

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE TECNOLOGIA



CARRERA DE ELECTRICIDAD

INFORME TRABAJO DE APLICACION

“TABLERO DE CONTROL CON MOTORREDUCTOR DE UNA LAVADORA INDUSTRIAL (INVERSION DE GIRO)”

POR: JAIME OJEDA AYALA

TRIBUNAL: LIC. CARLOS MORALES RIOS

LIC. FREDDY PARISACA

LIC. JULIO MEJIA FLORES

GESTION 2017

LA PAZ – BOLIVIA

DEDICATORIA

A Dios, por darme fortaleza y sabiduría, a mi adorada y abnegada Madre, a cada uno de mis familiares y al amor de mi vida Alejandrina e hijos Mathias y Roció que me apoyaron para culminar este logo en momentos decisivos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Mayor de San Andrés, a la Facultad de Tecnología y la carrera de ELECTRICIDAD.

A mis Docentes por compartir sus conocimientos y compañeros por compartir gratos momentos.

A director de la carrera de Electricidad Licenciado Eduardo Quinteros y Grover Esteves por su apoyo.

INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	I
AGADECIMIENTOS.....	II
INDICE.....	III
INDICE DE FIGURAS	IV
Resumen.....	V

ÍNDICE

1. Planteamiento del problema.....	1
2. Justificación.....	2
3. Objetivos.....	3
3.1. Objetivo general.....	3
3.2. Objetivos específicos.....	3
4. Marco teórico.....	5
4.1 Lógica cableada.....	5
4.2 Guarda motor.....	6
4.3 Contactor.....	7
4.4 Temporizador.....	10
4.5 Pulsadores e interruptores.....	10
4.5.1 Micro interruptor.....	11
4.6 Motores eléctricos.....	11
4.6.1 Definición.....	11
4.6.2 Partes de un motor eléctrico.....	12
4.6.3 Clasificación de los motores de corriente alterna.....	13
4.6.4 Motores de corriente alterna síncronos.....	14
4.6.5 Motores de corriente alterna asíncronos.....	15
4.6.5.1 Principio de funcionamiento.....	16
4.6.5.2 Deslizamiento.....	17
4.6.5.3 Velocidad.....	18
4.6.5.4 Perdidas de energía y eficiencia.....	18
4.6.5.5 Eficiencia.....	20
4.6.5.6 Factor de carga.....	20

4.6.5.7	Datos de placa.....	21
4.7	Selección de elementos de control, protección de motores.....	22
4.7.1	Selección de contactores.....	23
4.7.2	Selección de protecciones.....	25
4.7.3	Selección del calibre del cable.....	26
4.8	Condiciones físicas y ambientales.....	28
4.9	Inversión de giro.....	28
5	Desarrollo del trabajo.....	29
5.1	Descripción del trabajo.....	29
5.2	Circuito de fuerza.....	30
5.3	Circuito de control.....	32
5.4	Materiales empleados.....	34
6	Conclusiones.....	35
7	Bibliografía.....	35

INDICE DE FIGURAS

Figura #1	símbolo representativo de un guarda motor.....	6
Figura #2	símbolo representativo de los contactores.....	7
Figura #3	partes del contactor.....	10
Figura #4	partes del motor.....	12
Figura #5	deslizamiento y corriente en función de la carga.....	17
Figura #6	perdida de un motor eléctrico.....	18
Figura #7	datos de placa de los motores.....	22
Figura #8	factores para elegir el cable.....	27
Figura #9	foto del tablero de control didáctico.....	29
Figura #10	motorreductor junto a los micro interruptores.....	30
Figura #11	circuito de fuerza para motor monofásico.....	31
Figura #12	circuito de fuerza para motor trifásico.....	32
Figura #13	circuito de control.....	34

RESUMEN

Los procesos industriales a través de los años han dado un avance espectacular en la industria. Todo ello ha sido posible gracias a un serie de factores entre los que se encuentran las nuevas tecnologías en el campo mecánico o industrial y sobre todo el control y la regulación de sistemas y procesos esto ha llevado a encontrar nuevas formas de combinarlas para solucionar problemas industriales, de una forma pero con diferentes equipos o elementos.

Sabemos que la automatización industrial es la ejecución de procesos controlados mecánica o electrónica a su vez aumentando la producción, todo ello nos ha llevado a realizar este proyecto conjugado todo expuesto, planteamos un problema y solucionarlo.

Controlar mediante un pequeño motorreductor en el tablero de control y llevarlo hacer tareas específicas como la inversión de giro con un tiempo para que pierda la inercia al momento de invertir el giro aplicado en lavadoras industriales.

Los fundamentos de motorreductor y los elementos que invierten en el desarrollo del proyecto, así como conceptos generales de autómatas cableados.

Este proceso también se puede realizar con micro controlador y PLC pero en ambientes críticos su duración de vida sería corta y resultaría más caro.

SUMMARY

Industrial processes over the years have made a spectacular breakthrough in the industry. All this has been possible thanks to a series of factors among which are new technologies in the mechanical or industrial field and especially the control and regulation of systems and processes this has led to find new ways to combine them to solve industrial problems , in a way but with different equipment or elements.

We know that industrial automation is the execution of mechanical or electronic controlled processes in turn increasing production, all this has led us to carry out this project together all exposed, we pose a problem and solve it.

Control using a small gearmotor in the control panel and take it to do specific tasks such as turning investment with a time to lose the inertia at the time of reversing the turn applied in industrial washing machines.

The fundamentals of gearmotor and the elements that invest in the development of the project, as well as general concepts of wired automata.

This process can also be done with timers, microcontroller and PLC but it is more expensive.

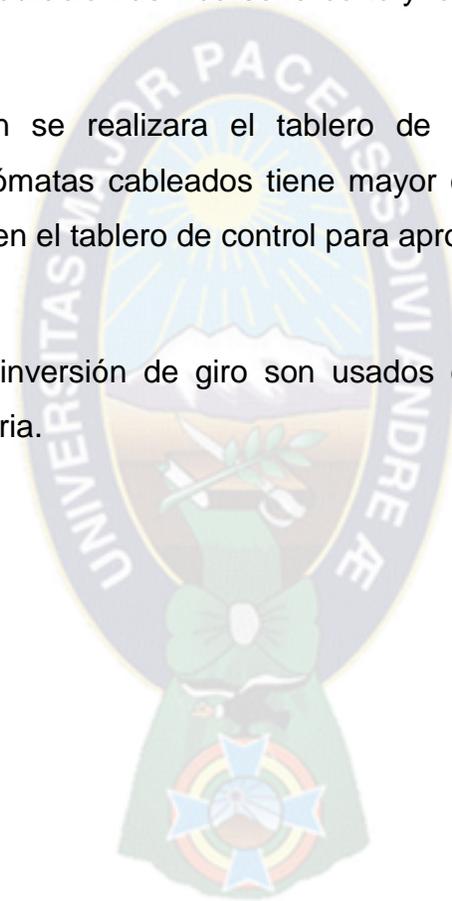
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La mayoría de las industrias incorpora a sus procesos una infinidad de elementos estos sean mecánicos como eléctricos, electrónicos o neumáticos, los mismos que cumplen funciones para llegar al cumplimiento de su cometido final, esto es de realizar acción concreta de acuerdo al tipo de proceso a tratarse.

Por lo que ambientes críticos de humedad u otros factores la utilización de controladores y PLC su duración de vida sería corto y lo cual llevaría a una mayor inversión.

Para nuestra aplicación se realizara el tablero de control de una lavadora industrial, mediante autómatas cableados tiene mayor confiabilidad utilizando un pequeño motorreductor en el tablero de control para aprovechar su bajo revolución de 2.5 rpm.

El método de realizar, inversión de giro son usados en una gran variedad de aplicaciones en la industria.



3. JUSTIFICACION

Se aplicara los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en el aula, aplicando a la lógica cableada realizando el proceso de control.

El uso de micro interruptores y un pequeño motorreductor a su velocidad reducida por sus engranajes de 2.5 rpm. Nos permite utilizar esa baja revolución acoplado una pieza de teflón torneada para que mande señal mediante los micro interruptor a los contactores así controlar la inversión de giro sin producir la contra corriente en el motor, porque la pieza torneada cuando gire activara un micro interruptor y al contactor pasado unos segundos deja de activar para que el motor pierda su velocidad y no pueda producir una inversión de giro brusco y no produzca la contra corriente, a medida que sigue girando el motorreductor activa el otro micro interruptor de manera que invierte el giro del motor, durante un determinado tiempo que sea necesario, controlado por un temporizador.

Crea automatismos rígidos, capaces de realizar una serie de tareas en forma secuencial, sin posibilidad de cambiar variables y parámetros, si se ha de realizar otra tarea será necesario realizar un nuevo diseño.

Usado en distintas aplicaciones industriales la inversión de giro a un menor costo y ahorro de energía.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

- Efectuar la aplicación del uso del motorreductor asociado al circuito de control por contactores y micro interruptor realizando inversión de giro que aplica en procesos en la industria.

4.2 Objetivos específicos

- Establecer a los equipos que aremos uso, de forma que sostenga un conocimiento necesario para poder hacer uso de ellos.
- Aplicación del motorreductor en el tablero de control de una lavadora industrial.
- establecer automatismos rígidos capaces de adaptarse a condiciones, extremas tales como temperatura, humedad, nivel de polvo y corrosión.
- Demostrar que la carga se detenga e invierta el giro sin producir la contra corriente en el motor.

5. MARCO TORICO

5.1 LOGICA CABLEADA

Lógica cableada o lógica de contactos, es una forma de realizar controles, en el que el tratamiento de datos (botonería, finales de carrera, sensores, presostatos, etc.), se efectúa en conjunto con contactores o relés auxiliares, frecuentemente asociados a temporizadores y contadores.

La lógica cableada industrial consiste en el diseño de automatismo con circuitos cableados entre contactos auxiliares de relés electromecánicos, contactores de potencia, relés temporizados, diodos, relés de protección, válvulas oleo-hidráulicas o neumáticas y otros componentes. Los cableados incluyen funciones de comando y control, de señalización de protección y de potencia. La potencia además de circuitos eléctricos comprende a los circuitos neumáticos (mando por aire a presión) u oleo hidráulicos (mando por aceite por presión). Crea automatismos rígidos, capaces de realizar una serie de tareas en forma secuencial, sin posibilidad de cambiar variables y parámetros. Si se ha de realizar otra tarea será necesario realizar un nuevo diseño. Se emplea en automatismos pequeños, o en lugares críticos, donde la seguridad de personas y maquinas, no puede depender de la falla de un programa de computación.

En sistemas mayores también se emplea se emplea el autómeta programable, entre los que se encuentran los PLC controlador lógico programable, la UTR unidad terminal remota o los relés programables, o computadoras o servidores de uso industrial. Estos autómetas no se programan en lenguajes tradicionales como cualquier computador se programa en ladder, lenguaje en cual las instrucciones no son otra cosa que líneas de lógica cableada. Así el conocimiento de la lógica cableada es fundamental importancia para quien programa un autómeta programable o PLC. La lógica cableada más que una técnica, hoy en día constituye una filosofía que permite estructurar circuitos en forma ordenada, prolija y segura, sea en circuitos cableados o programados.

A continuación se describen los elementos, circuitos básicos y la filosofía comúnmente empleada en la lógica cableada. Los dibujos de los componentes presentados no siguen una normativa en particular.

5.2 GUARDA MOTOR

Los interruptores automáticos de motor utilizan el mismo principio de protección que los interruptores magnéticos. Son aparatos diseñados para ejercer hasta cuatro funciones:

- Protección contra sobrecargas.
- Protección contra cortocircuito.
- Maniobras normales manuales de cierre y apertura.
- Señalización

Este tipo de interruptores, en combinación con un contactor, constituye una solución excelente para la maniobra de motores, sin necesidad de fusibles de protección.

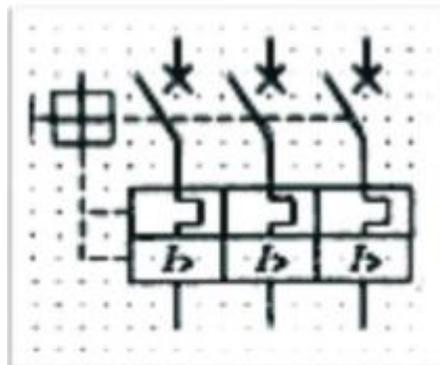


Figura #1 Símbolo representativo de un guarda motor

Estos interruptores disponen de una protección térmica. Cada uno de los tres polos del interruptor automático dispone de un disparador térmico de sobre carga consistente en unos bimetales por los cuales circula la intensidad de corriente del motor del motor. En caso de una sobre carga el disparo se produce en un tiempo definido por su curva característica.

5.3 CONTACTOR

Es un contactor es un aparato eléctrico de mando a distancia, que puede cerrar o abrir circuitos, ya sea en vacío o en carga. Es la pieza clave del automatismo en el motor eléctrico.

Su principal función aplicación es la de efectuar maniobras de apertura y cierre de circuitos relacionados con instalación de motores.

Un contactor está formado por una bobina y unos contactos, que pueden estar abiertos o cerrados, y que hacen de interruptores de apertura y cierre de la corriente en el circuito.

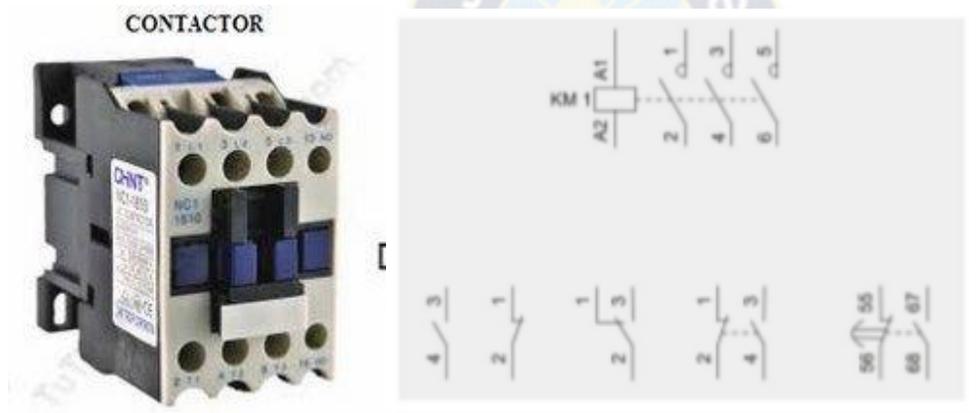


Figura #2 Simbolo representativo de los relés o contactores

La bobina es un electroimán que acciona los contactos cuando le llega corriente, abriendo los cerrados y cerrando los contactos abiertos. Cuando le deja de llegar corriente a la bobina los contactos vuelven a su estado de reposo.

En el contactor real los contactos de conexión de la bobina se llaman A1 y A2 siempre. Los contactos de los circuitos de salida o de fuerza se llaman 1-2, 3-4, etc. y los contactos auxiliares suelen llamarse con número de 2 cifras, por ejemplo 13-14.

Partes del contactor

- Carcasa: Es el soporte fabricado en material no conductor, con un alto grado de rigidez y rigidez al calor, sobre el cual se fijan todos los componentes conductores del contactor.
- Electroimán: Es el elemento motor del contactor. Está compuesto por una serie de elementos cuya finalidad es transformar la energía eléctrica en magnetismo, generando un campo magnético muy intenso, el cual a su vez producirá un movimiento mecánico.
- Bobina: Es un arrollamiento de alambre de cobre muy delgado y un gran número de espiras, que al aplicarle tensión genera un campo magnético. El flujo magnético produce un electro electromagnético, superior al par resiste de los muelles (resortes) que separan la armadura del núcleo, de manera que estas dos partes pueden juntarse estrechamente. Cuando una bobina se energiza con AC la intensidad absorbida por esta, denominada corriente de llamada, es relativamente elevada, debido a que en el circuito prácticamente solo se tiene resistencia del conductor. Esta corriente elevada genera un campo magnético intenso, de manera que el núcleo puede atraer a la armadura, a pesar del gran entrehierro y la resistencia mecánica del resorte o muelle que los mantiene separados en estado de reposo. Una vez que se cierra el circuito magnético, al juntarse el núcleo con la armadura, aumenta la impedancia de la bobina, de tal manera que la corriente de llamada se reduce considerablemente, obteniendo de esta manera una corriente de mantenimiento o trabajo mucho más baja.
- Núcleo: Es una parte metálica de material ferromagnético, generalmente en forma de E, que va fijo en la carcasa. Su función es conectar y aumentar el flujo magnético que genera la bobina (colocada en la columna central del núcleo), para atraer con mayor eficiencia la armadura.
- Armadura: Elemento móvil, cuya construcción se parece al del núcleo, pero sin espira de sombra, su función es cerrar el circuito magnético una vez energizada la bobina, ya que en este estado de reposo debe estar separado del núcleo, por acción de un muelle. Este espacio de separación se denomina entre hierro.

Las características del muelle permiten que, tanto el cierre como la apertura del circuito magnético, se realicen en forma muy rápida (solo unos 10 milisegundos). Cuando el par resistente del muelle es mayor que el par electromagnético, el núcleo no logra atraer la armadura o lo hará con mucha dificultad. Por el contrario, si el par resistente del muelle es demasiado débil, la separación de la bobina no se producirá con la rapidez necesaria.

Son elementos conductores que tienen por objeto establecer o interrumpir el paso de la corriente en cuanto la bobina se energice. Todo contacto está compuesto por tres conjuntos de elementos:

- Contactos principales: su función es establecer o interrumpir el circuito principal, consiguiendo así que la corriente se transporte desde la red a la carga.
- Simbología: se referencian con una cifra del 1 al 16.
- Contactos auxiliares: son contactos cuya función específica es permitir o interrumpir el paso de la corriente de las bobinas de los contactores o los elementos de señalización, por lo cual están dimensionados únicamente para intensidades muy pequeñas de corriente.

En su simbología aparecen con dos cifras donde la unidad indica:

- 1 y 2 contactos normalmente cerrados, NC.
- 3 y 4 contactos normalmente abiertos, NC.
- 5 y 6 contactos NC de apertura temporizada o de protección.
- 7 y 8 contacto NA de cierre temporizado o de protección. La cifra de las decenas indica el número de orden de cada contacto en el contactor. En un lado se indica a que contactor pertenece.

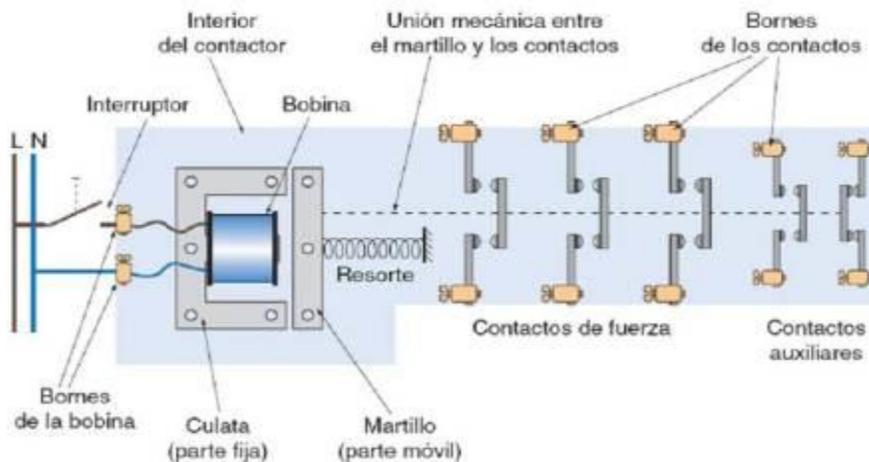


Figura #3 Partes de un contactor

5.4 TEMPORIZADOR

Un temporizador o minuterio es un dispositivo, con frecuencia programable, que permite medir el tiempo. La primera generación fueron los relojes de arena, que fueron sustituidos por relojes convencionales y más tarde por un dispositivo íntegramente electrónico. Cuando transcurre el tiempo configurado sus contactos abiertos se cierran y sus cerrados se abren.

5.5 PULSADORES E INTERRUPTORES

Un interruptor eléctrico es un dispositivo utilizado para desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica. En el mundo moderno las aplicaciones son innumerables, van desde un simple interruptor que apaga o enciende un bombillo, hasta un complicado selector de transferencia automático de múltiples capas controlado por computadora. Su expresión más sencilla consiste en dos contactos de metal inoxidable y el actuante. Los contactos, normalmente separados, se unen para permitir que la corriente circule. El actuante es la parte móvil que en una de sus posiciones hace presión sobre los contactos para mantenerlos unidos.

5.5.1 MICRO INTERRUPTOR

Son utilizados para controlar la posición de una maquina permitiendo la puesta en marcha, la disminución de velocidad o la parada en un sitio determinado o para mandar ciclos de funcionamiento automático en las maquinas modernas.

5.6 MOTORES ELECTRICOS

El motor eléctrico es el equipo más utilizado por el hombre en su caminata en busca del progreso, ya que la mayoría de las máquinas y muchos inventos conocidos dependen de él. Como desempeña un papel muy importante para el contorno y bienestar de la humanidad, el motor eléctrico necesita ser identificado y tratado como una máquina motriz cuyas características encierran determinados cuidados, de los cuales la instalación y mantenimiento. Esto significa decir que el motor eléctrico debe ser tratado de forma adecuada. La instalación y mantenimiento exigen cuidados específicos, para garantizar el perfecto funcionamiento y prolongar la vida de la máquina motriz.

5.6.1 DEFINICION

Los motores eléctricos convierten la electricidad en energía mecánica apta para mover los accionamientos de una variedad de equipos; son utilizados en tornos, ventiladores, extractores, bandas transportadoras, bombas de agua, compresores, taladros y en múltiples aplicaciones en las empresas. Estas máquinas se han convertido en los principales consumidores de energía eléctrica, representando hasta un 50% del consumo en los sectores comercial e industrial.

El funcionamiento de un motor se logra circulando corriente eléctrica en el embobinado de cobre de la parte fija (estator), lo cual genera un campo magnético. Al interactuar con el campo magnético de la parte móvil (rotor), se produce el movimiento de giro. El motor eléctrico usa los polos magnéticos (que funcionan como imanes) para producir el movimiento del rotor. Este movimiento es transmitido al exterior por medio de un eje o flecha para accionar equipos mecánicos.

La potencia de salida mecánica del motor está definida por el torque y la velocidad. El torque se refiere al equivalente de una fuerza por distancia que es capaz de ejercer un motor en cada giro, la velocidad es la cantidad de veces que gira el eje del motor en un minuto.

5.6.2 PARTES DE UN MOTOR ELECTRICO

Los motores eléctricos en su mayoría sin importar el tipo que sea constan de dos partes esenciales para realizar su trabajo motriz como son el estator y el rotor, pero además de estas partes constan de otras partes complementarias que se detallan a continuación:

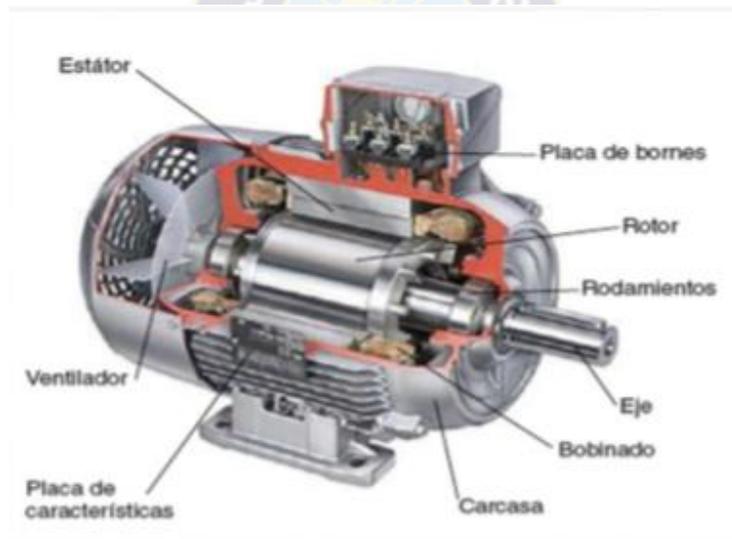


Figura #4 Partes del motor

Los motores eléctricos están formados por dos partes principales:

- Estator fijo
- Rotor móvil.

Estator.- En este se encuentran los elementos magnéticos del motor, esto es, polos magnéticos (imanes) y un embobinado de alambres de cobre.

Rotor móvil.- Este es un elemento que gira a gran velocidad y se apoya en cojinetes de rodamiento. Su velocidad de rotación en revoluciones por minuto es

inversamente proporcional al número de polos magnéticos del estator. Dependiendo del diseño del rotor, puede estar formado por barras conductoras o devanados de cobre.

Además, existen otros elementos importantes en el motor como:

Carcasa: Es la parte externa del motor y puede tener formas diferentes según la aplicación mecánica que éste vaya a tener. En su exterior se encuentran las aletas de enfriamiento del motor.

Entrehierro: Es el espacio uniforme comprendido entre el rotor y estator. Otros elementos complementarios son:

- Caja de conexiones
- Ventilador
- Rodamientos
- Base
- Tapas
- Placa de datos

5.6.3 CLASIFICACION DE LOS MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA

Por las grandes ventajas que tiene de recibir la corriente alterna de la empresa de distribución eléctrica, la gran mayoría de los equipos que requieren de un motor eléctrico utilizan los de corriente alterna, preferentemente en forma trifásica, aunque existen muchos de baja potencia que reciben sólo una fase eléctrica (denominados monofásicos). Los motores de corriente alterna también pueden variar la velocidad y torque que entregan al equipo acoplado, para ello deben instalarse en combinación con un regulador electrónico de velocidad variable, conocidos en el lenguaje industrial como “drivers”, “variadores de frecuencia” o “convertidores de frecuencia variable”. Se diseñan dos tipos básicos de motores para funcionar con corriente alterna polifásica: los motores síncronos y los motores de inducción.

5.6.4 MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA SINCRONOS

El motor síncrono es en esencia un alternador trifásico que funciona a la inversa. Los imanes del campo se montan sobre un rotor y se excitan mediante corriente continua, y las bobinas de la armadura están divididas en tres partes y alimentadas con corriente alterna trifásica. La variación de las tres ondas de corriente en la armadura provoca una reacción magnética variable con los polos de los imanes del campo, y hace que el campo gire a una velocidad constante, que se determina por la frecuencia de la corriente en la línea de potencia de corriente alterna. En los síncronos, el eje gira a la misma velocidad que lo hace el campo magnético, mientras que en los asíncronos el eje revoluciona a una velocidad poco menor a la del campo magnético.

La única condición para que esto ocurra consiste en que ambos campos roten a la velocidad sincrónica:

$$n_s = \frac{60f}{p}$$

Es decir, son motores de velocidad constante. Para una máquina sincrónica de polos no salientes (rotor cilíndrico), el par se puede escribir en términos de la corriente alterna del estator, $i_s(t)$, y de la corriente continua del rotor "if":

$$T = k \cdot \frac{i_s(t)}{i_f} \cdot \frac{1}{\text{sen}(\gamma)}$$

Dónde: γ es el ángulo entre los campos del estator y del rotor El rotor de un alternador de dos polos debe hacer una vuelta completa para producir un ciclo de c-a. Debe girar 50 veces por segundo (si la frecuencia fuera de 50 Hz), o 3.000 revoluciones por minuto (rpm), para producir una c-a de 50 Hz. Si se puede girar a 3.000 rpm tal alternador por medio de algún aparato mecánico, como por ejemplo,

un motor de c-c, y luego se excita el inducido con una c-a de 50 Hz, continuará girando como un motor síncrono.

Los motores síncronos sustituyen a los motores asíncronos solamente en aplicaciones que ser de alta potencia, como:

- Molinos

Requieren características especiales. Se utilizan en grandes industrias que cuentan con aplicaciones de velocidad baja además de constante y Mescladoras

- Trituradoras

En la pequeña y mediana empresa son prácticamente innecesarios.

Una de las ventajas más importantes de los motores síncronos es que su factor de potencia puede llegar a tener valores iguales a uno, e incluso se puede fabricar con $\cos\phi$ capacitivo, es decir, con la intensidad adelantada respecto de la tensión, pudiéndose utilizar por tanto como generadores de potencia reactiva, compensando así la instalación y evitando recargos por consumo de potencia reactiva, es decir, disminuyendo el costo de la facturación eléctrica. La eficiencia de los motores síncronos con $\cos\phi = 0.8$ en adelante es entre 0.5 a 1 % más bajo que con un factor de potencia de la unidad.

La velocidad constante de un motor síncrono es ventajosa en ciertos aparatos. Sin embargo, no pueden utilizarse este tipo de motores en aplicaciones en las que la carga mecánica sobre el motor llega a ser muy grande, ya que si el motor reduce su velocidad cuando está bajo carga puede quedar fuera de fase con la frecuencia de la corriente y llegar a pararse.

5.6.5 MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA ASINCRONOS

El más simple de todos los tipos de motores eléctricos es el motor de inducción de caja de ardilla que se usa con alimentación trifásica. La armadura de este tipo de motor consiste en tres bobinas fijas y es similar a la del motor síncrono. El elemento rotatorio consiste en un núcleo, en el que se incluyen una serie de

conductores de gran capacidad colocados en círculo alrededor del árbol y paralelos a él. Cuando no tienen núcleo, los conductores del rotor se parecen en su forma a las jaulas cilíndricas que se usaban para las ardillas.

Los motores asíncronos basan su funcionamiento en la creación de un campo magnético giratorio en el entrehierro, que es el espacio comprendido entre el rotor y el estator, debido a la circulación de corriente alterna por los devanados trifásicos y la influencia de los polos magnéticos del estator.

5.6.5.1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento de un motor asíncrono se basa en la acción del flujo giratorio generado en el circuito estatórico sobre las corrientes inducidas por dicho flujo en el circuito del rotor. El flujo creado por el bobinado estatórico corta los conductores del rotor, por lo que se generan fuerzas electromotrices (f.e.m.) inducidas. Suponiendo cerrado el bobinado rotórico, es de entender que sus conductores serán recorridos por corrientes eléctricas. La acción mutua del flujo giratorio y las corrientes existentes en los conductores del rotor originan fuerzas electrodinámicas sobre los propios conductores del rotor y originan fuerzas electrodinámicas sobre los propios conductores que arrastran al rotor haciéndolo girar (Ley de Lenz).

La velocidad de rotación del rotor en los motores asíncronos de inducción es siempre inferior a la velocidad de sincronismo (velocidad de flujo giratorio). Para que se genere una fuerza electromotriz en los conductores del rotor ha de existir un movimiento relativo entre los conductores y el flujo giratorio. A la diferencia entre la velocidad del flujo giratorio y del rotor se le llama deslizamiento.

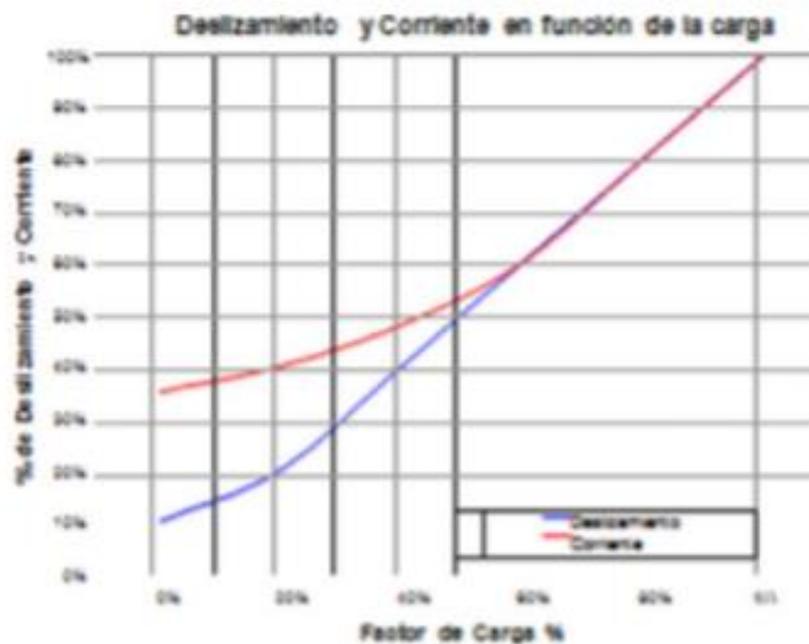
Los conductores del rotor están cortocircuitados por los extremos (jaula de ardilla) o unidos a un reóstato exterior. Circula por ellos una corriente cuyo sentido viene dado por la regla de la mano derecha. Por los conductores del rotor circula corriente y está inmerso en un campo magnético. Aparece sobre ellos una fuerza cuyo sentido viene dado por la regla de la mano izquierda.

Como consecuencia el rotor girará en el mismo sentido que el campo magnético giratorio pero a una velocidad “n” algo inferior a la de sincronismo “ns” ya que si $n = n_s$ los conductores del rotor no cortarían líneas de fuerza.

5.6.5.2. DESLIZAMIENTO

Ya se mencionó que los motores asíncronos no giran a la velocidad del campo magnético, llamada sincronía, sino que lo hacen a una velocidad muy próxima, se llama deslizamiento “s”, a la diferencia entre la velocidad de sincronismo “ns” y la del rotor n, expresada como un porcentaje de la velocidad de sincronismo:

$$S = \frac{n_s - n}{n_s} \times 100$$



Figura#5 Deslizamiento y corriente en función de la carga

Por este motivo, los motores asíncronos no pueden funcionar a cualquier velocidad, sino a una serie de velocidades cercanas a la de sincronismo, como lo indica la Gráfico 2. A medida que el motor ocupa menos carga su deslizamiento es menor, su velocidad de rotación se aproxima más a la de

sincronismo; igualmente la corriente nominal solo se demanda cuando la carga es del 100%, en la medida que el motor este a menor carga se solicita menos corriente, cuando se queda en vacío puede demandar más de del 25% de su corriente de placa.

5.6.5.3. VELOCIDAD

La velocidad de giro de un motor eléctrico es determinada por el número de polos magnéticos: cuantos más polos, el motor revolucionará más lentamente. la velocidad de giro del campo magnético en función del número de polos para una frecuencia de alimentación de 50 Hertz.

La razón para utilizar motores de menor velocidad es incrementar el torque o par que necesita entregar el motor.

5.6.5.4. PERDIDA DE ENERGIA Y EFICIENCIA

En la transformación de energía eléctrica en mecánica, que tiene lugar en los motores eléctricos, una parte de la energía eléctrica tomada de la red se convierte en calor, constituyendo las pérdidas del motor.

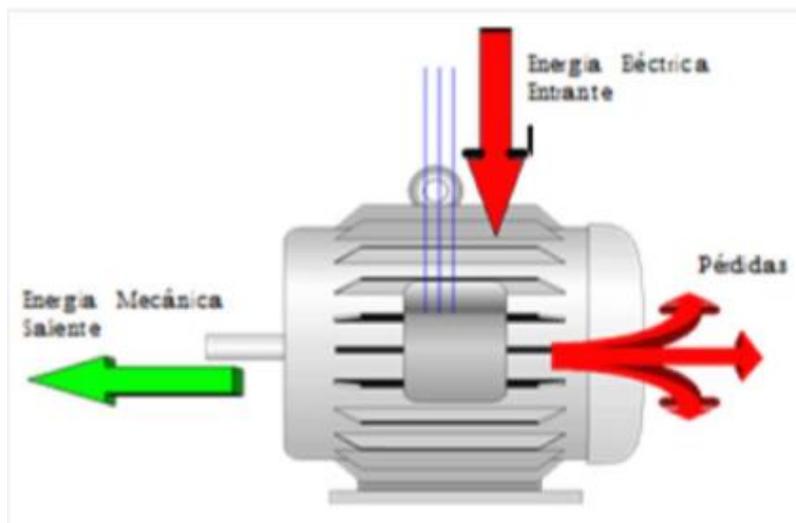


Figura #6 Perdidas de un motor de eléctrico

Las pérdidas de un motor de corriente alterna son las siguientes:

Pérdidas eléctricas: dependen del régimen de trabajo del motor, conocido como factor de carga. Se presentan tanto en el estator como en el rotor; se reflejan como calentamiento a través del embobinado del estator y dependen de la resistencia eléctrica del material utilizado en su fabricación.

Según las especificaciones técnicas de cada fabricante, este tipo de pérdidas se pueden reducir haciendo que el diseño de la armadura disipe mejor el calor y disminuyendo el espesor del aislamiento, para incrementar el volumen de cable en el estator.

En el caso del rotor, las pérdidas pueden disminuirse incrementando el tamaño de las barras conductoras para bajar la resistencia, o reduciendo la corriente eléctrica.

Pérdidas en el núcleo: son independientes de la carga y representan la energía requerida para magnetizar el material del núcleo, por lo que se producen en el acero magnético del motor.

Pérdidas mecánicas: se dividen en pérdidas por fricción y por ventilación. Las primeras ocurren debido a la fricción entre el rotor y el estator y el rozamiento de los rodamientos del eje del motor. Por su parte, las pérdidas por ventilación se deben a la fricción de las partes en movimiento del motor con el aire que se encuentra dentro de la carcasa.

Las pérdidas mecánicas pueden reducirse mejorando la selección de cojinetes, utilizando baleros de mejor calidad, reduciendo el entrehierro, mejorando el movimiento del flujo de aire y empleando un ventilador más eficiente, según el diseño del fabricante.

Las pérdidas de un motor de inducción pueden agruparse en dos bloques: las que dependen del índice de carga del motor, y las que son independientes de la carga. La magnitud de ambos tipos depende del diseño, construcción del motor, materiales y calidad del proceso de manufactura.

5.6.5.5. EFICIENCIA

La eficiencia de un motor es la relación entre la potencia mecánica de salida y la potencia eléctrica de entrada. Este es el concepto más importante desde el punto de vista del consumo de energía y del costo de operación de un motor eléctrico. La eficiencia se puede expresar de las siguientes maneras:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Potencia Mecánica de salida}}{\text{Potencia Eléctrica de Entrada}}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Potencia Eléctrica de Entrada} - \text{Perdidas}}{\text{Potencia Eléctrica de Entrada}}$$

El valor más alto de eficiencia es la unidad (1), en el caso ideal si las pérdidas fueran cero, como lo indica la segunda expresión. Los fabricantes de motores hacen innovaciones tecnológicas tendientes a disminuir las pérdidas al máximo posible empleando materiales de alta calidad y un proceso de mejora continua en la fabricación.

5.6.5.6. FACTOR DE CARGA

Se llama factor de carga al índice que indica el porcentaje de la capacidad del motor que está siendo utilizado. Los fabricantes de motores eléctricos reportan en sus manuales técnicos la eficiencia del motor en porcentajes del 100%, 75%, 50% y 25% de factor de carga. Un ejemplo de cómo es reportado este concepto se muestra en la Tabla.

Potencia del Motor (HP)	Factor de Carga			
	25%	50%	75%	100%
1	39	59	69	72
2	41	61	73	74
3	48	64	75	77
5	51	67	78	78
10	55	69	79	79
15	56	70	81	80
20	63	77	85	83
25	68	85	89	87

Tabla #1 Valores de eficiencia según el factor de carga.

La mayoría de los motores eléctricos presentan su mayor eficiencia al 75% de factor de carga, por ello, es conveniente que la elección de la potencia de un motor sea para que este trabaje a ese porcentaje de carga. Así funcionará en el rango de alta eficiencia y tendrá un 25% de capacidad adicional para soportar mayores cargas de trabajo.

La potencia del motor eléctrico la determina el equipo acoplado, indicada en horse power o caballos de potencia en el eje (HP, por sus siglas en inglés).

5.6.5.7. DATOS DE PLACA

Los fabricantes de motores indican en la carcasa las especificaciones técnicas del motor eléctrico. Los datos generalmente reportados son:

- Marca
- Modelo
- Velocidad en revoluciones por minuto (rpm)
- Voltajes de diseño en voltios (V)
- Corriente eléctrica al 100 % y al arranque en amperios
- Potencia del motor en el eje al 100% de carga en HP o KW
- Eficiencia del motor al 100% de carga
- Factor de potencia al 100% de carga
- Temperatura máxima de servicio
- Factor de servicio
- Tipo de armadura (frame)

Cada fabricante tiene su propio diseño para presentar la información técnica, por tanto, no siempre se observan los mismos datos, inclusive, información tan importante como la eficiencia puede ser omitida en la placa. No obstante, es muy importante conservar en buen estado y en su sitio original la placa del motor, pues informa las características de diseño cuando éste trabaja al 100% de su capacidad.



Figura #7 Datos de placa de motores eléctricos

5. 7. SELECCIÓN DE ELEMENTOS DE CONTROL, PROTECCION Y MANDO DE MOTORES

Para el desarrollo de proyectos de control y fuerza la selección de los elementos de control y protecciones para motores eléctricos es un factor importante que se realiza previo a la implementación de esta manera se puede brindar condiciones seguras y eficientes a la aplicación que se desea implementar. Además se puede tener una referencia del presupuesto necesario para desarrollar el proyecto.

La elección de estos elementos antes representaba una complejidad porque era necesaria una serie de cálculos de corrientes, tiempos y otras variables que intervienen en el arranque de un motor de AC. En la actualidad esta tarea ha disminuido la complejidad en una buena proporción en vista que hoy disponemos de una gran variedad de marcas y cada una de estas tiene su propia tabla con su línea de productos en donde detallan valores de tensión, corriente y potencia que soportan dicho dispositivos.

En la selección de dispositivos es importante conocer los valores nominales que vienen marcados en los datos de placa del motor. En base a estos se busca en las tablas de los dispositivos según la marca deseada por el implementador del proyecto.

5.7.1. SELECCIÓN DE CONTACTORES

Elegir un contactor para una aplicación concreta significa fijar la capacidad de un aparato para establecer, soportar e interrumpir la corriente en el receptor que se desea controlar, en unas condiciones de utilización establecidas, sin recalentamientos ni desgaste excesivo de los contactos.

Para elegir correctamente el contactor hay que tener en cuenta:

- El tipo y las características del circuito o del receptor que se desea controlar: intensidad y tipo de corriente, tensión, regímenes transitorios en la puesta bajo tensión, etc.
- Las condiciones de explotación: ciclos de maniobras/hora, factor de marcha, corte en vacío o en carga, categoría de empleo, tipo de coordinación, durabilidad eléctrica deseada, etc.
- Las condiciones del entorno: temperatura ambiente, altitud cuando sea necesario, etc.

La importancia de cada uno de estos criterios es distinta en cada aplicación. Es muy importante que tengamos en cuenta las características del motor y el tipo de aplicación para el que lo vamos a utilizar.

Por ejemplo:

El calentamiento del contactor depende principalmente de la corriente nominal del receptor y del tiempo de paso de esta corriente.

Criterios de elección

Para elegir al contactor adecuado hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Tipo de corriente, tensión y frecuencia de alimentación de la bobina.
- Potencial nominal de la carga.
- Condiciones de servicio: ligera, normal, dura, extrema.
- Frecuencia de maniobra, robustez mecánica y robustez eléctrica.

- Si es para el circuito de potencia o de mando y el número de contactos auxiliares que necesita
- Posición del funcionamiento del contactor vertical u horizontal.
- La corriente de servicio (I_e) o en su defecto la potencia del circuito.
- Los lapsos de trabajo, que determinan la clase de servicio (permanente, intermitente, etcétera).
- La naturaleza de la carga, que determina la categoría de servicio (AC1, AC3, etcétera).
- La tensión nominal de funcionamiento.

Con estos valores se consultan las tablas provistas por los fabricantes para elegir el contactor más apropiado. Estas tablas dan los límites garantizados de aplicación de cada uno de los modelos de contactores, para cumplir con las normas correspondientes.



Rated data		Auxiliary contacts	Rated control supply voltage	DT	Screw terminals	Weight per PU approx.	DT	Cage Clamp terminals for coil terminals	Weight per PU approx.
AC-2 and AC-3, I_e up to 60 °C		AC-1, I_e 40 °C	U_c at 50 Hz		Order No.	Price per PU		Order No.	Price per PU
Operational current I_n up to	Operational current I_n up to	Ident. Version No.				kg			kg
400 V	600 V								
A	KW	A							
		NO NC V AC							
For screw and snap-on mounting onto 35 mm standard mounting rail									
Size S0									
9	4	40 ¹⁰			24	▶ 3RT10 23-1AB00	0.350 B	3RT10 23-3AB00	0.350
					110	▶ 3RT10 23-1AF00	0.350 B	3RT10 23-3AF00	0.350
					230	▶ 3RT10 23-1AP00	0.350 ▶	3RT10 23-3AP00	0.350
12	5.5	40 ¹⁰			24	▶ 3RT10 24-1AB00	0.350 B	3RT10 24-3AB00	0.350
					110	▶ 3RT10 24-1AF00	0.350 B	3RT10 24-3AF00	0.350
					230	▶ 3RT10 24-1AP00	0.350 ▶	3RT10 24-3AP00	0.350
17	7.5	40 ¹⁰			24	▶ 3RT10 25-1AB00	0.350 B	3RT10 25-3AB00	0.350
					110	▶ 3RT10 25-1AF00	0.350 B	3RT10 25-3AF00	0.350
					230	▶ 3RT10 25-1AP00	0.350 ▶	3RT10 25-3AP00	0.350
25	11	40 ¹⁰			24	▶ 3RT10 26-1AB00	0.350 B	3RT10 26-3AB00	0.350
					110	▶ 3RT10 26-1AF00	0.350 B	3RT10 26-3AF00	0.350
					230	▶ 3RT10 26-1AP00	0.350 ▶	3RT10 26-3AP00	0.350
Size S0									
With mounted auxiliary switch block (removable)²⁾									
Terminal designations according to EN 50012									
9	4	40 ¹⁰	22 E	2 2	24	▶ 3RT10 23-1AB04	0.400	—	—
					110	▶ 3RT10 23-1AF04	0.400	—	—
					230	▶ 3RT10 23-1AP04	0.400	—	—

Tabla #2 Modelo de tablas provistas por el fabricante con especificación de datos

5.7.2. SELECCIÓN DE PROTECCIONES

Para la protección de instalaciones eléctricas y maquinas eléctricas tenemos como componente los detallados a continuación:

- Fusibles
- Reles térmicos.
- Guarda motores.

En nuestro caso centraremos la atención a los guardamotors, en vista que cumple las dos funciones de los otros dos dispositivos.

Los guardamotors magnéticos cumplen la función de protección contra cortocircuitos, cumpliendo adicionalmente la función de seccionamiento.

Los requisitos para que cumplan con la función de protección contra cortocircuito son básicamente una pronta detección de la corriente de defecto y una rápida apertura de los contactos. Esto conduce a que los guardamotors magnéticos sean aparatos limitadores.

Entre las características principales para la elección del guardamotor adecuado tenemos:

- Capacidad de ruptura
- Intensidad nominal
- Calibre y la curva de disparo.

Proporciona protección frente a sobrecargas del motor y cortocircuitos, así como, en algunos casos, frente a falta de fase. Las reglas prácticas para la coordinación de protecciones son:

- Para la coordinación de fusible con fusible se debe cumplir con:

$I_{nfa} > 1,6 I_{nfp}$, aunque se recomienda $I_{nfa} > 2 I_{nfp}$

Siendo:

I_{nfa} = corriente nominal del fusible antepuesto.

I_{nfp} = corriente nominal del fusible pospuesto

Por ejemplo: fusible antepuesto 16 A y pospuesto 25 A.

- Para la coordinación de fusible antepuesto con interruptor termomagnético pospuesto se debe cumplir con:

$$I_{nf} > 1,2 I_{nfl}$$

Siendo:

I_{nf} = corriente nominal del fusible.

I_{nfl} = corriente nominal del interruptor termomagnético

- Para la coordinación de interruptores termomagnéticos se debe cumplir con: $I_{na} > 2 I_{np}$

Siendo:

I_{na} = corriente nominal del interruptor antepuesto.

I_{np} = corriente nominal del interruptor pospuesto

Si los térmicos fueran ajustables valdrá la corriente térmica ajustada en cada uno de los interruptores.

La protección magnética sólo puede coordinarse en corrientes bajas frente a las de cortocircuito, ya que al ser de actuación instantánea (no dispone de temporizaciones) una vez que se establece una corriente superior a la de actuación de ambos interruptores el funcionamiento puede ser simultáneo e incluso no selectivo.

Por esta circunstancia debe tratarse de separar lo más posible la corriente de intervención magnética, a efectos de dar lugar a una corriente de actuación de la protección pospuesta para los cortocircuitos más frecuentes, que normalmente son de bajo valor.

Con estos valores se consultan las tablas provistas por los fabricantes para elegir el guardamotor más apropiado.

5.7.3. SELECCIÓN DEL CALIBRE DEL CABLE

Una vez que se ha elegido un producto, y habiendo tomado en cuenta la norma vigente durante el diseño eléctrico de la instalación, el siguiente paso es el cálculo

del calibre mínimo del conductor, considerando dicho diseño. Con respecto a esto, únicamente analizaremos el cálculo del calibre mínimo para conductores de baja tensión.

Factores a considerar durante el calibre mínimo

En primer lugar, es necesario aclarar que el calibre mínimo para una instalación no es siempre el más económico. Los principales factores que se deben considerar al calcular el calibre mínimo para un conductor de baja tensión son:

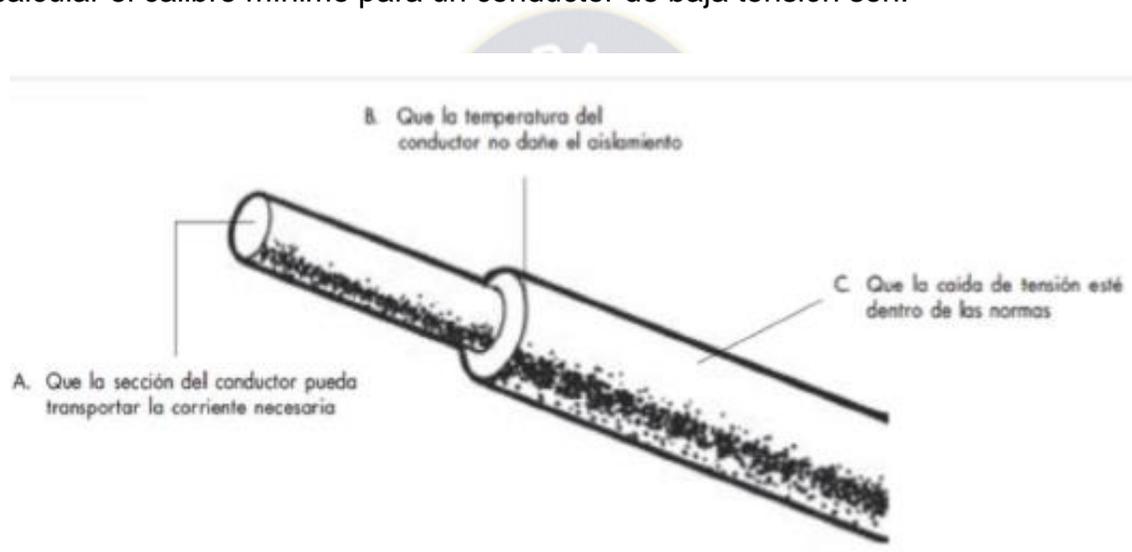


Figura #8 Factores para elegir el cable

Es vital considerar los tres aspectos a la vez, porque en caso contrario se podrían ocasionar los siguientes problemas:

A si la sección de cobre es menor:

- El conductor tendrá mayor resistencia eléctrica, aumentando las pérdidas de energía.
- El conductor tendrá mayor temperatura de operación, aumentando la resistencia eléctrica y deteriorando el aislamiento.
- La caída de tensión en la línea será mayor a la permitida, lo cual puede afectar la operación en el punto de carga y dañar los equipos.

B si no se protege el aislamiento:

- El aislamiento sufrirá deterioro por alta temperatura, aumentando el riesgo de fugas de corriente y cortocircuitos.
- Disminuirá la vida útil del conductor.

C si no se cuida la caída de tensión sea correcta:

- El circuito y los conductores trabajarán fuera de norma.
- Pueden dañarse los equipos alimentados, o no dar el servicio requerido.

5.8. CONDICIONES FISICAS Y AMBIENTALES

Las condiciones, tales como temperatura, humedad, nivel de polvo y corrosión, pueden afectar la correcta operación. El usuario debería determinar las condiciones de operación (temperatura, vibración, ETC).

5.9. INVERSION DE GIRO

Son usados en una gran variedad de aplicaciones en la industria. Mover parte de una maquinaria herramienta, subir y bajar un guinche para levantar o bajar una carga o desplazar atrás adelante un puente de grua, cintas transportadoras, lavadoras industriales, ect.

En estas aplicaciones es muy común tener q controlar el sentido de giro del motor, para poder elegir en dirección se mueve el mecanismo que tiene bajo su control.

Para comprobar el campo magnético giratorio, se tenía en cuenta el sentido de circulación de la corriente por las tres fases del bobinado. En él se ve que la resultante del flujo tiene el sentido de giro de las agujas del reloj (sentido horario), por lo que el rotor es arrastrado en el mismo sentido de giro. Cuando necesitamos que el giro sea al contrario (sentido anti-horario), basta con permutar dos fases de alimentación del motor, con lo que el motor gira en sentido opuesto. Hay que tener cuidado de no permutar las tres fases pues en ese caso el motor sigue girando en el mismo sentido.

6. DESARROLLO DEL TRABAJO

6.1. Descripción del trabajó

El presente tablero muestra de aplicación consiste en realizar un tablero de control didáctico por que se quedara en la carrea de una lavadora industrial con inversión de giro mediante un pequeño motorreductor, el tablero se muestra con cable ducto ranurado para evitar los efectos capacitivos y mantener una estética el cableado, la separación de los contactores es para una mejor ventilación porque si estaría juntos se sobre calentaría y el temporizador separado ya es un aparato electrónico que afectaría el campo magnético de las bobinas del contactor a su normal funcionamiento y el cableado asegurado con precintos y con terminales para una mejor conexión, evitar calentamientos en los contactos .

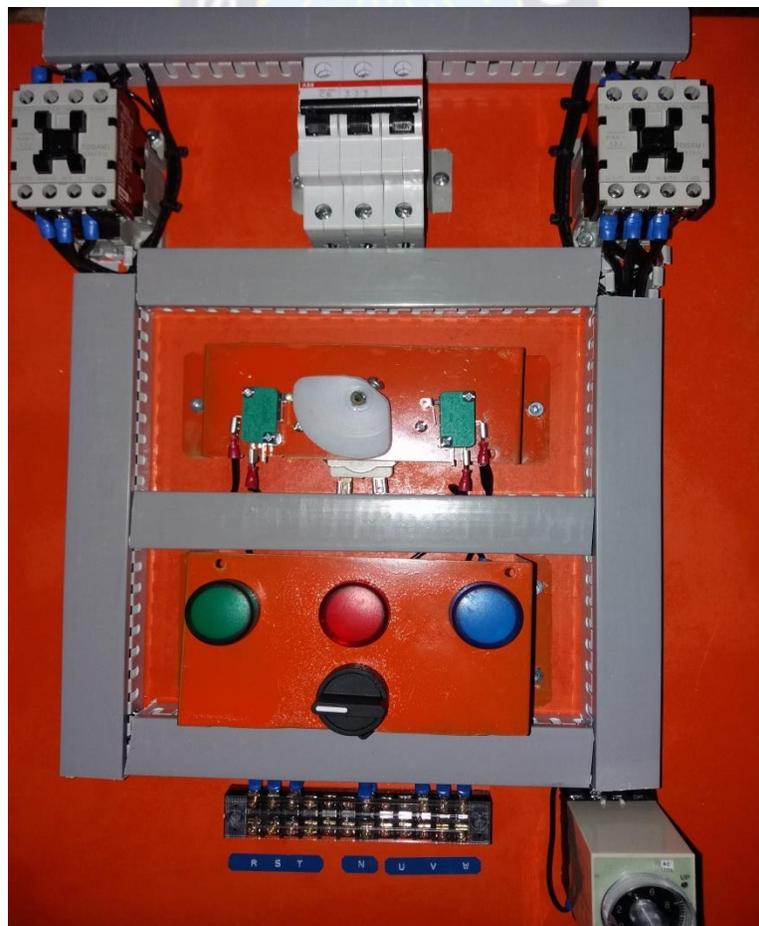


Figura # 9 foto del tablero de control didáctico

El uso de micro interruptores y un pequeño motorreductor a su velocidad reducida por sus engranajes de 2.5 rpm. Nos permite utilizar esa baja revolución acoplado una pieza de teflón torneada para que mande señal mediante los micro interruptor a los contactores así controlar la inversión de giro sin producir la contra corriente en el motor, porque la pieza torneada cuando gire activara un micro interruptor y al contactor pasado unos segundos deja de activar para que el motor pierda su velocidad y no pueda producir una inversión de giro brusco y no produzca la contra corriente, a medida que sigue girando el motorreductor activa el otro microinterruptor de manera que invierte el giro del motor, durante un determinado tiempo que sea necesario, controlado por un temporizador.



Figura #10 motor reductor junto a los micro interruptores

El giro del motor trifásico será posible invertirlo cambiando las conexiones de línea de los terminales cualesquiera del estator, ya que simultáneamente se cambia el sentido del giro del campo magnético giratorio.

Es por el cual para evitar estos picos de corriente usamos el moto rreductor acoplado de la pieza de teflón torneado.

Dado que la inversión de giro es usado en distintas aplicaciones industriales.

6.2. Circuito de fuerza

El circuito de fuerza consta de las tres líneas (L1, L2, L3) de ahí se conectan a la entrada de los contactos principales del contactor K1 y de la salida de los contactos de ahí al motor (U, V, W). para la inversión de giro del motor la

conexión a los contactos principales del contactor K2 las líneas serán (L1, L3, L2), y a la salida de sus contactos (U, V, W)

Para comprobar el campo magnético giratorio, se tenía en cuenta el sentido de circulación de la corriente por las tres fases del bobinado. En él se ve que la resultante del flujo tiene el sentido de giro de las agujas del reloj (sentido horario), por lo que el rotor es arrastrado en el mismo sentido de giro. Cuando necesitamos que el giro sea al contrario (sentido anti-horario), con intercambiar dos fases de alimentación del motor, con lo que el motor gira en sentido opuesto. Hay que tener cuidado de no permutar las tres fases pues en ese caso el motor sigue girando en el mismo sentido.

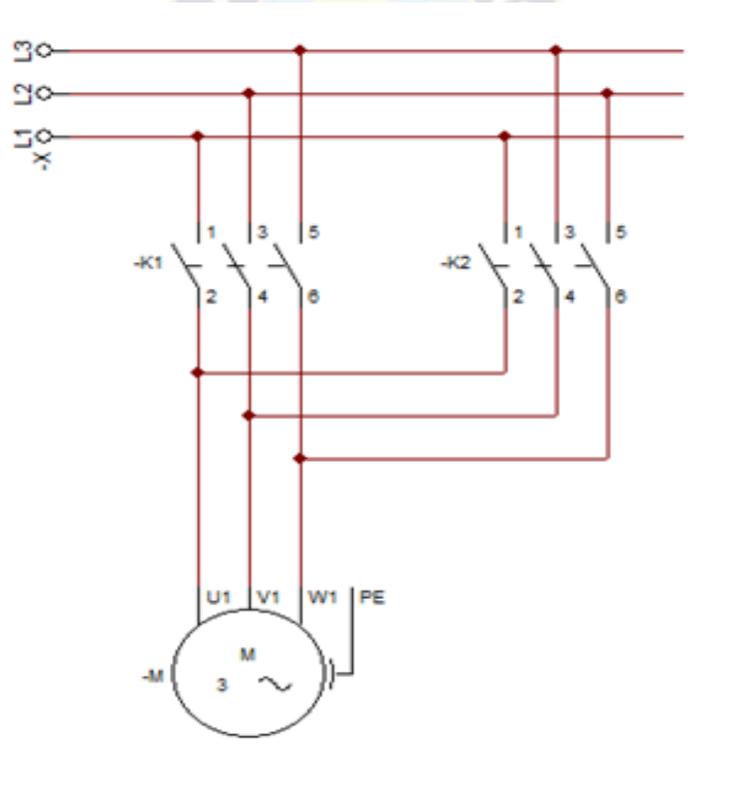


Figura #11 circuito de fuerza de un motor trifásico

El circuito del motor monofásico consta de dos bobinas de trabajo de menor resistencia (U, X) y la bobina de arranque de mayor resistencia y junto al capacitor determinan la dirección del sentido de giro del motor (Ua, Xa) para la inversión de giro solo se tiene que invertir la conexión de la bobina de arranque (Ua, Xa).

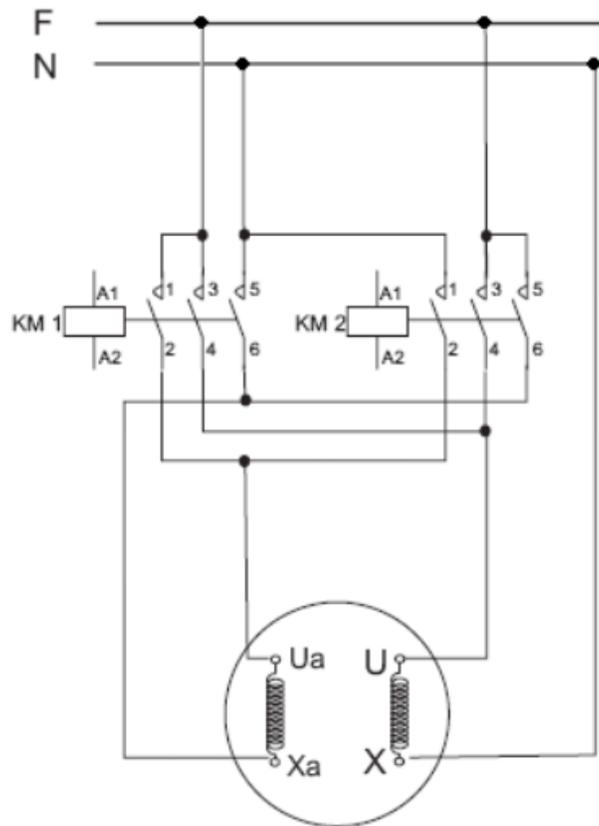


Figura #12 circuito de fuerza de un motor monofásico

6.3. Circuito de control

Accionamiento manual por interruptor llave para el funcionamiento del motorreductor y por lo cual acoplado de su pieza torneada active el micro interruptor y así al contactor K1 por un tiempo, luego deja de activar el micro interruptor y al contactor por un momento para que el motor pierda inercia, y a medida que sigue girando el motorreductor activa el motorreductor 2 y así al contactor K2 de esa manera invierta el giro del motor, este proceso repetirá

durante un tiempo controlado por un temporizador regulable para que funcione la lavadora industrial.

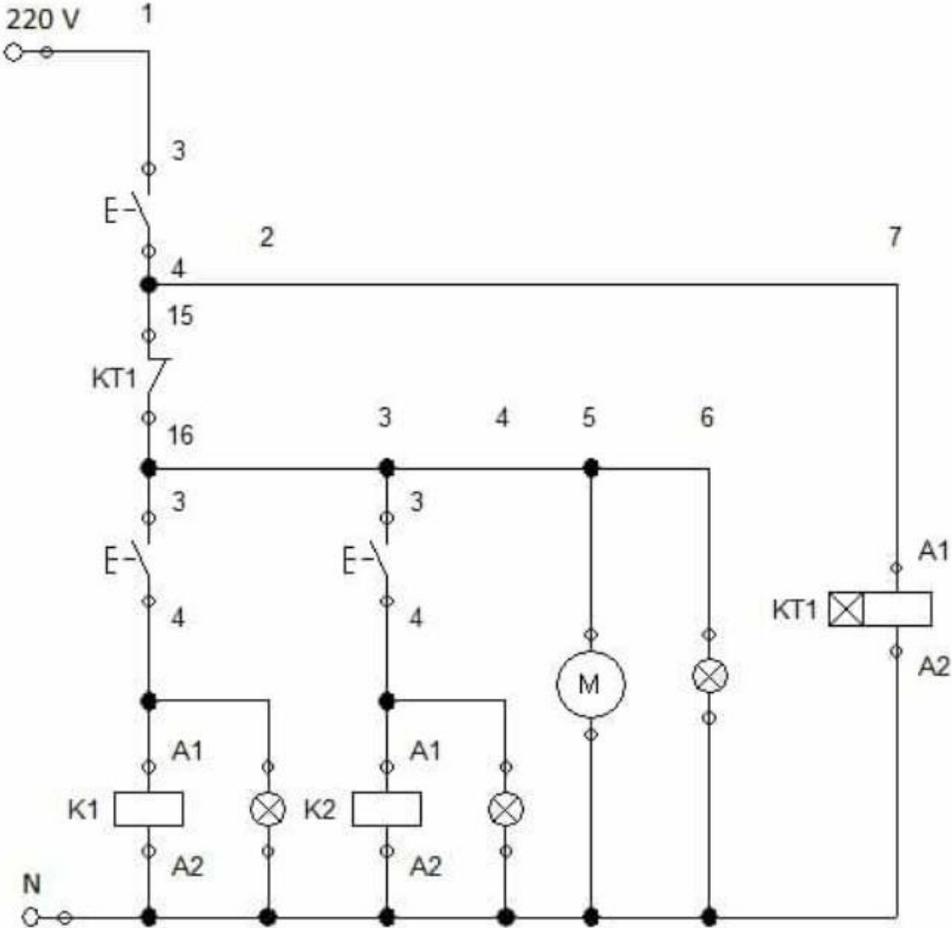


Figura #13 circuito de control

6.4. Materiales empleados

numero	Cantidad(unidades)	descripción
1	1	Motor reductor
2	3	Foco piloto
3	2	Contactores
4	2	Micro interruptor
5	1	temporizador
6	1	Termo magnético
7	1	Interruptor llave
8	1	Conector regleta
9	12	Terminal embra
10	1	Teflón torneado

7. CONCLUSIONES

- Se realizó el tablero de control con motorreductor de una lavadora industrial
- En la implementación del motorreductor en el tablero de control, dispositivo que ayuda a reducir espacios y costos.
- El uso del tablero didáctico es sencillo y fácil de entender, la materia de control de máquinas eléctricas de una manera provechosa.
- Las pruebas corroboran la inversión de giro sin provocar la contra contra corriente en el motor.
- Los diseños y la selección de elementos de protección y control se ha hecho el dimensionamiento de elementos y conductores. Los mismos que ayudan a una implementación efectiva y útil del trabajo.

8 BIBLIOGRAFIA

Harper, enriquez. (2005). "EL ABC de las maquinas eléctricas III. instalación y control de motores de corriente alterna".

http://es.wikipedia.org/wiki/Instalaci%C3%B3n_cableada

<http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448173104.pdf>

<http://es.scribd.com/doc/12731454/Eleccion-de-un-Contactor->

http://www.asep.gob.pa/electric/info_clientes/Motores.pdf

<http://www.genteca.com.ve/manuales/PROTECCION%20DE%20MOTORES%20V3.pdf>