



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y
TECNOLÓGICA



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación

"CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE UN MOTOR Y CONTROLES
ELECTRICOS COMO PREVENCION DE RIESGOS EN LA INDUSTRIA"

INFORME DE MATERIA DE GRADUACION

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACION POTENCIA

Presentado por:

MIGUEL GEOVANNY QUIÑONEZ ESPAÑA

Guayaquil - Ecuador

2010



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y
TECNOLÓGICA



**"Criterios para la Selección de un Motor y Controles Eléctricos como
Prevención de Riesgos en la Industria"**

Autor: Miguel Geovanny Quiñónez España

Director de Tesis: Ing. Juan Gallo Galarza

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Km. 30.5 Vía Perimetral, 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador

mquinone@espol.edu.ec

httpd@espol.edu.ec

Resumen

Los motores eléctricos son una de las bases más importantes de la industria de hoy en día. De aquí radica la importancia al momento de elegir un motor eléctrico de manera adecuada tomando en cuenta los criterios adecuados.

La importancia de este trabajo radica en la inclusión de los factores eléctricos que afectan a un motor y sus controles debido a las repercusiones de los nuevos factores que se han presentado ya sea por nuevos equipos que se han añadido a los sistemas, al igual que las diferentes áreas de utilización donde hoy en día se instalan motores eléctricos, la ubicación del motor, el tipo de carga que va a mover el motor y el control a proteger, entre otros. También dentro de cada uno de los factores se indican las relaciones entre uno y otro así como lo que puede ocurrir en el caso que exista algún error o falla de algún tipo dentro de la máquina e incluso en el sistema que lo alimenta.

Palabras Claves: *Normas de seguridad eléctrica, Ubicación de motores eléctricos, Fallas en motores eléctricos, Peligros y riesgos eléctricos, Dispositivos de protección eléctrica.*

Abstract

The electrical engines are one of the most important bases of the industry of nowadays. Its here it takes root in the importance to the moment to choose an adequate electrical engine with the correct criteria.

The importance of this work is the incorporation of the electrical factors that concern an engine and his controls due to the repercussions of the new factors that they have presented already be for new equipments that have been added to the systems, as the different areas of utilization where nowadays they install electrical engines, the location of the engine, the type of charge that is going to move the engine and the control to protect, between others. Also inside each of the factors the relations are indicated between one and other one as well as what can happen in the case that exists some mistake or fault of some type inside the machine and even in the system that feeds it.

Key words: *Procedure of industrial safety, Location of electrical engines, Failures in electrical engines, Danger and electrical risks, Electrical protection devices.*



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



1. Normas de Aplicación

Las normas que son utilizadas como bases para el siguiente trabajo han sido divididas en dos partes, la primera trata sobre las normas que se aplican directamente a motores eléctricos trifásicos, la segunda parte son las normas que se han aplicado en cuanto a lo referente a controles y protecciones para motores eléctricos.

1.1 Normas Referentes a Motores Eléctricos

El tipo de motores tomados como base para el siguiente trabajo son los motores trifásicos jaula de ardilla, porque es el tipo de motor de uso común en la industria ecuatoriana.

Identificación de motores: todo motor eléctrico debe poseer una placa donde posea los datos de diseño y funcionamiento del mismo, el mismo que es proporcionado por el fabricante, comúnmente vienen impresos en placas metálicas de fácil acceso visual para el operario. Dentro de esta placa los datos según la norma NEC 430 inciso 7 que tienen que estar presente son: nombre del fabricante, voltaje, corriente de operación, revoluciones por minuto de la máquina, temperatura máxima de operación o en su caso clase de aislamiento de diseño del motor, frecuencia, potencia máxima (para motores mayores a 1/8HP debe ser expresada en KW), para motores mayores de 1/2HP el código de rotor bloqueado, letra de diseño de la máquina, entre otros datos.

Corrientes nominales y de fallas: dependiendo del diseño de cada tipo de máquina y gracias a las normas NEC 430 incisos 150 y 151B, podremos tener un conocimiento de las corrientes que van a tener los motores eléctricos durante su normal funcionamiento, corriente nominal, y las corriente de rotor bloqueado que serán utilizadas para determinar posteriormente las capacidades de los dispositivos de control y protección. En el inciso 150 encontraremos la tabla de corriente nominal de los motores

trifásicos, en cambio el inciso 151B obtendremos las tablas con el valor de corriente de rotor bloqueado dividida por su diseño y su potencia.

Ubicación de los motores eléctricos: La ubicación de los motores se encuentra regida por las normas NEC 430 incisos 14 y 16. En donde se indican la importancia y las precauciones al ubicar motores en diferentes zonas, tomando en cuenta si estos pueden ocasionar chispas dentro de ambientes explosivos, con cercanías a líquidos inflamables y a zonas con acumulaciones de polvo como lo especifica la norma NEC 430 inciso 16 *“En lugares donde el polvo o material que flote en el ambiente pueda depositarse sobre el motor o dentro del mismo en cantidades tales que afecten su ventilación o enfriamiento y, por consiguiente, puedan originar temperaturas peligrosas, se deben emplear motores tipo cerrados que no se sobrecalienten al trabajar en esas condiciones”*.

1.1. NORMAS REFERENTES A DISPOSITIVOS DE CONTROL Y PROTECCION PARA MOTORES ELECTRICOS

Equipos eléctricos y electrónicos para protección y control de los motores eléctricos: Las normas que se han utilizado como base para este subtema han sido las EN 60204-1 y la NFPA 79. La primera se encarga de describirlos requisitos para el equipo eléctrico de máquinas e instalaciones. La descripción abarca tanto medidas contra el contacto directo e indirecto de partes bajo tensión como códigos de colores de los conductores y elementos de manejo.

También se aplican normas de construcción del equipo y de los sistemas eléctricos y electrónicos de las máquinas fijas o móviles durante el funcionamiento, incluyendo un grupo de máquinas que trabajan conjuntamente de forma coordinada. La norma que rige estos aspectos es la EN 60204-1.

La segunda norma nos proporciona los requisitos mínimos para todos los componentes electrónicos que se utilizan especialmente en el



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



control y protección de los motores eléctricos de diferentes ámbitos como son la protección contra contactos directos e indirectos, protección contra sobreintensidad, sistemas de puesta a tierra entre otros.

Está regida en si por la Norma NFPA 79, que se podría decir es una norma equivalente a la EN 60204-1 para el ámbito de los Estados Unidos.

Identificación de controles y protecciones:

Todo dispositivo de control y protección debe poseer datos específicos que identifique al equipo que se encuentra protegiendo así como también las especificaciones propias del dispositivo según la norma NEC 430 inciso 8 los datos deberán ser: el nombre del fabricante, tensión, corriente, capacidad nominal en KW o en HP, en caso de ser un dispositivo de protección de sobrecorriente deberá especificar las indicaciones completas de protección de sobrecarga, máxima corriente de cortocircuito, lo mismo se solicita para protecciones de fallas a tierra.

Tipo de carga a controlar o proteger: Los dispositivos de control han sido divididos de acuerdo al tipo de carga que van a proteger o controlar, la norma IEC en su inciso 947, dispone de todo lo referente a este tipo de dispositivos y su clasificación de acuerdo al tipo de carga a proteger.

Corrientes para ajustes de protecciones: La norma NEC 430 inciso 151B encontraremos los valores de corriente de rotor bloqueado que toman diferentes clases de motores trifásicos eléctricos como la B, C, D y E en diferentes potencias, las mismas que nos ayudarán a determinar los niveles de ajustes de protección para la máquina. La tabla 151B se presenta a continuación:

2. Peligros y Riesgos Eléctricos

Los principales peligros y riesgos dentro de la selección de un motor que se nos pueden presentar se pueden dividir en 2 tipos, ya sea la existencia de chispas en el motor o calentamiento del mismo. En cualquiera de los casos, es un indicador del mal funcionamiento del motor o en su sistema control.

La aparición de chispas puede llegar a ocasionar un incendio si el motor se encuentra dentro de

un ambiente explosivo o en condiciones particulares que conlleven al mismo hecho. En cambio con respecto al calentamiento, éste puede ir deteriorando poco a poco el aislamiento y las diferentes partes constitutivas del motor reduciendo la vida útil del mismo.

CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE UN MOTOR COMO PREVENCIÓN DE RIESGOS ELECTRICOS

La principal razón para la selección correcta de un motor dentro de una industria es el de que realice un trabajo de manera óptima sin que nos presente problemas en su funcionamiento en poco tiempo. Para lo cual vamos a considerar los siguientes criterios para su selección

2.1.1. Tipo de sistema con el que cuenta la empresa

En casi todas las empresas industriales poseen sistemas trifásicos, normalmente utilizados para la conexión de los motores eléctricos, también existen ciertas áreas en las cuales tenemos únicamente sistemas monofásicos.

2.1.2. Voltaje dentro de las instalaciones de la empresa.

Debemos de tomar en cuenta el nivel del voltaje con el que se trabaja en la empresa para poder solicitar uno de las características exactas. Y de esta manera que la potencia del motor al momento de realizar su trabajo sea la correcta, para no esforzar la máquina y sus componentes internos.

2.1.3. Frecuencia

La frecuencia se considera especialmente para poder obtener un valor correcto en la velocidad del motor. La frecuencia en Ecuador es de 60Hz. Cabe recalcar que los sistemas electrónicos ocasionan ciertos desbalances en la frecuencia por lo que se recomienda que los ramales de los motores sean independientes a los de las computadoras y otros equipos electrónicos de este tipo, causantes de este problema.

2.1.4. Condiciones del ambiente de trabajo del motor

El ambiente donde el motor va a ser ubicado debe estar especificado en los criterios tomando



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



en cuenta la altura sobre el nivel del mar al cual se encontrará, esto se aplica para alturas mayores a los 1000m sobre el nivel del mar, temperatura de su entorno o ambiente donde va a estar ubicado el motor, de esto dependerá la clase NEMA con el que contará el motor.

2.1.5. Carga a mover por el motor

Se debe realizar un correcto dimensionamiento de la carga que el motor va a mover para poder solicitar uno con la potencia necesaria para dicho trabajo. En el caso de una sobrecarga en el motor se debe considerar la temperatura que va a llegar a soportar los conductores en especial si estos se encuentran dentro de canaletas con un agrupamiento determinado.

2.1.6. Tipo de arranque del motor

Deberemos tomar en cuenta el tipo de arranque que seleccionaremos para el motor considerando que los diferentes arranques poseen una disminución en el torque de arranque y repercutirá en la potencia de arranque.

2.1.7. Velocidad de trabajo del motor

La velocidad dependerá de las necesidades de la empresa y del trabajo que el motor realizará. En el caso de estar en una cadena de trabajo deberá ser considerado en igual proporción con los otros ya instalados o diseñados, en caso de ser toda una instalación nueva.

3. Mecanismos de protección y control de Seguridad

3.1. Selección de dispositivos de protección y control para motores eléctricos

En vista que tenemos diferentes factores que podrían ir deteriorando de manera paulatina la vida útil de nuestros motores eléctricos, procederemos a explicar diferentes dispositivos para su protección y control, así como también de qué factores dependerá su ajuste y selección. Según la Autoridad de los Servicios Públicos de Panamá estadísticamente nos indica que a nivel mundial las causas de fallas más comunes en los motores eléctricos son las siguientes:

Tabla 3.1: Fallas en motores eléctricos más comunes

TIPO DE FALLA	PORCENTAJE DE QUE OCURRA
Sobrecarga	30%
Pérdida de una fase	14%
Contaminantes	19%
Fallas en los rodamientos	13%
Envejecimiento	10%
Fallas en el rotor	5%
Otras causas	9%
Total	100%

De aquí podemos concluir que aproximadamente el 44% de las fallas se deben principalmente al sobrecalentamiento del motor eléctrico. Por lo que es recomendable que el motor posea las debidas protecciones para prevenir este tipo de fallas, pero desde el punto de vista económico puede resultar imposible el colocar una protección para cada tipo de falla por lo que es recomendable un estudio detallado del sistema y de las condiciones del ambiente para realizar una protección económicamente óptima.

3.1.1. Protección contra el bajo voltaje

En esta condición, el motor recibe un voltaje menor al que necesita para trabajar de manera óptima lo que repercute en la potencia de salida del mismo, haciendo que el motor trabaje de manera forzada pudiendo llegar hasta detenerse por completo ocasionando un recalentamiento de las bobinas del motor. La protección adecuada contra esta condición es la ubicación de un relé de bajo voltaje, que es un dispositivo con la capacidad de desconectar el motor del suministro de energía, pero con la capacidad de restablecer el suministro cuando el voltaje entregado por la empresa eléctrica sea el adecuado con un tiempo de espera determinado para su reconexión.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



3.1.2. Protección contra la reconexión automática del sistema de distribución

Esta es una condición peligrosa principalmente cuando el motor que operan con carga continua como por ejemplo los compresores, esto es debido que al operar con grandes cargas la reenergización inmediata puede ocasionar un sobrecalentamiento de los elementos internos del motor principalmente en los componentes de sus bobinas, provocando una disminución en la vida útil del motor y pudiendo llegar a ocasionar que el motor se quemé.

3.1.3. Protección contra desbalances de voltaje

El subcapítulo 2.3.4 se ha tratado el estudio sobre los desbalances de voltaje y corriente, extrayendo del mismo que el principal efecto de los desbalances de voltaje y corriente es el aumento considerable en ciertos casos de la temperatura del motor, causando un deterioramiento de los elementos internos en especial a las bobinas y sus componentes. Por lo que se recomienda la instalación de un relé de desbalance trifásico, o también llamado de secuencia negativa, dispositivo que se encarga de desconectar la alimentación del motor en caso de un desbalance considerable del sistema de alimentación. La mayoría de estos dispositivos vienen con diferentes niveles tanto de voltaje como de un margen para poder considerar como aceptable el desbalance que se presente en el sistema.

3.1.4. Protección contra la pérdida de una fase

Considerada como la peor falla que puede soportar un motor eléctrico, debido a que si no esta falla no es despejada a tiempo el motor se quemará de manera instantánea. La principal fuente para la presencia de esta condición es cuando un fusible se quema dejando al motor funcionando con dos fases únicamente, por lo que los devanados se sobrecalentarán induciendo un deterioro más rápido que condiciones anteriores. La protección para esta condición es un relé de pérdida de fase, dispositivo que dejará al motor sin alimentación hasta que las condiciones vuelvan a la normalidad.

3.1.5. Protección contra la inversión de fase

Esta condición ocasiona que la rotación del motor sea en el otro sentido, lo cual puede causar lesiones al personal que opera la máquina así como también desperfectos al equipo. El dispositivo de protección para esta condición es el relé de protección de inversión de fase, el que desconectará al motor del sistema eléctrico en el instante que se ocasione una inversión de fase.

3.1.6. Protección contra sobrecorriente

Esta condición se presenta principalmente cuando por diferentes causas se ocasiona un cortocircuito en el motor, el lugar donde normalmente se pueden presentar los cortocircuitos es en los devanados, debido a la acumulación de polvo u otros agentes que deterioran los materiales aislantes y de impregnación, también se pueden presentar en la caja de conexiones pero muy raras veces esto ocurre. Esto se puede prevenir mediante la adecuada planificación de mantenimientos preventivos. El dispositivo que protege al motor contra esta condición es el relé de sobrecorriente, se encarga de dar una alarma cuando existe presencia de sobrecorriente.

3.1.7. Protección contra sobrecarga

Esta condición cuando el motor trabaja con una carga mayor a la de sus especificaciones; es decir, la curva de carga supera a la de torque del motor. Ocasionando un aumento en la temperatura y por consiguiente un deterioramiento en los elementos del motor. El dispositivo de protección para esta condición es un relé de sobrecarga, el mismo que se encargará de desconectar al motor del sistema eléctrico cuando esta condición se presente.

3.2 Criterios de Selección de controles y protecciones para motores eléctricos

Los dispositivos de control y protección para su correcta selección deben estar amparados en los siguientes criterios que a continuación se los detalla

3.2.1. Tipo de corriente, tensión de alimentación y la frecuencia

Estos dispositivos vienen fabricados para corriente alterna como continua dependiendo del tipo de labor que van a realizar, por lo tanto se debe tener precaución al momento de trabajar



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



con estos equipos en solicitar y verificar que el asignado al diseño es el que se necesita. Esta cautela se debe tener principalmente al momento de la instalación.

3.2.2. Potencia nominal de la carga

La potencia nominal será determinada por la potencia del motor, recordemos que esto debe ir de acuerdo a la carga que el motor va a mover. Por lo tanto este valor de la potencia dependerá directamente de la potencia del motor, y su correcto dimensionamiento tomando en cuenta los factores que pueden afectar el desempeño del mismo.

3.2.3. Condiciones de servicio

Existen industrias en las cuales sus motores entran en funcionamiento varias veces al día y de manera repetitiva, ocasionando que los dispositivos de control trabajen con corrientes elevadas tanto de corte como de arranque. De igual manera existen equipos que su labor dentro de la industria ocasiona que sean encendidos pocas veces durante el día es decir un uso de tipo medio, y otros casi nulo.

3.2.4. Tipo de circuito

El circuito que va a alimentar puede ser el de potencia o para el de control, a partir de este segundo se tiene también en cuenta si el número de contactos auxiliares que se necesitan en el mismo dispositivo o anexo a este.

3.2.5. Categoría de empleo

La norma IEC 947 se ha encargado de definir que dependiendo el tipo de carga que va a energizar, controlar o proteger un equipo se deberá utilizar un diseño en especial. En el subcapítulo 4.1.7 se ha incluido la categoría de empleo de los contactores, dicha clasificación está dentro de la norma IEC 947.

3.3. Posibles consecuencias y problemas en la selección de un dispositivo de control.

Como en el caso de los motores, los dispositivos de control también pueden ocasionar problemas tanto al equipo mismo como a la industria frente al caso de haber sido elegido de manera errónea. Las posibles consecuencias se presentan a continuación.

3.3.1. Selección errónea del tipo de corriente, tensión de alimentación o frecuencia

Los dispositivos que vienen diseñados para trabajar con corriente continua no funcionan con corriente alterna, esto no ocurre en todos los dispositivos son pocos los modelos que vienen con la capacidad de trabajar con ambos tipos de corrientes. Pero en el caso que el dispositivo no sea de este tipo, lo que ocurrirá es que no funcione de manera correcta para la función que fue diseñado.

En el nivel de tensión si es de un dispositivo con un diseño de mayor tensión al de la red, lo que ocurrirá que no funcionará de manera correcta. Pero en el caso que sea de menor tensión al de la red de alimentación, el dispositivo quedará inhabilitado porque su bobina recibirá niveles de voltaje para el que no fue diseñado, provocando que la misma se quemé.

3.3.2. Selección errónea de la potencia de carga

En el caso de elegir de manera errónea la potencia de carga del dispositivo de control o de protección, se deteriorará a mediano o corto plazo, especialmente en las partes que soportan las corrientes del mismo. Provocando que deba ser cambiado de manera casi inmediata. Por ejemplo en el caso del contactor, los contactos se destruirán debido a que la corriente para el que fueron diseñados es muy pequeña para la que están soportando.

3.3.3. Selección errónea de la condición de servicio

Si la elección de la condición de servicio es errónea de una de uso extremo por uno de duro, normal o ligero uso, ocasionará que el dispositivo se deteriore en poco tiempo cosa que no ocurre en el caso que la elección sea de manera inversa, pero en ese caso tendremos problemas con los costos del mismo, debido a que un dispositivo de uso extremo tiene un mayor costo porque sus componentes están diseñados para este tipo de servicio, relación con uno de ligero uso.

3.3.4. Selección errónea en el tipo de circuito

Un dispositivo de control no puede ser utilizado por un dispositivo de potencia, en primer lugar las corrientes para el cual es diseñado el de



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



control son menores a los de potencia por lo tanto sus componentes son de inferior calidad. Por lo tanto bajo ningún criterio se recomienda el uso de uno por otro.

3.3.5. Selección errónea de la categoría de empleo

Esta clasificación diseñada por el IEC, ha sido basada mediante experimentos en laboratorios y en la industria. Razón por la cual se ha diseñado un tipo de dispositivo para cada tipo de dispositivo de control y protección. Por lo tanto resultará imposible el usar un dispositivo categoría AC1 en lugar de uno categoría AC4, debido a sus componentes internos que han sido diseñados para un uso determinado.

4. CONCLUSIONES

1. Las normas eléctricas están dictadas tanto para el fabricante como para el instalador del motor, dichas normas fueron creadas para salvaguardar tanto la vida de los equipos como la del personal. En nuestro país la norma base es el NEC, la cual es utilizada para las instalaciones de diferentes índoles.
2. La clasificación NEMA utilizada en este trabajo nos indica la clase de motor, esto es, las características termales que el motor podrá soportar.
3. Motores con presencia de chispas no deberán ser ubicados por ningún motivo en ambientes especiales o explosivos.
4. Los criterios mostrados en el capítulo 3 son los más importantes, en caso que el diseñador observe la conveniencia de añadir uno que otro factor aparte de los indicados lo puede hacer siempre y cuando dicho factor este afectando en presente o a futuro al motor y su correcto funcionamiento.
5. Al seleccionar algún mecanismo de control deberá de seleccionarse el más idónea tomando en cuenta el trabajo que está realizando y que lo pueda continuar realizando de manera satisfactoria.
6. Existen diferentes formas de variar la velocidad del motor, el diseñador deberá

seleccionar la adecuada acorde a sus necesidades.

7. Todo motor deberá tener sus protecciones adecuadas o en el peor de los casos sólo la protección de sobrecarga y de puesta a tierra para salvaguardar la vida útil del motor y la del personal, respectivamente.

8. En caso de limpieza interna o de ciertas partes del motor, deberá ser realizada con equipos y materiales que sean los adecuados para no deteriorar dichas partes y que posteriormente no cumplan su objetivo.

9. Se puede concluir que si en algún caso no se encuentra en el mercado un motor de cierta clase y características se puede seleccionar uno de una característica y clase superior siempre que cumpla con las especificaciones para el trabajo a realizar.

10. También podemos concluir que todo motor debe poseer una hoja de vida en la cual se especifique tanto sus respectivos mantenimientos, características de funcionamiento normal así como también sus fallas y reparaciones. Esto ayuda a determinar los esfuerzos de dicha máquina y su deterioro.

5. RECOMENDACIONES

1. Al momento de la selección idónea de un motor es recomendable que el diseñador debe de tomar en cuenta todos los factores tanto internos, externos como indirectos e indirectos que afectan en la vida útil y correcto funcionamiento del motor pero por ser imposible y económicamente costoso el diseñador deberá estudiar de manera detallada los principales riesgos que posee dentro de la industria y colocar la protección adecuada para dichos riesgos.
2. En caso de calentamiento exagerado por parte de algún motor, inmediatamente deberá ser examinado para evitar futuros problemas o que el motor se deteriore más de lo que al momento deberá estar.
3. Para la industria química o petrolera se recomienda que se utilicen motores con carcasa



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



totalmente cerrada o antiexplosivos debido a su ambiente de trabajo y el riesgo que pueden ocasionar estos.

4. Al momento de seleccionar algún tipo de arrancador, el diseñador debe tomar en cuenta las características de torque, potencia y velocidad de cada uno, y relacionarlas con las características propias del motor y de la carga a mover o trabajo a realizar.

5. Se recomienda realizar mantenimiento preventivo por lo menos cada 6 meses o según lo considere el ingeniero a cargo del área de mantenimiento. Esto dependerá del tiempo de trabajo diario del motor y el esfuerzo mecánico que a su consideración se está efectuando.

6. Al momento de realizar una reconstrucción total o parcial de los bobinados, el ingeniero deberá verificar o hacer conocer las temperaturas al cual el motor se encuentra trabajando para que se utilicen los materiales adecuados, esto a pesar que en la placa indique pero es un factor de seguridad porque no todos los eléctricos tienden a revisar dichas características.

6. BIBLIOGRAFIA

- RAMIREZ VASQUEZ JOSE, “Enciclopedia CEAC de Electricidad”, Barcelona, 1983, 4ª Edición.
- ELECTRICAL APPARATUS SERVICE ASSOCIATION INC., “Normas EASA”, USA, 1995
- NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION, “NEMA MOTOR STANDARDS”, USA, 2005
- PROCTOR Y. DAVID, “TRANSACTIONS ON INDUSTRY APPLICATIONS”, USA, 1984
- AGUSTIN CISA, “Comando y protección de motores eléctricos”, Uruguay, 2009

- FERNANDO COBELO, “Protección de Motores eléctricos”, España, 2007
- ELECTROINSTALADOR, “Aplicaciones y fallas de los motores eléctricos”, Argentina, 2009
- ROBERTO VELTRI, “Estudio teórico de las aplicaciones que tienen los principales motores eléctricos, y algunas de las fallas que en ellos se presentan”, Venezuela, 2005
- NEC, “National Electrical Code”, USA, 2002
- RAYMOND, DYMOND AND MISTRY, “Design of increased safety electrical machine: Development activities and certification testing”, USA, 2000
- WEG, “Selección y aplicación de motores eléctricos”, USA, 2007
- JUAN C. HIDALGO B. “Análisis de falla de motores eléctricos”, COSTA RICA, 2003

7. PAGINAS WEB

- http://www.bobinadoselectrotecnisol.com/pdf/catalogo_fallas.pdf
- <http://electricidad-viatger.blogspot.com/2008/05/los-motores-elctricos-en-corriente.html>
- http://www.confiableidad.net/art_06/estimando_la_vida_del_motor_electrico.htm
- http://rapidshare.com/files/57971084/NEC_C_digo_El_ctrico_Nacional_2002.rar
- <http://www.electricidadbasica.net/conductores2.htm>
- www.quality-energy.com
- <http://www.bacharach-training.com/norm/protecting.htm>