en V *	440
Conexión a línea *	Estrella
Frecuencia en Hz *	60
Cantidad de fases *	3
Servicio	
Aislación	
Índice de protección IP *	55

Resumen de datos:

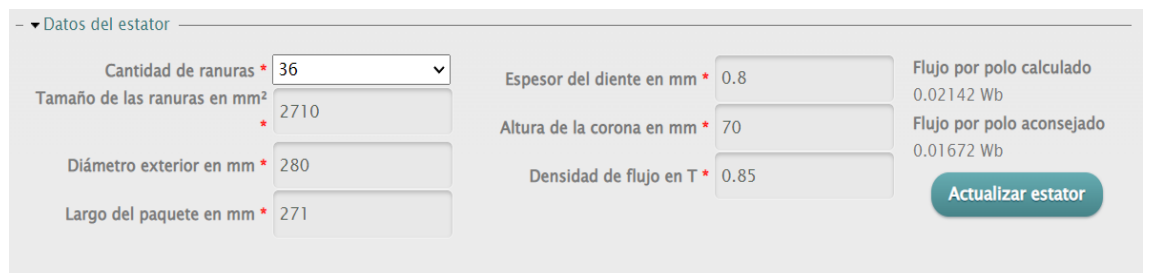
- Potencia en caballos: 40.25 HP
- Velocidad sincrónica: 1800 rpm
- Tensión de fase: 254 V
- Tamaño: 20 mm

Botón: Actualizar motor

Figura 5. 1: Datos de placa del motor

Fuente: El Autor

Debemos sacar las medidas del estator el largo de núcleo, ancho, los diámetros de las ranuras, la cantidad de ranuras que tiene el estator, número de ranuras 48, longitud 12.5cm, lado opuesto de corana 75mm, lado de la conexión 8mm.



Datos del estator	
Cantidad de ranuras *	36
Tamaño de las ranuras en mm ² *	2710
Diámetro exterior en mm *	280
Largo del paquete en mm *	271
Espesor del diente en mm *	0.8
Altura de la corona en mm *	70
Densidad de flujo en T *	0.85

Resumen de datos:

- Flujo por polo calculado: 0.02142 Wb
- Flujo por polo aconsejado: 0.01672 Wb

Botón: Actualizar estator

Figura 5. 2: Datos de estator

Fuente: El Autor

5.2 Datos del bobinado

Los datos de la bobina como salidas, grupos por bobina 4, con los cinco hilos que llega el motor tendría un paso de 8, tiene 12 grupos. El tipo de ranura sería media, cantidad de ramas por fase, estos valores que le demos nos darán como resultado que tipo de conductores debemos usar y la corriente que pase por las fases.

The image shows a software interface for entering winding data. On the left, under the heading "Datos del bobinado", there are several input fields and dropdown menus:

- Pasos (separados por /, de menor a mayor) *: 8
- Corriente de línea en A *: 55
- Cantidad de estratos por ranura: Media ranura (doble)
- Densidad de corriente en A/mm² *: 13
- Cantidad de conductores en paralelo: 4
- Cantidad de ramas por fase *: 1
- Cantidad de grupos de bobinas por fase *: 4
- Longitud de una vuelta en mm: (empty)
- Búsqueda de inicios de fase (sólo para bobinados irregulares): Moderada (ángulos)

On the right, a grey box displays the results:

- Corriente de fase: 55 A
- Diámetros estandarizados de los conductores de fase:
 - 2 conductor/es de 1.100000 mm (0 kg)
 - 2 conductor/es de 1.200000 mm (0 kg)
 - Aproximación: 1.15 mm

Figura 5. 3: Datos del bobinado

Fuente: El autor

5.3 Diagrama del bobinado

Podemos observar que tenemos dos tipos de diagramas que serían el circular y lineal.

En el circular nos muestra como debe ir la bobina en una fase, nos muestra como debe ir la primera fase de la bobina al estator

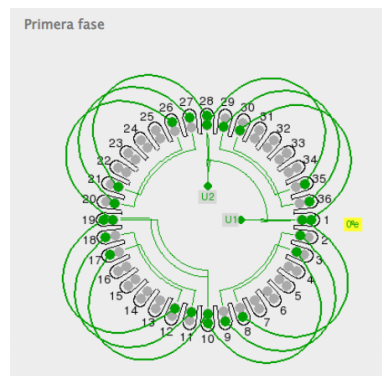


Figura 5. 4: Primera fase del diagrama

Fuente: El Autor

En la figura 5.3.2, se puede observar como van todas las fases en el estator del motor.

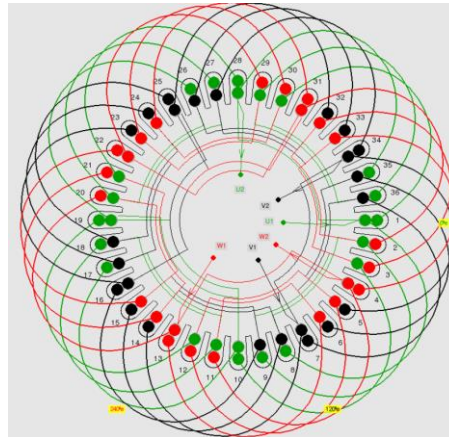


Figura 5. 5: Todas las fases en el estator

Fuente: El Autor

En el diagrama lineal podemos observar de la misma forma la primera fase de la bobina como se muestra en la figura 5.3.3.

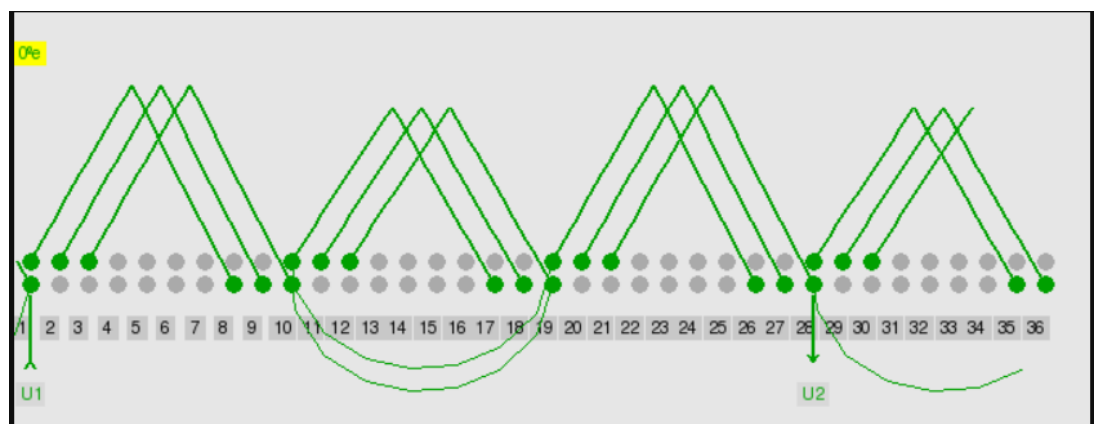


Figura 5. 6: Diagrama lineal de la primera fase.

Fuente: El Autor.

De la misma forma se visualiza todas las fases de la bobina de forma lineal.

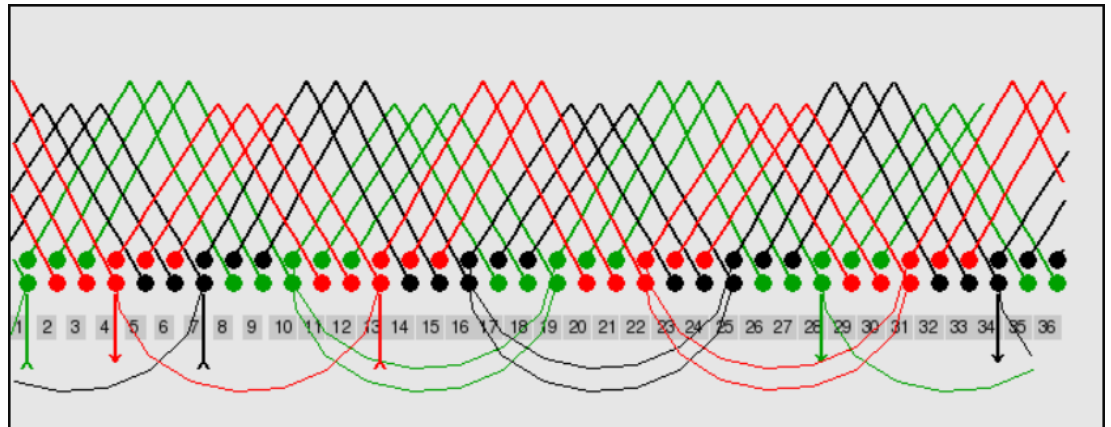


Figura 5. 7: Diagrama lineal de todas las fases.

Fuente: El Autor

Conclusiones

- Para evitar algún tipo de fallo en la maquina en una industria se debe cumplir con un plan de mantenimiento anual para evitar daños correctivos al motor, como sabemos el motor es una parte fundamental en una compañía.
- Se debe hacer un buen trabajo al momento de realizarlo, ya que estos equipos son muy delicados al momento de realizarlo. Por eso el trabajo lo debe realizar una persona calificada, habiendo hecho los cursos pertinentes para este tipo de trabajo.
- El simulador es una herramienta muy útil para la persona que lo sepa manejar, donde se puede almacenar los datos de las bobinas que ya se han realizado. Se puede visualizar distintos diagramas de las bobinas que se deben utilizar.

Recomendaciones

En el presente trabajo se describe la estructura de una bobinadora con simulador. La reconstrucción del motor eléctrico toma como punto de partida los problemas y consecuencias de las rebobinadoras tradicionales, es decir, fabricar bobinas con la ayuda de una rebobinadora manual de sobremesa, procurando que el motor de rebobinado sea acorde a sus parámetros. El propósito de este simulador es construir rebobinas que puedan ser máquinas vitales y fáciles de operar para que los técnicos de rebobinadoras se desempeñen de manera flexible y precisa al hacer juegos de bobinas. Se garantizará que los bobinados tengan el número y forma de vueltas exactos, garantizando así el funcionamiento del motor rebobinado.

Bibliografía

- Alvarado, J. (28 de 05 de 2015). *Rebinados. Principios Básicos*. Obtenido de Electricidad Junior Senati: <http://rebobinadosjuniorsenati.blogspot.com/2015/05/grupo-1.html>
- Ezequiel. (24 de 10 de 2018). *Maquinas y accionamientos eléctricos*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://www3.fi.mdp.edu.ar/electrica/maquinasyaccionamientos/subir/1.Teoria_apuntes_de_catedra/mae_2019_apunte_catedra7_continuacion_mti_metodos_de_arranque.pdf
- Farina, A. (04 de 2018). *Tipos de motores Eléctricos*. Obtenido de Biblioteca de Motores: https://www.editores-srl.com.ar/sites/default/files/ie330_farina_motores_electricos.pdf
- Motores eléctricos*. (20 de 02 de 2022). Obtenido de <https://www.transelec.com.ar/soporte/18450/que-es-un-motor-electrico-y-como-funciona/>
- Pinterest. (17 de 08 de 2002). <https://www.pinterest.com/pin/775393260815345613/>. Obtenido de <https://www.pinterest.com/pin/775393260815345613/>
- Pozueta, M. A. (2010). *chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://personales.unica.n.es/rodrigma/pdfs/constitucion%20maq%20elec.pdf*.

Pozueta, M. A. (2010).

<https://personales.unican.es/rodrigma/PDFs/constitucion%20maq%20elec.pdf>.

sdindustrial. (10 de 09 de 2021). *Motores Eléctricos*. Obtenido de <https://sdindustrial.com.mx/blog/motores-electricos/>

WEQ. (2012). *chrome-*

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgicclfindmkaj/https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h64/h9b/WEG-danos-en-los-bobinados-motores-trifasicos-50036032-brochure-spanish-web.pdf.



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Baldeon Silva Christian Andrés** con C.C: # 092669840-8 autor del Trabajo de Titulación: **Diseño y simulación para la reconstrucción de un motor trifásico de 4 Polos, 40HP, 3500RPM** previo a la obtención del título de **INGENIERO ELÉCTRICO-MECÁNICO** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 4 de septiembre del 2022

f. _____

Nombre: Baldeon Silva, Christian Andrés

C.C: 092669840-8



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Diseño y simulación para la reconstrucción de un motor trifásico de 4 Polos, 40HP, 3500RPM		
AUTOR(ES)	Baldeon Silva Christian Andrés		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	M. Sc. Heras Sánchez, Miguel Armando		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Eléctrico-Mecánico		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Eléctrico-Mecánico		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	4 de septiembre del 2022	No. DE PÁGINAS:	52
ÁREAS TEMÁTICAS:	Diagrama de conexión, reconstrucción de bobina nueva, simulación de la reconstrucción.		
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	Formón, Mellado, Homólogo Unívoco, Relevamiento		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>El propósito de este trabajo es dar a conocer a los lectores una manera eficiente de realizar un trabajo de reconstrucción de un motor eléctrico trifásico, con ayuda del simulador poder comprar los valores y corregir algún tipo de error que pudimos haber comido, con el buen manejo de este simulador que en cualquier taller eléctrico es muy importante. Es muy primordial mantener un equipo en buen funcionamiento y que no tenga problemas para que la industria pueda producir su producto de manera regular, sin ningún tipo de contra tiempo, por eso es necesario darles mantenimiento periódicamente a sus motores eléctricos.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593994804820	E-mail:	christian.baldeon@cu.ucsg.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Efraín Vélez Tacuri		
COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	Teléfono: +593994084215		
	E-mail: efrain.velez@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			