



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE COMPUTACION PARA DISEÑO DE  
MOTORES DE INDUCCION Y BASE DE DATOS  
DE MOTORES.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
AREA ELECTRICA ELECTRONICA

P R E S E N T A :  
JULIO EDUARDO PADILLA PINEDA



DIRECTOR DE TESIS: ING. JAVIER BROSA CURCO.

CIUDAD UNIVERSITARIA.

1998

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
SISTEMA DE  
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIVISION DE INGENIERIA ELECTRICA

COORDINACION DE SEMINARIOS Y  
SERVICIO SOCIAL

NOTIFICACION DE JURADO PARA EXAMEN PROFESIONAL

<u>JURADO</u>	<u>FIRMA</u>	<u>FECHA</u>
PRESIDENTE: <u>ING. DAVID VAZQUEZ ORTIZ</u>		<u>6/22/98</u>
VOCAL: <u>ING. JAVIER BROSA CURCO</u>		<u>6/22/98</u>
SECRETARIO: <u>ING. ARTURO MORALES COLLANTES</u>		<u>98/11/02</u>
1ER. SPTE.: <u>ING. JUAN MANUEL ROJAS GOMEZ</u>		<u>6/21/98</u>
2DO. SPTE.: <u>ING. JUAN VICENTE LEDUC RUBIO</u>		<u>6/21/98</u>
TESIS: <u>961/157. PROGRAMA DE COMP. PARA DISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION Y BD.</u>		
<u>DE MOTORES.</u>		
FECHA Y HORA DE EXAMEN: <u>DICIEMBRE 10 DE 1998 A LAS 13:30 HORAS.</u>		

RESPETABLE PROFESOR (A):

Por este conducto, me es grato notificarle que ha sido designado(a) miembro del jurado para el examen profesional del (de la) señor (señorita) \_\_\_\_\_

JULIO EDUARDO PADILLA PINEDA con número de cuenta 8631926-9

de la carrera INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA, área Eléctrica-Electrónica, asimismo, le solicito de la manera más atenta revisar el trabajo de tesis realizado para este propósito, a fin de que usted notifique por escrito a esta Coordinación si considera necesario realizar modificaciones al mismo, de no recibir respuesta alguna de su parte en los próximos 5 (cinco) días hábiles contados a partir de la fecha en que usted recibe esta notificación, entonces se dará por entendido que no hay observaciones al trabajo de tesis presentado y se le otorgará al alumno autorización para realizar la impresión de tesis.

Sin más por el momento, quedo de usted.

A t e n t a m e n t e .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cd. Universitaria, D.F., a 03 de noviembre de 1998

EL COORDINADOR DE SEMINARIOS Y SERVICIO SOCIAL

ING. JOSE ARTURO ORTIZ COUTIÑO

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres primeramente *por haberme procreado y darme una educación limpia*, ya que gracias a ella he podido escalar éste peldaño más de mi vida, que ahora con júbilo y mi frente en alto, les hago entrega del fruto que alguna vez ustedes sembraron y que con ansia esperaban éste momento; pueden estar seguros que es el mejor legado que me han dado.

Agradezco a mi esposa e hijo todo el tiempo que supieron ser pacientes durante la realización de mi licenciatura y de éste trabajo de tesis. Le hago hincapié a mi hijo que tome como ilustración éste gran esfuerzo, para que en un futuro yo tenga la misma satisfacción que ahora *les estoy dando a mis padres*, y a todas aquéllas personas que comparten conmigo ésta gran felicidad que siento hoy.

Agradezco a mi suegra el apoyo que me brindó en los momentos que yo más lo necesite en toda mi licenciatura.

Agradezco a mis hermanos y hermana en cuanto a la comprensión del tiempo que estuve ausente *en los momentos de alegría familiar*.

Agradezco a mi director de tesis el haberme brindado la oportunidad de hacer éste trabajo de tesis y por todos sus importantes comentarios que me ayudaron para que dicho trabajo fuese lo mejor posible y con *herramienta puramente mexicana*.

Agradezco a mi jurado por haber empleado su valioso tiempo en mí.

Agradezco a mis familiares y amigos por su afecto desinteresado que siempre mostraron hacia a mí.

La invitación Iván (bollo) que el día 25/julio/94 me hiciste, la recuerdo muy bien, por lo que ahora ya puedes poner éste trabajo de tesis entre tus libros, que alguna vez consultábamos juntos cuando estudiábamos esas cortas pero provechosas noches y días.

Agradezco a todos y cada uno de los Ingenieros de la facultad que me impartieron clase y de la formación que recibí.

## DEDICATORIAS

Dedico éste trabajo a mis padres:

Licenciado Crispín Padilla Sánchez.

Señora Adela Pineda Ortuño.

A mi esposa, a mi hijo y a mi suegra.

Yolanda Ramos de Padilla.

Julio Eduardo Padilla Ramos.

Concepción González de Ramos.

A mis hermanos:

Juan Manuel Padilla Pineda.

José Gustavo Padilla Pineda.

Alma Laura Padilla Pineda.

Ricardo Heriberto Padilla Pineda.

A mi primo:

Antonio López Mejía.

Por que los quiero y sé que me quieren con sinceridad.

# ÍNDICE

Página

Objetivos	3
Introducción a los Motores de Inducción	4
<b>I. Antecedentes Históricos</b>	8
<b>II. Principios Básicos</b>	
2.1. Fundamentos de los Motores Monofásicos de Inducción	15
2.2. Funcionamiento de un Motor de Inducción	17
2.3. Diagrama de Conexión en los Motores Monofásicos de Inducción	20
2.4. El Embobinado del Devanado de Trabajo	21
2.5. Dos Tipos de Embobinados del Devanado de Trabajo para Motores Monofásicos de Conmutador	26
2.6. Diferentes Formas de Construir una Bobina	29
2.7. Consideraciones para Colocar las Bobinas	32
2.8. Diagrama de Conexión por Grupos de Bobinas	32
<b>III. Bases de Diseño</b>	
3.1. Mediciones Útiles a la Salida del Motor de Inducción	37
3.2. Características de Desempeño en Motores de AC	40
3.3. Causas que Afectan el Desempeño de un Motor de Inducción	49
3.4. Eficiencia y el Factor de Potencia de un Motor de Inducción	51
3.5. Alternativas para Reducir la Corriente de Arranque	58
3.6. Rediseño de Conexiones en los Devanados	59
<b>IV. Métodos de Prueba</b>	
4.1. Prueba a los Aislamientos	65
4.2. Pruebas con Voltajes Grandes	65
4.3. Pruebas en los Devanados	65
4.4. Pruebas sin Carga	66
4.5. Cumplimiento de las Pruebas	67
4.6. Análisis sobre el Núcleo de Hierro del Motor	72

**V. Manual del Usuario**

5.1. Altas	86
5.2. Bajas	88
5.3. Cambios	89
5.4. Consultas	89
5.5. Reportes	94
5.6. Tabla de Marcas	96
5.7. Tabla de Conexiones	98
5.8. Cálculos para Rediseño	99
5.8.1. Cambio en Tamaño de Alambre	100
5.8.2. Cambio de Voltaje	104
5.8.3. Cambio de Potencia	105
5.8.4. Cambio de Frecuencia	106
5.8.5. Cambio de Fase	108
5.8.6. Cambio de Circuitos	109
5.8.7. Cambio de Paso	111
5.8.8. Fórmula Maestra	112
5.8.9. Cálculo de Voltaje Secundario	114
<b>Apéndice A</b>	<b>118</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>165</b>

## OBJETIVOS

1.- Destacar la importancia que tiene en la vida cotidiana un motor de inducción, lo cual se justificará a partir de los grandes logros científicos realizados por hombres que gracias a su esfuerzo y constancia dieron los cimientos fundamentales para que otros *hombres* igualmente notables construyeran bajo dichos cimientos un mundo que le facilitara más los quehaceres cotidianos al hombre.

2.- Generalizar las partes físicas de que consta un motor de inducción, las cuales formaran parte del dominio cognoscitivo del lector para que en las unidades III y V de ésta presente tesis, se tenga una mejor comprensión de los subtemas que se estén tratando.

3.- Describir las bases necesarias para desarrollar un diseño o bien un rediseño en los parámetros del estator y rotor de un motor de inducción; por lo que si se ha elegido un rediseño, se seleccionarán los cambios más adecuados en base a las necesidades de operación que se requieran del motor y en la medida que lo permitan las características originales de diseño del motor en cuestión.

4.- Realizar un programa de cómputo que permita organizar los datos más relevantes de un motor de inducción con el propósito de consultar de una manera más eficiente y rápida las características de éste a través de la pantalla o bien en papel, para una mejor manipulación de la información; así como también alternar dicho programa de cómputo para manejar el cálculo en el calibre del alambre, el voltaje, la frecuencia, la potencia, la fase, el número de circuitos, el paso y el voltaje secundario en el rediseño de un motor de inducción.



## INTRODUCCIÓN A LOS MOTORES DE INDUCCIÓN

Una de las herencias más fundamental en la vida del hombre por nuestros ancestros han sido sin duda alguna las **máquinas**. Éstas son de gran utilidad en la vida cotidiana del hombre ya que sin ellas no podría ser factible la conversión de la **materia** en **energía**, para ser aprovechada ésta última por el hombre a su conveniencia. Es bien sabido que en la antigüedad el hombre desarrolló ciertas características tanto físicas como biológicas, por ejemplo, una de ellas es moverse en dos pies, así entonces sus brazos quedaron libres y los pudo emplear en otras actividades; otra característica distintiva es que pudo aumentar la capacidad de su cerebro y del habla. Lo anterior fue un pasaporte para transformarse en un animal que diseña, construye y emplea instrumentos que le permiten dominar el medio en que vive.

Así que las máquinas colocan a nuestro alcance la fuerza del viento, el descenso del agua, la fuerza del vapor y la descarga de un rayo. También es factible con la ayuda de éstas (las máquinas) que la energía proporcionada por 400 caballos quede almacenada en el motor de un automóvil, y encierran la furia devastadora de 24 millones de toneladas de dinamita en una sola bomba.

Para un ser humano común y corriente, le es difícil desplazar una piedra pesada de un lugar a otro, únicamente con la ayuda de sus manos, sin embargo, el problema es simple si se usa una barra de acero la cual se mete por debajo de ésta y a su vez la barra es apoyada con otra piedra pequeña, una vez hecho lo anterior se podrá entonces empujar hacia abajo la barra de acero y se observará que la piedra pesada se empieza a desplazar.

Las manos de un hombre pueden aplastar una lata de aluminio, por ejemplo, la lata de un refresco con una fuerza no muy considerable, sin embargo, con el simple hecho de oprimir un botón, una prensa hidráulica disminuirá la carrocería de acero de un coche de 500 kilos de peso al tamaño de una banca de escuela. Con la ayuda de una máquina electrónica el hombre puede lograr en unos cuantos segundos cálculos que él no podría hacer en varios años.

Hay máquinas construidas por el hombre que lo llevan volando una cuarta parte del perímetro de la Tierra en el tiempo que a él le emplearía caminar 50 kilómetros. Una vez mencionado lo antes descrito, cabe hacerse la siguiente pregunta, **¿qué es una máquina?** El ingeniero alemán **FRANZ REULEAUX**, recopiló 15 definiciones de lo que significa una máquina, las cuales fueron escritas por profesionales de Francia, Alemania e Italia, y se dió cuenta que no había dos idénticas.

Por otra parte la palabra **máquina** se deriva del griego **mechane** y su asociada latina **machina**. Por lo que las dos derivaciones del griego y latín quieren expresar algo así como "**cualquier proyecto ingenioso o invención**", lo anterior da por tanto más incertidumbre acerca del significado de la palabra máquina.

Así que el diccionario **Webster's New International** define a una máquina como "cualquier artificio compuesto de dos o más partes resistentes y relacionadas que, por cierto intermovimiento predeterminado, puede servir para transmitir y modificar la fuerza y el movimiento con objeto de producir un efecto dado o hacer alguna clase de trabajo deseado". La definición anterior retomada del dicho diccionario es satisfactoria, pero enfocada hacia la ingeniería mecánica, sin embargo, se acopla muy bien a todos los ingenios electrónicos y mecánicos que son una extensión de la fuerza motora del ser humano

En 1875 el ingeniero alemán **FRANZ REULEAUX**, se dió cuenta que no había mucha comprensión acerca de las máquinas, por lo que escribió un libro titulado "**Kinematics of Machinery**" (Kinematica que significa en griego **movimiento**), el cual habla de la ciencia del movimiento. Reuleaux identificó que la fuerza de la naturaleza acciona y reacciona con indefinida libertad y que es una máquina la que pone ley y orden a la propia naturaleza; así se puede citar un ejemplo sencillo como es el caso cuando hay demasiado viento indisciplinado; es así cuando una máquina convierte esa fuerza indisciplinada en un movimiento disciplinado, aprovechando éste para producir energía eólica (electricidad con la ayuda de la fuerza del viento).

Otro concepto básico del que habla en su libro, se refiere a la **geometría**, es decir, al movimiento rotativo y lo generaliza en la vida cotidiana, por ejemplo, los carretes de películas del cine, las ruedas de un automóvil, etc., por lo que el siguiente párrafo fue tomado de su libro:

"La misma ley fundamental del rodar se aplica a los movimientos mutuos de las partes... Estos son... como si dijéramos, el alma de la máquina, que gobierna sus articulaciones los mismísimos movimientos corporales que les da expresión inteligible".

Otro avance fundamental en la vida del ser humano fue sin duda alguna **la rueda y el eje**. Su uso de primera instancia se encuentra en el molinete, el cual servía para desplazar objetos muy pesados, el procedimiento para mover estos objetos se conseguía atando un extremo de una cuerda al objeto pesado y el otro extremo a un eje, y en la rueda del eje se ponían unos mangos para hacerlo girar. Es bien sabido en la actualidad que se puede obtener una mayor ventaja mecánica de la rueda y el eje, tan solo aumentando una serie de ruedas dentadas (engranes) de diferentes tamaños. La gran variedad de estas palancas de 360° esta claramente plasmada en las distintas formas en que la rueda y el eje están presentes en un *sinfín* de artefactos, como por ejemplo, un desarmador, un grifo de agua, o bien una llave en su cerradura.

La vida de una máquina es suministrada por la electricidad, brindándole así al hombre su potencia en caballos de fuerza, incluso en la comodidad de su hogar. Un ejemplo de ello es la lavadora de la casa, la secadora de pelo, una rasuradora eléctrica, refrigeradores, aspiradoras de polvo, etc. Lo confortable en que vive actualmente la

sociedad, se lo debemos a las máquinas que son impulsadas por la electricidad, de tal forma que no se hubiera logrado con *máquinas movidas por agua o vapor*.

Por otro lado, si se reflexiona en el beneficio de un motor eléctrico pequeño, el cual sustituye a todo un mecanismo de poleas, ejes y correas en la industria, se observará entonces que la electricidad ha abierto toda una nueva gama de máquinas (la variedad electrónica) por lo que se puede citar dos ejemplos como lo son la televisión y las computadoras personales.

En el siglo XVIII un profesor de anatomía llamado **Luigi Galvani** y a quien se debe la palabra "galvanizar"<sup>1</sup>; experimentando con una rana disecada en el año de 1780, colgó por las patas a una rana disecada en dos ganchos de metal en una jaula de hierro y observó que las patas se movían, por lo que afirmó que la electricidad animal había contraído los músculos de las ancas, sin embargo, en la actualidad se sabe que no es cierta dicha afirmación, así que éste hecho histórico serviría para otros notables científicos como base de sus experimentos, ya que Galvani había encontrado otra manifestación de la electricidad (ésta se conoce en la actualidad como corriente continua), la cual circulaba a través de un alambre, y gracias a éste principio fundamental se puede iluminar una lámpara e inclusive mueve una máquina de varios caballos de fuerza.

El experimento de Galvani dió la pauta para que otro ilustre científico italiano llamado **Alessandro Volta**, profundizara más en dicho experimento, y encontró que la unión de los dos metales como lo eran el hierro de la jaula y el latón de los ganchos generaban la electricidad a través por supuesto de las húmedas ancas de la rana.

Así que Volta empezó a experimentar con placas de plata o cobre y zinc, apilándolas aleatoriamente y separándolas con pedazos de franela o bien de papel impregnados de salmuera (sal con agua), y ésto producía una corriente eléctrica continua, a éste principio primitivo se le conoce hoy en día con el nombre de **pila voltaica**. Este descubrimiento sería comunicado más tarde a la Royal Society en el año de 1800.

Por otra parte el físico danés **Hans Christian Oersted**, cuando estaba dando una conferencia en la Universidad de Copenhague, por descuido impulsó una brújula la cual pasó por debajo de un alambre cargado electricamente, y como era de esperarse la aguja de la brújula tenía que apuntar hacia el norte por la acción de atracción del campo magnético de la Tierra, pero no fue así, por lo que la aguja se puso en posición perpendicular al alambre, ya que obedecía a una fuerza mayor. Oersted dedujo entonces que un alambre cargado electricamente actuaba como un imán. Sin lugar a dudas se había dado otro paso más en beneficio de la ciencia y de la humanidad, sin darse cuenta

---

1 Galvanizar: Estimular por medio de la corriente eléctrica.

había descubierto el **electromagnetismo**.

**Michael Faraday** era un ayudante del laboratorio de la Royal Institution en Londres, por lo que un día reflexionando acerca de que si la electricidad producía magnetismo, se cuestionó diciendo "¿no será posible que el magnetismo pudiera producir electricidad?", y por el año de 1831 construyó lo que sería en la actualidad el primer **dinamo**<sup>2</sup> del mundo, contestando de manera afirmativa a su propia pregunta que se había formulado.

Meses después de la construcción de la máquina de Faraday, **Pixii** que era un hombre de reconocido prestigio gracias a su habilidad técnica de ingeniería, desarrolló un generador que producía corriente alterna.

Haciendo un breve paréntesis, es digno de mencionar que los generadores eléctricos, aprovechan la energía mecánica, que puede ser ésta *térmica o bien hidráulica para hacer rotar una bobina de alambre encerrada en un campo magnético*, y en los motores eléctricos es totalmente al revés, es decir, la corriente que emana del generador crea un campo magnético en una bobina de alambre (la armadura), la armadura gira ya que a su alrededor se ponen unos imanes que la atraen y la repelen alternativamente, y por último, en un extremo de la armadura se conecta un eje para que éste se encargue de transmitir la energía mecánica.

El motor eléctrico es un gran convertidor de energía, ya que transforma más del 90% de la corriente eléctrica en trabajo útil, por lo que éste no se puede comparar con los motores de vapor y el de gasolina, ya que el primero sólo tiene una eficiencia del 30% y el segundo su eficiencia es del 50%.

En resumen se puede decir que un motor eléctrico es un mecanismo que convierte la energía eléctrica en energía mecánica, valiéndose para ello de la relación existente entre la electricidad y el magnetismo.

---

<sup>2</sup> Dinamo: Máquina que genera electricidad.

## I. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

En la antigüedad era muy conocido que si se frotaba un pedazo de ámbar<sup>3</sup>, éste adquiría la propiedad de atraer objetos ligeros, como por ejemplo, plumas de ave o bien pedazos de papel. El médico de la reina **Isabel I de Inglaterra** llamado **William Gilbert**, escribió un libro que llevaba por nombre De Magnete, y en el cual tardaba al magnetismo con mayor profundidad.

En los siglos XVII y XVIII, a los científicos les llamó la atención la particularidad del ámbar y se dieron a la ardua tarea de investigar más acerca de la electricidad estática, es decir, estudiaron a fondo la diferencia existente entre la corriente eléctrica y la carga eléctrica.

En 1660 **Von Guericke** diseñó una máquina de fricción con la cual se podía producir un flujo continuo de electricidad. Posteriormente otro hombre eminentemente práctico llamado **Francis Hauksbee**, demostró que dos objetos cargados eléctricamente podían atraerse o bien repelerse. **Stephen Gray** en 1729 determinó en los metales cuáles de éstos eran conductores y cuáles no lo eran de la electricidad. Un año más tarde **Charles Du Fay**, un físico nacido en Francia, aportó a la ciencia el hecho de que había dos tipos de electricidad inducida por fricción (frotamiento) la Positiva y la Negativa, y en el año de 1754 **John Canton**, diseñó un mecanismo para medir la electricidad, el cual se basaba en dos bolas de médula suspendidas por hilos, las cuales se rechazaban mutuamente. Este mecanismo fue estandarizado por Alessandro Volta, con el fin de que los científicos de aquella época pudiesen equiparar sus investigaciones y en el año de 1787 otro científico llamado **Bennet**, modificó los arreglos hechos por Volta y lo nombró el **electroscopio** de lámina de oro; y con el cual Canton demostró que un cuerpo que careciera de carga eléctrica, podía adquirir ésta de otro cuerpo que si estuviese cargado eléctricamente, siempre y cuando éste último se aproximara lo suficiente para transmitirle su carga.

Por otra parte, **Musschenbroek** diseñó y construyó una máquina que generaba electricidad y con la cual acumuló una considerable cantidad de electricidad para que posteriormente la pudiera evacuar con toda la tranquilidad del mundo, a ésta máquina se le llamó la botella de Leyden, esta botella se le conoce en la actualidad como un simple capacitor<sup>4</sup>.

---

3. Ámbar: Elektron en griego.

4 Capacitor: Elemento pasivo capaz de almacenar energía en forma de campo eléctrico.

Paralelamente en Filadelfia **Benjamín Franklin**, obtenía descargas eléctricas durante la lluvia en el extremo de un hilo al que iba atado un papalote que volaba, por lo que de aquí surge la idea de inventar los famosos pararrayos, los cuales son de gran utilidad para proteger de las descargas eléctricas a los edificios y construcciones que son muy vulnerables.

El descubrimiento de Franklin causó polémica en aquella época entre los políticos y los científicos ya que no se sabía si el extremo de un pararrayos debería construirse en forma de punta o bien en forma redonda, lo cual se resolvió a base de muchos experimentos y observaciones, sin embargo, Franklin defendió siempre su postura de que el pararrayos debería construirse en forma de punta y efectivamente en la actualidad se sabe que dicha afirmación no estaba errada, ya que a menor área mayor campo eléctrico, es decir, que en una superficie pequeña se concentra mayor carga eléctrica.

En el año de 1802 **Davy** produjo una luz muy brillante la cual la logró poniendo dos pedazos de carbono uno cerca del otro, he hizo pasar una chispa eléctrica continua y de aquí se derivó el principio básico de la lámpara de arco, pero su elaboración constituía un factor muy caro de adquirir para los habitantes de aquella época, así que tendrían que esperar a que surgiera una fuente de energía eléctrica que fuese menos costosa.

La evolución de la electricidad en la industria fue majestuosa, ya que es en ésta, en la que se utilizaban mucho los generadores para proporcionar corriente alterna, los cuales producen un flujo eléctrico y éste a su vez, cambiaba de dirección constantemente, por lo que su frecuencia dependía de la rapidez con que giraba la máquina, es por ello que el insigne francés **Andre Marie Ampere**, estableció la relación existente entre el campo magnético y la corriente eléctrica que la produce. A él se debe también el excelente invento del conmutador mecánico, el cual convertía la corriente alterna en continua y uno de éstos fue montado en un generador construido por Pixii, figura 1.

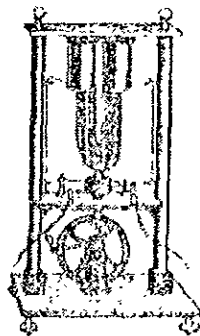


Figura 1. Generador con conmutador incluido para generar corriente continua

En el párrafo anterior se mencionó que se utilizaban generadores para producir una corriente alterna, pero éstos utilizaban una bobina rectangular la cual giraba dentro de un campo magnético y por lo tanto su diferencia de potencial eléctrico<sup>5</sup> (en adelante sólo se *referirá como voltaje*) era muy grande si la máquina giraba muy rápido, así que se pusieron varias bobinas alternadamente al cual se llamó el **inducido**, lográndose con ello que se generará el máximo de voltaje en cada una de ellas y a una cierta velocidad de rotación se obtenía un voltaje constante.

En la figura 2a, se observa este caso simple, el cual consta de un material conductor en forma rectangular y que gira en presencia de un campo magnético. El flujo magnético ( $\Phi$ ) que viaja a través del material conductor varía dependiendo el ángulo que éste forma con la dirección de las líneas de campo magnético, vista horizontal o de planta, figura 2b; de lo cual se puede deducir inmediatamente que en  $0^\circ$  y  $180^\circ$  el flujo magnético que pasa por la bobina rectangular es de cero y por el contrario tiene su valor máximo en  $\Phi = 90^\circ$  y  $\Phi = 270^\circ$ .

**William Sturgeon** en 1825, utilizaba *electroimanes* impulsados por baterías, eliminando así, el uso de imanes permanentes que eran mucho más costosos. Precisamente éste uso que les dió **William Sturgeon** a los *electroimanes* impulsados por baterías, fue el origen de la **autoexcitación**.

Por otra parte un ingeniero danés cuyo nombre era **Soren Hjorth** en 1855, mostró que una vez arrancando la máquina, los electroimanes no necesariamente tenían que ser activados a través de una batería externa, sino más bien, aprovechando una parte de la electricidad generada, pero todavía había una desventaja en la máquina, la cual era que ésta, debía empezar a funcionar mediante imanes fijos. Por lo que en 1865 se demostró que los electroimanes contenían suficiente magnetismo remanente<sup>6</sup> en su núcleo de hierro y con el cual se podía hacer funcionar a un generador eléctrico.

A finales de 1866 **Varley** dió a conocer el principio de la autoexcitación mediante la obtención de una patente, pero ésta, sería hecha pública en el verano de 1867, es por ello que el descubrimiento de la autoexcitación se le atribuye erróneamente a C. F. Varley, figura 3.

---

5. Diferencia de Potencial: Es la relación que existe en el trabajo realizado para desplazar una carga eléctrica de un punto A a un punto B y la magnitud de ésta. Su unidad de medición en el sistema Internacional de Unidades es el [Volt].

6. Remanencia: Inducción que queda cuando un campo magnético aplicado ya se ha anulado.

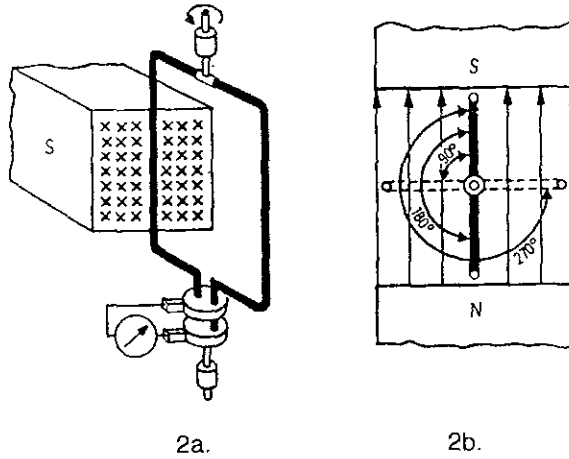


Figura 2a. Bobina rectangular en presencia de un campo magnético;  
2b. Vista horizontal.



Figura 3. Generador autoexcitado, de Varley, 1866.

Después de lo hecho por Faraday, el dínamo, se atribuye a **Werner Von Siemens** como el inventor de dicha palabra. **William** (el hermano de Siemens) demostraba el principio de funcionamiento del dínamo ante la Royal Society en Londres y en ésta misma conferencia **Charles Wheatstone** mostró ante los científicos de aquella época un generador que funcionaba bajo el mismo principio; paralelamente Werner hacia lo propio pero ante la Academia de Ciencias de Berlín.

Cabe señalar que las ideas notables de Siemens fueron inspiradas por un fabricante de productos eléctricos llamado **Henry Wildem**, el cual ya había hecho notar ante la Royal Society en abril de 1866, el "principio de la autoexcitación" Como puede observarse en 1866 ya estaba firmemente establecido dicho principio.

Por otra parte, las lámparas de incandescencia de **Edison** y **Swan** que se utilizaban para alumbrar calles, grandes edificios y para usos domésticos, requerían necesariamente el diseño y construcción de generadores de energía eléctrica bastante



grandes, por lo que los generadores utilizados para dichos usos, no eran considerados lo suficientemente satisfactorios para el cliente, ya que como producían corriente alterna, éstos llevaban conmutadores (como se mencionó al inicio de este apartado con Ampere), lo que ocasionaba frecuentes problemas.

Pese a lo antes mencionado, la corriente alterna era mucho mejor en muchas cuestiones prácticas, ya que en conducciones de larga distancia las pérdidas eran casi nulas para las transmisiones de alto voltaje y por el contrario para las transmisiones de bajo voltaje si había pérdidas considerables; así que cuando se efectuaban transmisiones de larga distancia era conveniente hacer la transmisión a un alto voltaje y antes de llegar al punto deseado se ponía un transformador el cual servía para convertir el alto voltaje que llegaba al *primario* de éste a un bajo voltaje que salía del *secundario* del mismo, por lo que este voltaje ya se podía aprovechar para su uso ordinario, este principio se utilizó por el año de 1880 y se le debe a Faraday como se describió en la "introducción a los motores de inducción"; como se observara, el principio enunciado por Faraday se utilizaría cincuenta años después.

En 1873 **Gramme**, hizo una exposición en Viena con dos generadores construidos por él, figura 4, uno de los cuales funcionaba como dinamo para producir electricidad y ésta la utilizaba para mover al segundo motor. En la actualidad se sabe que la aplicación de un motor y un dinamo debe ser diferente, debido a cuestiones de eficiencia.

**Nikola Tesla** en 1888, inventó el primer motor de corriente alterna y se fabricó en la *Unión Americana* por **Whestinghouse**.

Así que a finales del siglo XIX, dentro de la industria se había hecho patente una característica muy importante en el motor eléctrico, ésta era que el motor se podía desplazar sin ninguna dificultad a cualquier lugar donde hubiese una toma de corriente eléctrica.

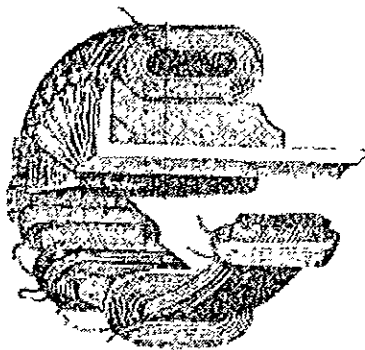


Figura 4. Inducido de anillo, construido por Gramme en 1870.

## II. PRINCIPIOS BÁSICOS

Un motor de inducción se llama así, ya que es una máquina de corriente alterna la cual verifica su movimiento de rotación por la influencia de una corriente eléctrica

Como se sabe, un motor de inducción funciona gracias a que se le inyecta energía a la entrada de éste y por lo tanto a la salida se debe obtener energía mecánica. Dentro de este proceso hay pérdidas de energía, ya que toda la energía que entra no se aprovecha en su totalidad a la salida. También se sabe que cuando una corriente eléctrica circula por un material conductor, se producen pérdidas de potencia y éstas se manifiestan como una elevación de temperatura en el material conductor.

En la figura 5, se representan las partes de que consta un motor de corriente alterna del tipo Jaula de Ardilla y en seguida se explica brevemente cada una de ellas:

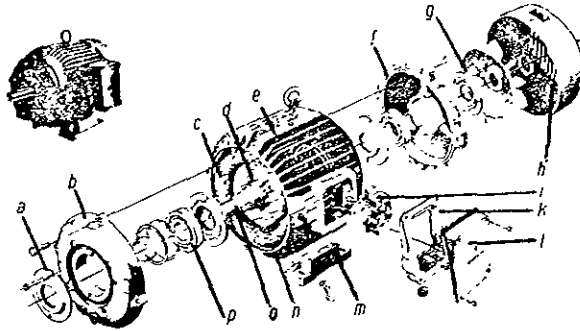


Figura 5. Partes de que consta un motor de C.A. del tipo Jaula de Ardilla.

1. Tapa Balero: Es la tapa de los baleros del motor y se representa en la figura 5 por la letra minúscula "a".
2. Escudo A y B: Son dos y se identifican por las letras minúsculas "b" y "f" respectivamente (en la figura 5), estos son simplemente las tapas del motor. El escudo A es la tapa anterior y la B es la posterior del motor, sólo que ésta última lleva 4 barrenos para sujetar al capuchón.
3. Bobina del estator: Es la parte inmóvil del motor y está formado por paquetes de láminas de acero al silicio troquelados, se representa por la letra "c" minúscula de la figura 5.

4. Rotor con Jaula de Ardilla: Es la parte móvil del motor y está constituido por barras de aluminio al 99.6% de pureza, se representa por la letra "d" minúscula de la figura 5.
5. Carcasa: Es la parte exterior al motor, la cual sirve para cubrir al estator y rotor de cualquier agente externo que pueda causar algún desperfecto en el mismo, se representa en la figura 5 por la letra minúscula "e".
6. Ventilador Exterior: Éste se sujeta al capuchón por medio de unos tornillos, para mantener a una temperatura adecuada al motor, se representa por la letra minúscula "g" en la figura 5.
7. Capuchón: Éste protege al ventilador contra golpes e impide que se introduzcan objetos extraños al motor, además de dirigir el aire del ventilador a las aletas de la carcasa del motor, el capuchón se representa por la letra minúscula "h" en la figura 5.
8. Placa de Bornes: Es donde se hace el tipo de conexión para que trabaje el motor en base a esa conexión, se representa por la letra minúscula "i" en la figura 5.
9. Caja de Conexión Superior: Por medio de ésta se fija la placa de bornes en la carcasa del motor, se representa por la letra minúscula "k" en la figura 5.
10. Tapa para Caja de Conexión: Esta es la parte que cubre tanto a la placa de bornes como a la caja de conexión superior, contra la introducción de algún objeto extraño y que pudiera ocasionar un corto circuito, se representa por la letra minúscula "l" en la figura 5.
11. Patás: Ésta se coloca en la parte inferior del motor mediante barrenos roscados, para mantener en una sola posición al motor, ésta se representa en la figura 5 por la letra minúscula "m".
12. Aletas de Enfriamiento: Sirven para que el calor del motor salga libremente a través de ellas, se representa por la letra minúscula "n" en la figura 5.
13. Eje ó Flecha: Es el dispositivo mediante el cual se entrega energía mecánica para ser aprovechada por otro dispositivo externo al motor; la flecha puede ser de tuxteno ó manganeso o bien la combinación de ellos, ésta se representa en la figura 5 por la letra minúscula "o".
14. Balero: Es el elemento donde se apoyará la flecha del motor para que ésta pueda girar, se representa en la figura 5 por la letra minúscula "p".

Cabe señalar que el laminado tanto del rotor como del estator, se recubren de una pequeña capa de barniz o bien mediante papel pescado y tela amarilla para evitar un corto circuito.

Por otra parte para evitar las corrientes eléctricas parásitas de "Eddy"<sup>7</sup> que sólo se presentan con la corriente alterna, es necesario construir al estator mediante una serie de láminas muy delgadas con el fin de reducir el área de éstas, ya que así la reluctancia<sup>8</sup> magnética aumenta y en consecuencia las corrientes parásitas disminuyen. Las corrientes parásitas en general son inútiles y dañinas y hasta pueden causar severos daños al equipo (motor).

## 2.1. Fundamentos de los Motores Monofásicos de Inducción

En nuestros días los motores monofásicos de inducción son los que se encuentran en mayor abundancia respecto de los motores trifásicos de inducción, esto se debe a que no necesitan un momento fuerte para su arranque, ya que su carga es poca o nula, como es el caso de una aspiradora, una licuadora, una lavadora, etc. y otros tantos como por ejemplo los que se citaron en la introducción de ésta tesis.

El motor monofásico de inducción consta de dos devanados y los cuales en la práctica se llaman: **Devanado de trabajo** y **Devanado de arranque auxiliar**.

El primero de ellos es un grupo de bobinas que se encuentran interconectadas para impulsar al motor y el calibre del alambre es grueso comparado con el devanado de arranque auxiliar; el segundo tiene el mismo número de bobinas y su calibre es menor respecto del devanado de trabajo.

Éstos dos devanados se encuentran en el interior del estator en un ángulo de 90° y en la misma fase. La razón por la cual se encuentran ubicados en ésta posición es para que la corriente eléctrica se divida cuando vaya cambiando de fase lográndose con ello que el motor pueda arrancar.

En la figura 6a se observa nuevamente la bobina rectangular que pasará a través de un ángulo determinado; en la figura 6b se observa que para cada ángulo de inclinación  $\alpha$  determinado, se obtiene la magnitud escalar de  $\Phi$  que pasa por la bobina rectangular mediante la proyección ortogonal de la misma sobre una determinada área polar y por último en la figura 6c se muestra la gráfica correspondiente del flujo magnético para cada ángulo determinado durante una vuelta (revolución) de la bobina rectangular.

---

7. Eddy: Palabra cuyo significado en inglés quiere decir contra corriente.

8 Reluctancia Magnética: Es la oposición del flujo magnético a través de un material conductor.

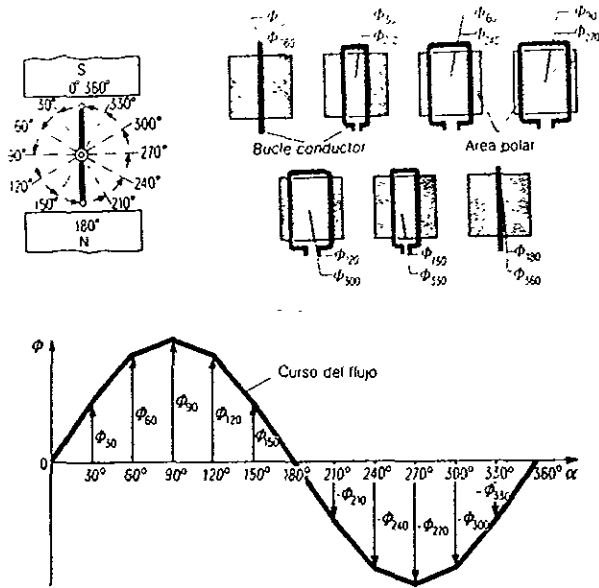
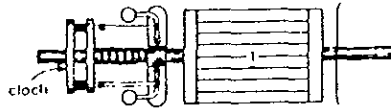


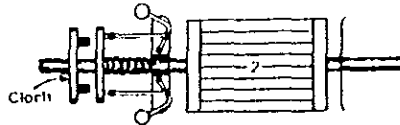
Figura 6. Rotación de 360° de un material conductor en presencia de un campo magnético.

Por lo que una vez puesto en marcha al motor y éste ha alcanzado su velocidad constante de rotación, es en este preciso instante cuando el devanado auxiliar se desconecta mediante la ayuda de un mecanismo llamado **clotch**<sup>9</sup>, por lo que el motor seguirá trabajando gracias a los dos campos magnéticos que se establecieron por la acción del devanado de trabajo. En la figura 7, se observa el clotch en reposo y en movimiento.

9. Clotch: Pieza mecánica que se acopla a la flecha del motor.



1.- El motor en reposo



2 - El motor en marcha (nótese que el clutch ha despegado)

Figura 7. Funcionamiento del Clutch.

Todos los clutches funcionan por medio de fuerza centrífuga, es decir, que los resortes de que consta están unidos a una pieza que hace contacto con el rotor del motor cerrando así el circuito, de manera que cuando el motor alcanza su velocidad de rotación constante esta misma fuerza hace que los resortes se retiren y por lo tanto se desconecta el devanado auxiliar.

## 2.2. Funcionamiento de un Motor de Inducción

La velocidad sincrónica de un motor de inducción se obtiene mediante la expresión 1:

$$n_s = f(120)/p \text{ [rpm]} \dots\dots\dots 1$$

donde

f: es la frecuencia de operación del motor

p: es el número de polos del motor

### Ejemplo:

¿Cuál es la velocidad sincrónica de un motor de 8 polos y que trabaja a una frecuencia de operación de 60 Hz.?

### Solución

Utilizando la expresión 1 se tiene que:

$$n_s = f(120)/p \text{ [rpm]}$$

$$n_s = [(120)(60)/ 8] = 900 \text{ [rpm]}$$

El deslizamiento (s) de la máquina se define como la diferencia de la velocidad del estator ( $n_s$ ) y el rotor (n) entre la velocidad del estator, además el deslizamiento debe estar entre 1 y 0 ( $1 < s < 0$ ).

En la expresión 2 se observa la ecuación mediante la cual se puede obtener el deslizamiento:

$$s = [(n_s - n)/n_s] \times 100\% \dots\dots\dots 2$$

Por otra parte la transferencia de energía del rotor al estator se realiza generalmente a distinto voltaje y distinta frecuencia.

Cabe destacar que si el campo magnético y el rotor giran a la misma velocidad síncrona ( $n_s$ ) por lo tanto el rotor y el campo magnético son estáticos y en consecuencia no hay fuerza electromotriz ni corriente alterna trifásica.

Una vez aclarado lo anterior, se analizará mediante la gráfica de la figura 8, el efecto que se obtiene en el estator del motor al aplicarle una corriente alterna trifásica en cada una de sus fases, es decir, que van a entrar 3 corrientes una para cada fase y éstas se van a combinar de tal manera que el rotor lo ve como un solo campo magnético giratorio de magnitud constante y que gira a la velocidad  $n_s$ .

Además también se apoyará alternativamente en la figura 9, donde se analiza el comportamiento en 12 tiempos de la corriente trifásica mismos que corresponden a la gráfica de la figura 8.

Así que primeramente se debe establecer que la corriente que está arriba del eje del tiempo es positiva y entrante hacia la hoja de papel (figura 8), ésta se representará por medio de una cruz "x"; obviamente la corriente que queda por debajo del eje del tiempo es negativa y en dirección saliente de la hoja del papel hacia el observador, ésta se representará por medio de un punto "·" (figura 8).

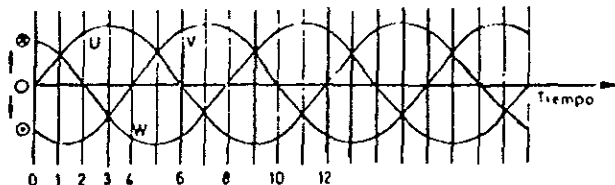


Figura 8. Curva senoidal para la corriente respecto al tiempo en las tres fases del estator.

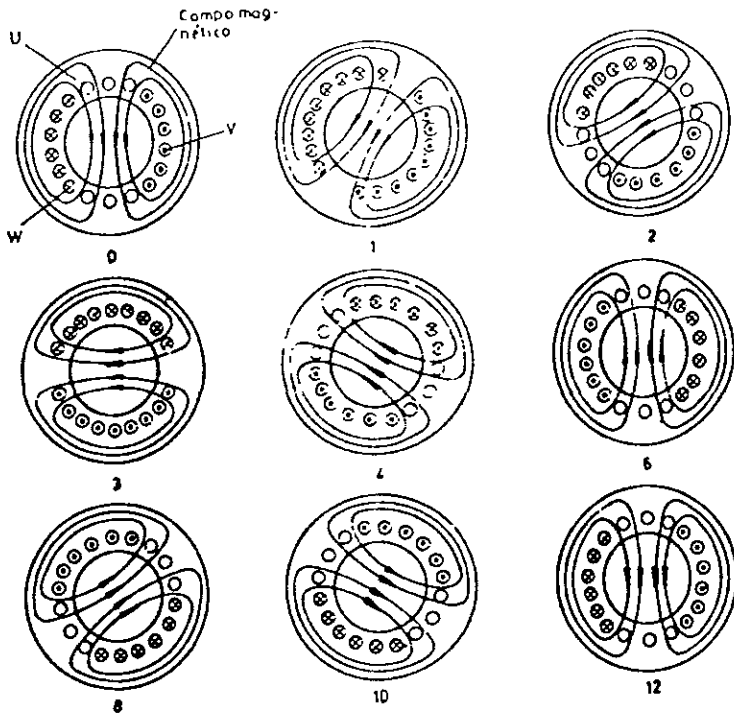


Figura 9. Origen del campo giratorio.

Las entradas y salidas de corriente de estas tres fases a que se hará referencia, están plenamente identificadas por las letras **UVW**. Se observa que en el tiempo "0" de la figura 9, la corriente **W** es entrante, la corriente **V** (que está en el lado opuesto a la corriente **W**) sale del papel y se dirige hacia el observador y la fase **U** se encuentra sin corriente.

En el tiempo "0" de la figura 9 las tres ranuras de la parte superior de la fase **U** se han desplazado hacia la derecha quedando en la fase **V**, y por las cuales sale la corriente (tiempo 1). Las ranuras de la parte inferior de la fase **U** del tiempo "0" se han desplazado hacia la izquierda quedando en la fase **W**, y por las cuales entra la corriente (tiempo 1).

En la figura 8 tiempo "3", se observa que en la fase **U** la corriente ha alcanzado su valor máximo en sentido positivo, mientras que para la fase **V** la corriente ha disminuido hacia la mitad de su valor máximo pero en sentido negativo y para la fase **W** la corriente casi ha alcanzado su valor máximo pero en sentido negativo.



Si se continúa analizando las figuras 8 y 9 se podrá concluir que los demás tiempos que no se describieron funcionan bajo los mismos principios que los tiempos 0 y 1, además de que cuando el campo magnético ha concluido un ciclo de  $360^\circ$ , los tiempos 1 y 12 son idénticos en cuanto a características de funcionalidad y es entonces cuando se empieza una vez más con un nuevo ciclo

Cabe señalar que solamente para los motores de 2 polos, los grados geométricos son exactamente iguales a los grados eléctricos.

### 2.3. Diagrama de Conexión en los Motores Monofásicos de Inducción

En la figura 10 se observa un motor de inducción el cual consta de 4 bobinas de trabajo y 4 bobinas auxiliares, correspondiendo el círculo externo (el más grande) a las bobinas de trabajo y el círculo interno (el más pequeño) a las bobinas auxiliares.

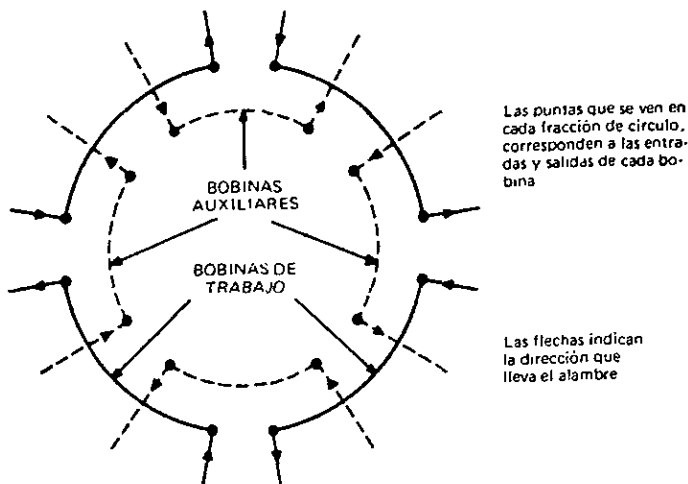


Figura 10. Devanados principales de un motor de inducción.

Para evitar todavía errores cuando se hace el diagrama de los devanados principales de un motor de inducción; en la figura 10, se observa que dichos círculos (externo e interno) están trazados a distintos grosores. Por último se deberá indicar en la parte inferior de las bobinas de la figura 10 el sentido de entrada y salida de la corriente eléctrica, tal y como se muestra en dicha figura.

## 2.4. El Embobinado del Devanado de Trabajo

En la amplia gama de éste tipo de motores sus estatores no traen base ya que ésta, está constituida por las tapas del mismo motor, por lo que se deberá construir un soporte adecuado para el estator como se muestra en la figura 11.

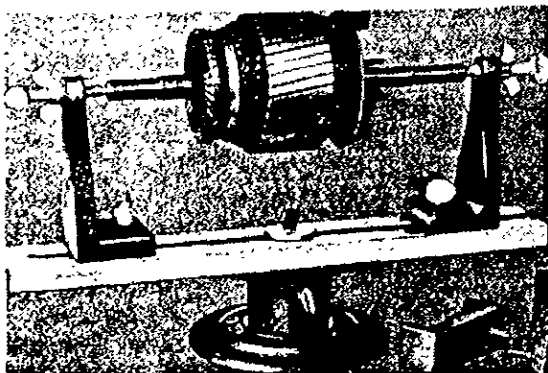


Figura 11. Soporte para sujetar al estator.

Una vez puesto el estator en el soporte adecuado y tomado en cuenta las precauciones del apartado anterior (2.3) se explicará a continuación lo que se deberá hacer para la reparación del devanado de trabajo:

- Obténgase el diagrama de conexiones tal y como se indicó en el apartado 2.3
- Retírese todas las cuñas del estator, utilizando para ello un desarmador el cual se apoyará en las cuñas y se golpeará éste con un martillo hasta quitar la cuña, figura 12.

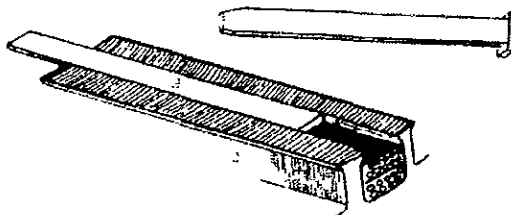


Figura 12. Extracción de las cuñas.

- Se desenreda la primera bobina de trabajo, fijándose para ello en qué ranura se empieza a desenredar la bobina y por cuál se termina de desenredar. Además no se *deberá confiar en* que todas las bobinas de las ranuras tienen el mismo número de vueltas, y por último lave el interior de las ranuras con gasolina.

Para una mayor seguridad de no equivocarse cuando se empiece a embobinar el rotor del motor, se deberá marcar con una raya a la ranura donde se empezó a desenredar la primera bobina y con dos rayas la última ranura, figura 13. También se deberá marcar en el conmutador con un punto la conexión de la primera bobina que inicialmente se empezó a desenrollar, figura 13.

- Se preparan los aislamientos del motor que se colocarán en cada ranura del estator, para poder empezar a embobinarlo con el mismo calibre de alambre como el que se quitó.

Para hacer un poco más entendible lo antes descrito en el último punto, en la figura 14 se observa que el estator (de otro tipo de motor) está montado en otra clase de soporte para facilitar el trabajo de los aislamientos (figura 15) y del propio embobinado.

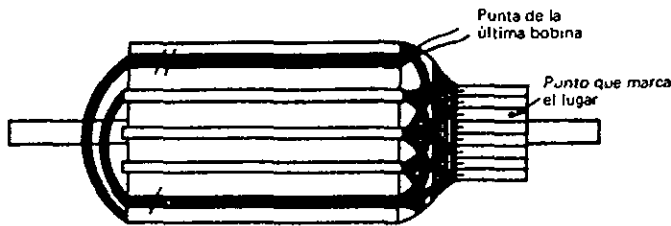


Figura 13. Inicio y final del embobinado del motor de inducción.

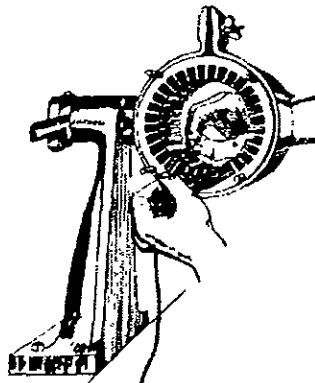


Figura 14. Otro tipo de soporte para estatores

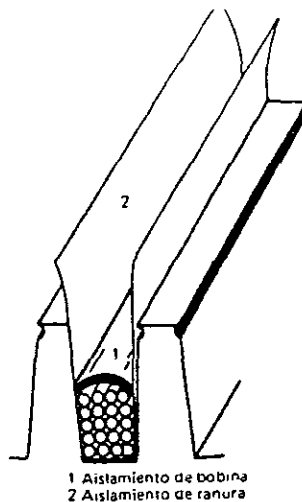


Figura 15. Aislamientos de un motor de inducción.

En la figura 16 se observa un motor monofásico de inducción el cual consta de dos polos magnéticos (norte y sur), un cepillo o carbones y delgas (éstas últimas forman al conmutador) las cuales están etiquetadas por las letras mayúsculas "A" y "B".

En dicha figura se puede observar que el carbón está cortocircuitando a la delga B y consecuentemente a la bobina correspondiente; una vez que los carbones terminen de pasar por la delga B, ahora éstos cortocircuitarán a la delga A y por ende a su bobina correspondiente.

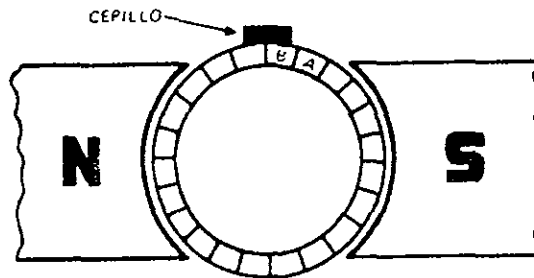
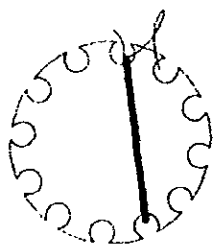


Figura 16. Delgas y carbones de un motor monofásico de inducción.

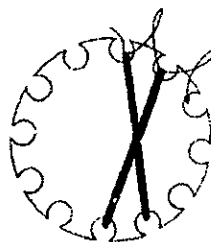
A éste tipo de motores se les llama UNIVERSALES, ya que pueden trabajar en corriente directa o corriente alterna o bien en ambas, además, la potencia que desarrollan no excede a 1/4 de caballo y el fabricante de éste tipo de motores los dota de una resistencia para regular su velocidad, con lo cual el usuario puede manipular ésta mediante el simple hecho de mover hacia una cierta posición una palanca, o más sofisticadamente mediante el pulsar un botón, gracias a la ayuda de la electrónica digital.

En la figura 17-a se muestra un motor de inducción cuyo paso de bobinas es de la 1 a la 6, y ésta se ha terminado de embobinar, pero dejando una pequeña parte del alambre de ésta bobina, para ser soldada al conmutador con soldadura 60/50 (60 de estaño y 50 de plomo), la figura 17-b ilustra la segunda bobina terminada y se dejó también un pedazo de alambre suficiente para que llegue al conmutador y se solde, además se observa que la punta de la flecha de éste pedazo de alambre que se dejó, indica que se continuará con el enrollamiento de la tercera bobina y siguiendo las mismas consideraciones de las dos primeras bobinas explicadas.

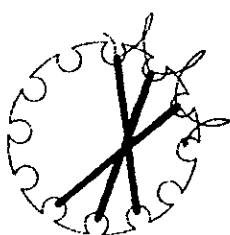
En la figura 17-c se observa la tercera bobina ya terminada, dejándose además el pedazo de alambre ya mencionado y se empezará con el enrollamiento de la cuarta bobina, la cual puede apreciarse terminada en la figura 17-d y como es obvio se empezará el enrollamiento de la quinta bobina. Por último una vez terminada la quinta bobina; la sexta se empezará a enrollar en la ranura donde se terminó de enrollar la primera bobina, cabe hacer la aclaración que cada vez que se terminó de enrollar una bobina, en cada una de éstas se dejó su respectivo pedazo de alambre para su posterior conexión al conmutador, de tal manera que se tendrán al final del embobinado del rotor 12 pedazos de alambres sueltos (puentes).



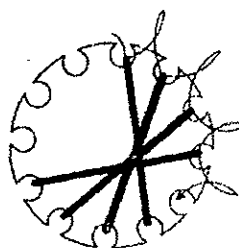
17a.



17b.



17c.



17d.

Figura 17 Bobinado de un motor monofásico de inducción.

En la figura 18 se puede apreciar el inducido terminado con sus puntas (puentes) soldados al conmutador.

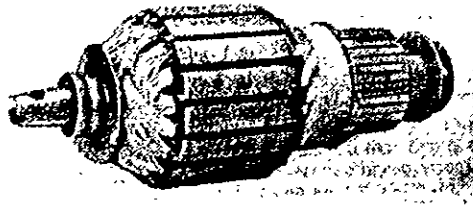


Figura 18. Rotor de un motor de inducción con embobinado nuevo.

Terminado de embobinar el rotor del motor, éste se debe sumergir en un contenedor de barniz por lo menos durante cinco minutos, posteriormente se debe sacar del contenedor y esperar a que se seque perfectamente; éste proceso se deberá repetir una vez más para garantizar el correcto funcionamiento del motor, figura 19.

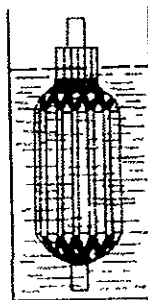


Figura 19. Inmersión del inducido en barniz.

Cabe señalar que el proceso de secado del barniz del rotor es muy tardado, por lo que se sugiere diseñar una caja rectangular de metal (del tamaño apropiado para distintos tamaños de rotores), la cual contendrá focos de 100 watts en su interior para el rápido secado de los rotores impregnados de barniz, figura 20.

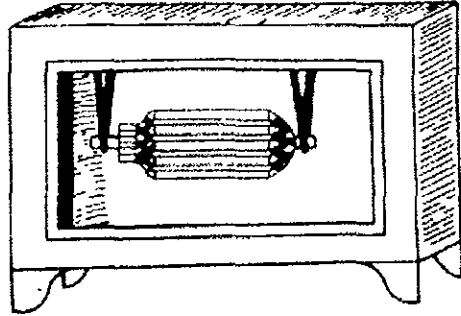


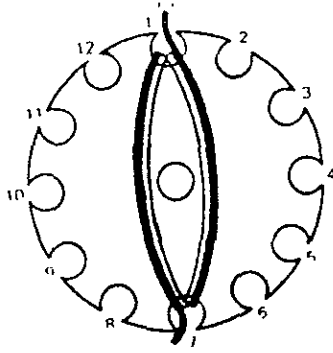
Figura 20. Horno para el secado del barniz de un inducido.

## **2.5. Dos Tipos de Embobinados del Devanado de Trabajo para Motores Monofásicos de Conmutador**

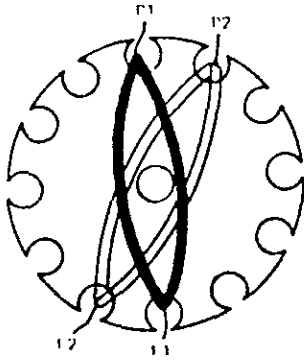
### **a. Devanado de Ojal**

Este tipo de devanado lleva dicho nombre ya que como puede verse en la figura 21-a el embobinado parece ciertamente un ojal. La segunda bobina se puede observar en la figura 21-b y el embobinado terminado, en la figura 21-c; además en dichas figuras se han marcado con una letra "P" el principio de cada bobina y con una letra "F" el fin de cada una de ellas.

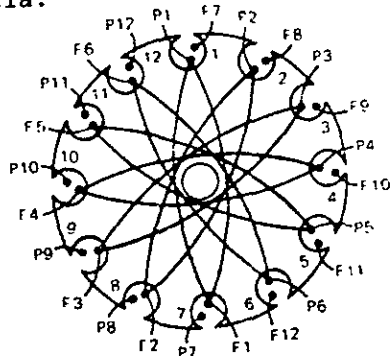
Para el mejor entendimiento de éste tipo de devanado y no dejar lugar a dudas en la construcción de éste, en la tabla 1 se indica el principio y el fin tanto de la bobinas de abajo como las de arriba de cada ranura, por lo que se puede inferir que se tendrán dos puntas en cada ranura, una será el inicio de la bobina de abajo y la otra será el fin de la bobina de arriba.



21a.



21b.



21c.

Figura 21. Forma de devanar un inducido tipo ojal.

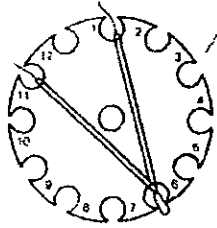
TABLA DE DEVANADO FORMA OJAL PARA INDUCIDOS					
BOBINAS DE ABAJO			BOBINAS DE ARRIBA		
Bobina N°	Principio Ranura N°	Fin en la Ranura N°	Bobina N°	Principio Ranura N°	Fin en la Ranura N°
1	1	7	7	7	1
2	2	8	8	8	2
3	3	9	9	9	3
4	4	10	10	10	4
5	5	11	11	11	5
6	6	12	12	12	6

Tabla 1.

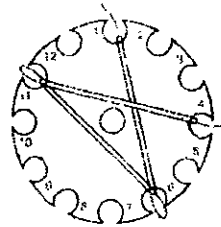


### b. Devanado en Forma V

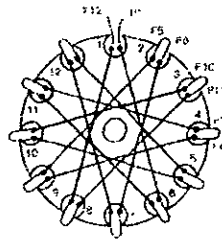
Este segundo tipo de devanado es bastante utilizado tanto en aparatos domésticos como en la industria, en ésta última se utilizan generalmente para grandes velocidades, así que después de haber tomado nota de todas las consideraciones pertinentes, se procederá entonces a devanar de la ranura número 1 a la número 6, como se observa en la figura 22-a (dejando obviamente un pedazo de alambre para la conexión al conmutador). De la ranura número 6 se empieza a enredar la siguiente bobina hasta llegar a la ranura número 11, no olvidándose de dejar su respectivo puente (pedazo de alambre), por lo que en la figura 22-b se puede ver con mayor claridad el porqué del nombre de éste tipo de devanado. Por lo que continuando de una manera similar, en la figura 22-c se observa el devanado terminado, y como se indicaba en el devanado de ojal, aquí también se tienen las puntas que indican el principio y el fin tanto de las bobinas superiores como inferiores de cada ranura, pero tengase en cuenta que en la ranura número 1 se tendrán dos puntas sueltas que indican el inicio de la bobina 1 y el fin de la bobina 12. Para una mejor comprensión de éste tipo de devanado y no dejar lugar a dudas en la construcción de éste, en la tabla 2 se indica el principio y el fin tanto de las bobinas de abajo como las de arriba de cada ranura.



22a.



22b.



22c.

Figura 22. Pasos a Seguir del Devanado Tipo "V".

TABLA DE DEVANADO FORMA V PARA INDUCIDOS		
Bobina	Principio en la Ranura N°	Fin en la Ranura N°
1	1	6
2	6	11
4	11	4
4	4	9
5	9	2
6	2	7
7	7	12
8	12	5
9	5	10
10	10	3
11	3	8
12	8	1

Tabla 2.

En lo que respecta a los motores trifásicos de inducción, ya se había anteriormente mostrado uno de ellos en la figura 5 de éste tema ( II ), específicamente uno del tipo de jaula de ardilla, el cual se encuentra indicando todas las partes que lo constituyen; por lo que no hay mucha diferencia con otros tipos de motores trifásicos. Así que para poder hacer su reparación es necesario que se cuente con la herramienta mínima indispensable para poder desarmarlo y efectuar así su reparación.

Una vez desarmado por completo el motor, es necesario retirar las cuñas de las bobinas apoyándose para ello de las consideraciones y del procedimiento explicado en el subtema 2.4.

## 2.6. Diferentes Formas de Construir una Bobina.

En la figura 23 se observa una herramienta de gran utilidad para hacer las bobinas que se conocen comúnmente con el nombre de *diamante* o *cocoles*, ésta herramienta además de ser muy útil se puede ajustar al tamaño requerido mediante los postes de sujeción los cuales se deslizan sobre los canales, dando así la forma deseada de la bobina.

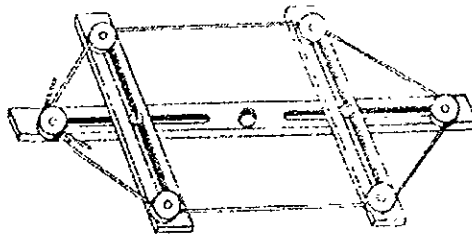


Figura 23. Hechura de la bobina mediante soleras.

Otra alternativa que se tiene para la construcción de éste tipo de bobinas (de diamante) es con la ayuda de una madera del tamaño mayor al de la construcción de la bobina misma, en la cual se colocarán los clavos necesarios y a la distancia pertinente para la hechura de la bobina, figura 24. Debe tenerse en cuenta también que cuando se extraiga la bobina de los clavos, se puede lastimar ésta, por lo que se recomienda quitar las cabezas a los clavos y quitarles el filo.

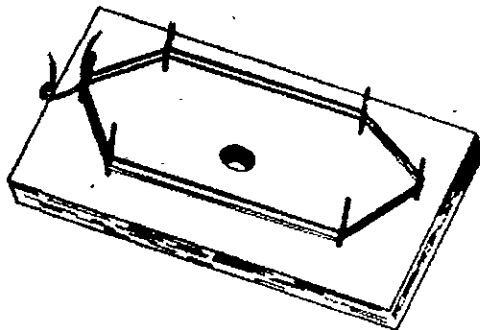


Figura 24. Hechura de la bobina mediante madera y clavos.

Otra forma de hacer el mismo tipo de bobina que hasta este momento se ha tratado, es con la ayuda de varias maderas de la forma de diamante unidas entre sí por medio de pijas, para hacer el número deseado de bobinas que se requiera, figura 25.

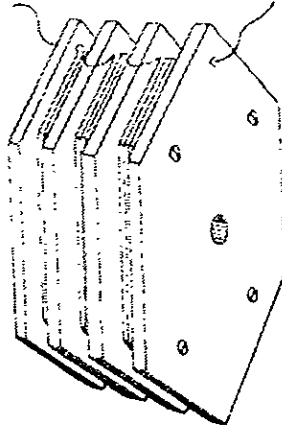


Figura 25. Hechura de varias bobinas a la vez por medio de maderas.

Se empezará ahora a ilustrar la forma de llevar a cabo las bobinas para los motores del tipo alemán, figura 26.

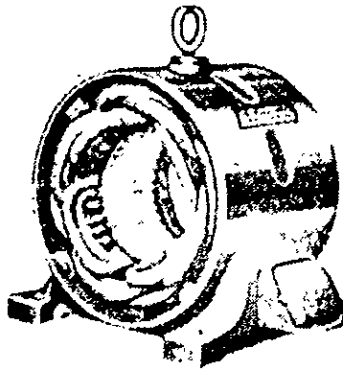


Figura 26. Motor tipo alemán con bobina de madeja.

En la figura 27 se muestra una herramienta muy utilizada en la industria para la hechura de las bobinas del tipo europeo (de madeja), la cual es muy flexible ya que puede ajustarse a diferentes tamaños de bobinas.

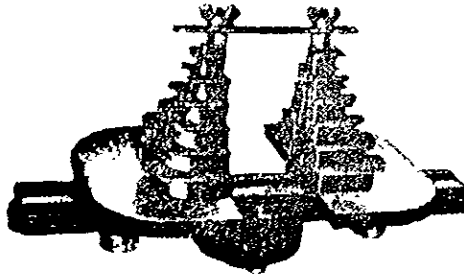


Figura 27. Molde ajustable para hacer bobinas de madeja.

### 2.7. Consideraciones para Colocar las Bobinas.

Una vez hechas las bobinas explicadas en el subtema 2.6, se procederá entonces a la colocación de las mismas. Supóngase que se tiene un motor de 36 bobinas y que el paso de las ranuras es de la 1 a la 7, por lo que colocada la primera se colocará la segunda bobina de la ranura 2 a la 8, y así sucesivamente hasta terminar con la sexta bobina, posteriormente éstas mismas bobinas se tendrán que levantar de sus ranuras para que se puedan colocar las bobinas de las ranuras 30 a la 36. Una vez terminada la colocación de las 36 bobinas, se empezará a introducir las bobinas en sus ranuras correspondientes, por lo que la bobina 8 quedará encima de la bobina 7 y así sucesivamente.

Para evitar además algún cortocircuito de una bobina con la otra o bien de una bobina con la propia ranura, se deberán aislar las bobinas como a las ranuras, como se ilustró en el subtema 2.4 figura 15.

### 2.8. Diagrama de Conexión por Grupos de Bobinas

Retomando el ejemplo del motor de 36 bobinas, primeramente cada una de éstas se deben etiquetar con su entrada y salida respectivamente, de tal forma que la entrada de la primera bobina quede libre y su salida se conecte con la entrada de la segunda bobina, para que después se conecte la salida de la segunda bobina con la entrada de la tercera bobina y la salida de ésta última quede sin conexión (como la entrada de la primera bobina), figura 28; por lo que de ésta misma forma se irán interconectando de tres en tres todas las bobinas restantes de cada grupo, ya que éste tipo de motor corresponde a 4 polos y 3 grupos, así que si se multiplica el número de polos por los tres grupos, se obtendrá entonces 12 bobinas, las cuales llevarán cada grupo interconectadas de tres en tres bobinas como se había dicho antes, figura 29.

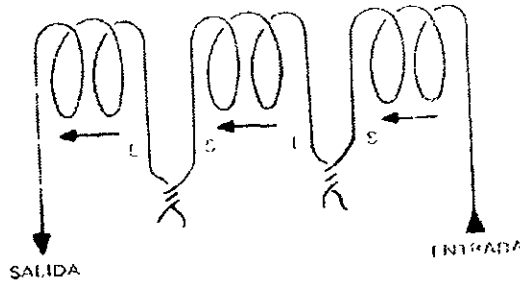


Figura 28. Interconexión de las 3 primeras bobinas del grupo 1.

Concluido lo anterior, se deberá entonces soldar las puntas de las bobinas que se interconectaron de tres en tres de los tres grupos, por ejemplo, tomando la primera tercia de bobinas del grupo 1, sólo se soldará la salida de la primera bobina con la entrada de la segunda bobina y la salida de la segunda bobina con la entrada de la tercera bobina, utilizando para ello soldadura 50/60 (50 de estaño y 60 de plomo). Posteriormente quedan un total de 24 puntas para ser conectadas con su propia fase en los distintos grupos y a la entrada de cada una de ellas, ya que de no conectarse de esta manera el motor difícilmente funcionará.

Cabe hacer mención que en los diagramas de motores trifásicos, una fracción de círculo es llamada **grupo** o **bobina**, y la identificación de las fases en un motor trifásico son exclusivamente las salidas de los grupos (tercias de bobinas para este caso) y que se indican en la figura 29 con las letras minúsculas *v*, *r* y *b*, además para saber de una forma más clara el número de polos del motor que se consideró inicialmente de 36 bobinas, en la misma figura (figura 29) se observa que hay 4 letras minúsculas *v*, *r* y *b*, por lo que se infiere inmediatamente que el motor de las 36 bobinas es de 4 polos como se consideró inicialmente.

Para el entendimiento de la interconexión de las 24 puntas sobrantes, es necesario identificar las fases dentro del diagrama de este tipo de motores trifásicos, por lo que en la figura 30 se ilustra un motor distinto, el cual se ha agrupado en 12 grupos y por consiguiente se tendrán 24 puntas.

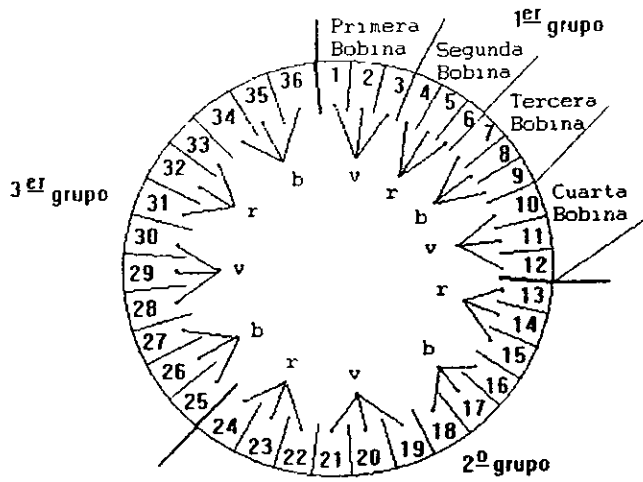


Figura 29. Motor trifásico de 36 bobinas.

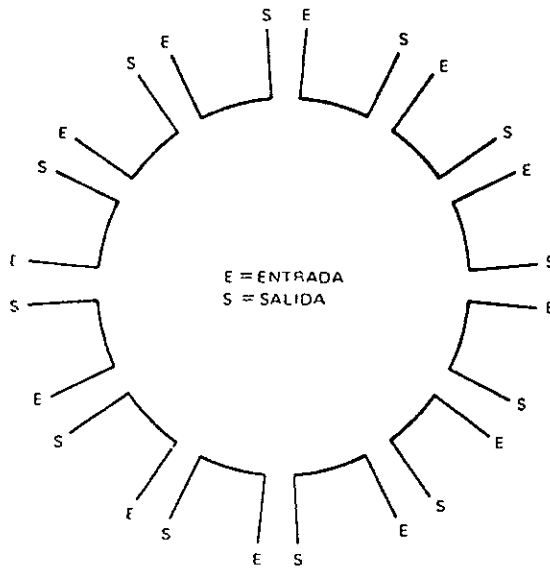


Figura 30. Motor dividido en 12 grupos

Así entonces en las figuras 31a, 31b y 31c se observan las tres fases por separado del motor de 36 bobinas y se ha considerado además dibujar éstas por líneas entrecortadas para la fase A, líneas delgadas para la fase B y líneas gruesas para la fase C, además de indicar el sentido de la corriente con las flechas que aparecen debajo de cada grupo de bobinas, correspondiendo la punta de la flecha a la salida de corriente y la otra parte extrema a la entrada de la corriente.

Las seis puntas restantes correspondientes a la entrada y salida de cada fase, se pueden conectar en **estrella** o bien en **delta**, según se requiera; para lo cual en la salida de cada fase (representada con la letra "S") se ha puesto un asterisco, el cual indica que se pueden tomar éstas como salidas o bien entradas de línea. Si se toman como salidas de línea éstas solamente se podrán conectar en forma *delta* o *estrella*, pero si por el contrario se toman como entradas de línea, éstas sólo se podrán conectar en *serie-delta* o bien en *serie-estrella*, y por último deben numerarse las interconexiones de las fases, por lo que en la fase A serán la bobinas 1 y 4, en la fase B serán la bobinas 2 y 5 y en la fase C serán las bobinas 3 y 6, figuras 32a y 32b.

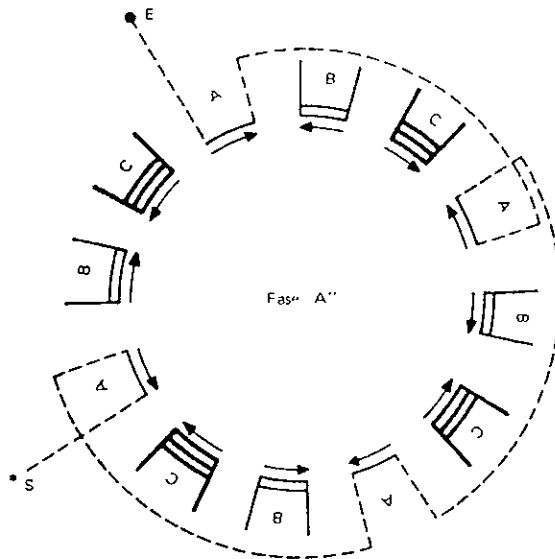
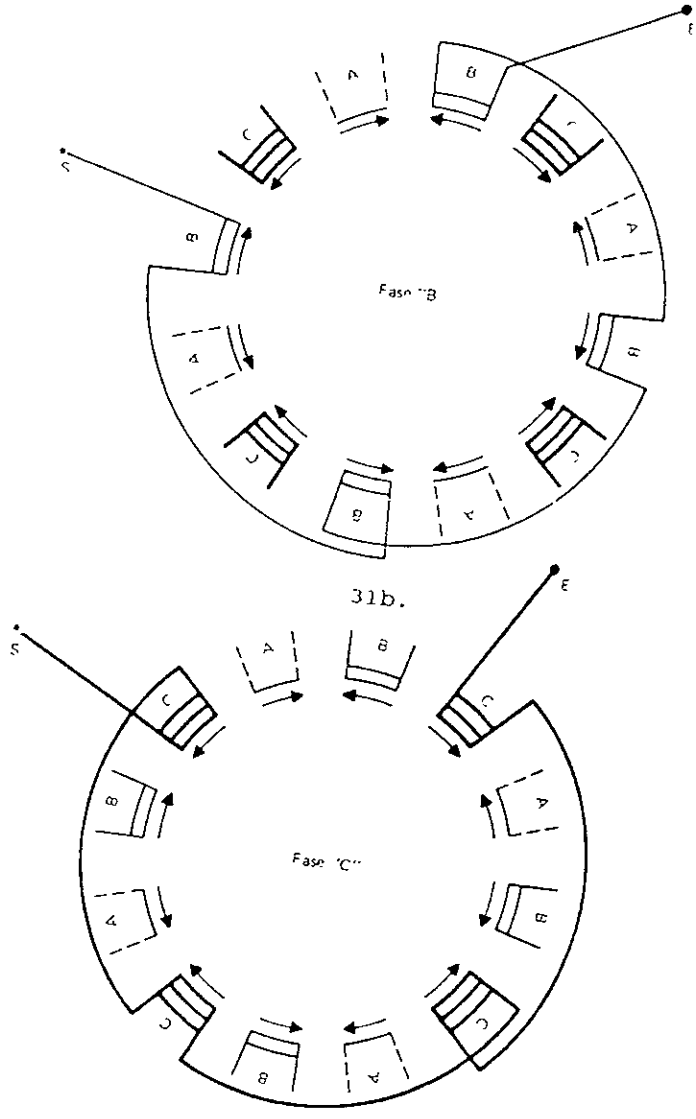
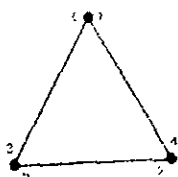


Figura 31a Conexión de las bobinas de la fase A.





Figuras 31b y 31c Conexión de las bobinas de las fases B y C.



32a.



32b.

Figuras 32a y 32b. Conexiones en delta o estrella.

### III. BASES DE DISEÑO

Antes de adquirir un motor de inducción, es de vital importancia conocer cuando menos las siguientes características del mismo:

- 1.- El par de arranque a plena carga.
- 2.- Su eficiencia.
- 3.- El factor de potencia.
- 4.- Su clasificación en base a su diseño eléctrico.
- 5.- Métodos alternativos para reducir la corriente de arranque.

#### 3.1. Mediciones Útiles a la Salida del Motor de Inducción

Las siguientes expresiones matemáticas se utilizan a la salida del motor para medir tanto la potencia en "horsepower" (hp) ó kilowatts (Kw) y el par del mismo en libras por pie (lb·ft) ó newton por metro (N·m), éstas son:

$$\text{horsepower} = \frac{(\text{Par})(\text{RPM})}{5250}$$

donde:

Par [lb · ft]

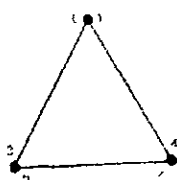
RPM: son las revoluciones por minuto desarrolladas por el motor

$$\text{kilowatts} = \frac{(\text{Par})(\text{RPM})}{9550}$$

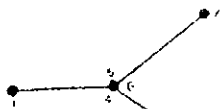
donde:

Par [N · m]

RPM: son las revoluciones por minuto desarrolladas por el motor



32a.



32b.

Figuras 32a y 32b. Conexiones en delta o estrella.

### III. BASES DE DISEÑO

Antes de adquirir un motor de inducción, es de vital importancia conocer cuando menos las siguientes características del mismo:

- 1.- El par de arranque a plena carga.
- 2.- Su eficiencia.
- 3.- El factor de potencia.
- 4.- Su clasificación en base a su diseño eléctrico.
- 5.- Métodos alternativos para reducir la corriente de arranque.

#### 3.1. Mediciones Útiles a la Salida del Motor de Inducción

Las siguientes expresiones matemáticas se utilizan a la salida del motor para medir tanto la potencia en "horsepower" (hp) ó kilowatts (Kw) y el par del mismo en libras por pie (lb · ft) ó newton por metro (N · m), éstas son:

$$\text{horsepower} = \frac{(\text{Par})(\text{RPM})}{5250}$$

donde:

Par [lb · ft]

RPM. son las revoluciones por minuto desarrolladas por el motor

$$\text{kilowatts} = \frac{(\text{Par})(\text{RPM})}{9550}$$

donde:

Par [N · m]

RPM: son las revoluciones por minuto desarrolladas por el motor

$$\text{Par [lb · ft]} = \{(\text{hp})(5250) / \text{RPM}\}$$

$$\text{Par [N · m]} = \{(\text{Kilowatts})(9550) / \text{RPM}\}$$

Por otra parte se sabe que el par desarrollado del motor a plena carga es de 1.5 lbft por cada hp y para un par de polos a 60 Hz. Y el par desarrollado del motor a plena carga es de 3.2 Nm por cada Kw, para un par de polos a 50 Hz.

Ejemplos:

2 polos, 1hp = 1.5 lbft	2 polos, 1 kw = 3.2 Nm
2 polos, 2 hp = 3.0 lbft	2 polos, 2 Kw = 6.4 Nm
4 polos, 1 hp = 3.0 lbft	4 polos, 1 Kw = 6.4 Nm

- Para calcular la velocidad de un motor de corriente alterna (AC), se utilizará la siguiente expresión:

$$\text{velocidad sincrona} = \{(120f) / p\}$$

donde:

- s: es la velocidad sincrona en [RPM]
- f: es la frecuencia del motor expresada en [Hertz]
- p: es el número de polos del motor

- Para obtener el porcentaje de deslizamiento del motor se utiliza la siguiente expresión:

$$\text{Porcentaje de deslizamiento} = \{(s - \text{velocidad a plena carga}) / s\} \times 100\%$$

- La expresión para obtener el tiempo en que el motor alcanza la velocidad de operación, dados el momento de inercia del motor en unidades decimal e inglés en el sistema absoluto:

$$\text{segundos} = \{(\text{wk}^2)(\text{velocidad de cambio}) / (308)(\text{el par promedio de aceleración})\}$$

donde:

- wk<sup>2</sup> : es el momento de inercia expresado en [lbft<sup>2</sup>]
- velocidad de cambio expresada en : [RPM]
- el par promedio de aceleración expresado en : [lbft]

$$\text{segundos} = \{ (J)(\text{velocidad de cambio}) / (9.55)(\text{el par promedio de aceleración}) \}$$

donde:

J : es el momento de inercia expresado en [Kgm<sup>2</sup>]  
 velocidad de cambio expresada en : [RPM]  
 el par promedio de aceleración expresado en : [Nm]

● Así también se puede inferir que el momento de inercia del motor se puede calcular con la siguiente expresión:

$$J \left\{ \begin{array}{l} \text{wk}^2 \\ \text{J} \end{array} \right. = \frac{\text{inercia del motor} + \frac{[(\text{inercia de carga})(\text{velocidad de carga})^2]}{[(\text{velocidad del motor})^2]}}$$

donde:

la velocidad de carga esta expresada en: (RPM)<sup>2</sup>

Recuérdese además que:

$$1 \text{ ft}^2 = 0,04214 \text{ [Kgm}^2\text{]}$$

$$1 \text{ Kgm}^2 = 23.73 \text{ [lbf}^2\text{]}$$

● El par de aceleración promedio se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\text{El par de aceleración promedio} = \frac{[(\text{FLT} + \text{BDT}) / 2] + \text{BDT} + \text{LRT}}{3}$$

donde:

BDT: Par de ruptura

FLT: Par a plena carga

LRT: Par a rotor bloqueado

● Variación de la temperatura en alturas grandes de operación.

En altitudes no mayores a los 3300 pies (1000 metros), tanto motores como generadores operarán satisfactoriamente, pero el límite de operación en cuanto a la temperatura se refiere para los motores y generadores se calcula mediante las siguientes expresiones:

$$T_{alt} = [ ( T_{sl} ) / ( 1.10 - H / 33\ 000 ) ]$$

$$T_{alt} = [ ( T_{sl} ) / ( 1.10 - H / 10\ 000 ) ]$$

donde:

$T_{\text{alt}}$  : Elevación de temperatura en °c a una cierta altura de operación.

$T_{\text{m}}$  : Elevación de temperatura en °c al nivel del mar.

H: Altura que está por arriba del nivel del mar, tanto en pies como en metros.

Cabe señalar que la elevación de la temperatura puede obtenerse de los datos de la placa del motor, por su fabricación o bien por la prueba de temperatura.

Ejemplo:

Obténgase la elevación de temperatura de un motor que opera a 6500 ft (1980 m) de elevación, sabiendo además que la temperatura a nivel del mar donde se realiza la prueba es de 95°c

Solución

$$T_{\text{alt}} = [ ( 95^{\circ}\text{c} ) / ( 1.10 - 6\ 500 / 33\ 000 ) ] = 105.2^{\circ}\text{c}$$

$$T_{\text{alt}} = [ ( 95^{\circ}\text{c} ) / ( 1.10 - 1\ 980 / 10\ 000 ) ] = 105.3^{\circ}\text{c}$$

### 3.2. Características de Desempeño en Motores de AC

En la tabla 3 se muestra la potencia en [Hp] para 3 distintos voltajes aplicados a motores monofásicos de inducción, dando como resultado la corriente a plena carga en amperes. Por otra parte la clasificación de un motor de inducción se puede obtener de acuerdo a su diseño eléctrico, quedando de la siguiente forma:

a) Trifásicos

- i.- Diseño A
- ii.- Diseño B
- iii.- Diseño C
- iv.- Diseño D

b) Monofásicos

- i.- Diseño L
- ii. Diseño M
- iii. Diseño N
- iv. Diseño O

En las tablas 4 y 5 se muestran las corrientes en ampers a rotor bloqueado para una frecuencia de 60 Hz para motores monofásicos.

Hp	Voltaje Aplicado		
	115 V	200 V	230 V
1/6	4.4	2.5	2.2
1/4	5.8	3.3	2.9
1/3	7.2	4.1	3.6
1/2	9.8	5.6	4.9
3/4	13.8	7.9	6.9
1	16	9.2	8
1 1/2	20	11.5	10
2	24	13.8	12
3	34	19.6	17
5	56	32.2	28
7 1/2	80	46	40
10	100	57.5	50

Tabla 3.

Hp	2, 4, 6 y 8 Polos			
	Diseño N		Diseño O	
	115 V	230 V	115 V	230 V
1/6 y más pequeños	20	12	50	25
1/4	26	15	50	25
1/3	31	18	50	25
1/2	45	25	50	25
3/4	61	35		
1	80	45		

Tabla 4.

Hp	Diseño L		Diseño M
	115 V	230 V	230 V
1/2	45	25	
3/4	61	35	
1	80	45	
1 1/2		50	40
2		65	50
3		90	70
5		135	100
7 1/2		200	150
10		260	200

Tabla 5.

En la tabla 6 se muestran las corrientes a plena carga para motores trifásicos de inducción del tipo de jaula de ardilla y con el rotor bipartido.

Cabe señalar que para la tabla número 6, si la potencia es mayor a 200 Hp, la corriente a un voltaje aplicado de 200 [V] será de 2.75 [A]; para un voltaje de 230 [V] la corriente será de 2.4 [A]; para un voltaje de 460 [V] la corriente será de 1.2 [A]; para un voltaje de 575 [V] la corriente será de 0.96; para un voltaje de 2300 [V] la corriente será de 0.24 [A] y para un voltaje de 4000 [V] la corriente será de 0.14 [A].

En la tabla 7 se muestra la corriente a plena carga para motores trifásicos sincrónicos y con un factor de potencia unitario.



Hp	Voltaje Aplicado						
	115 V	200 V	230 V	460 V	575 V	2300 V	4000 V
1/2	4.4	2.5	2.2	1.1	0.9		
3/4	6.4	3.7	3.2	1.6	1.3		
1	8.4	4.8	4.2	2.1	1.7		
1 1/2	12.0	6.9	6.0	3.0	2.4		
2	13.6	7.8	6.8	3.4	2.7		
3		11.0	9.6	4.8	3.9		
5		17.5	15.2	7.6	6.1		
7 1/2		25.3	22	11	9		
10		32.2	28	14	11		
15		48.3	42	21	17		
20		62.1	54	27	22		
25		78.2	68	34	27		
30		92	80	40	32		
40		120	104	52	41		
50		150	130	65	52		
60		177	154	77	62	16	8.9
75		221	192	96	77	20	11.0
100		285	248	124	99	26	14.3
125		359	312	156	125	31	17.9
150		414	360	180	144	37	21
200		552	480	240	192	49	28

Tabla 6.

Hp	Voltaje Aplicado			
	460 V	575 V	2300 V	4000 V
100	100	80	20	11.5
125	125	100	25	14.4
150	150	120	30	17.2
200	200	160	40	23
250	250	200	50	28.7
300	300	240	60	34.5
350	353	282	70.5	40.5
400	403	322	80.5	46.3
500	500	400	100	57.5
600	600	480	120	69
700	705	564	141	81
800	805	644	161	92.6
900	905	724	181	104
1000	960	768	192	110

Tabla 7.

En la figura 33 se pueden apreciar las distintas curvas de Par - Velocidad para los diseños A, B, C y D de motores trifásicos de inducción.

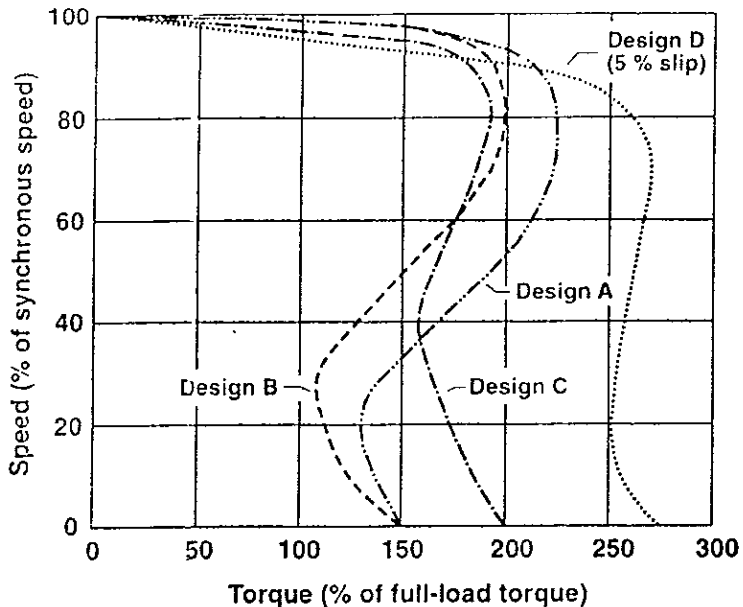


Figura 33. Curvas de Par - Velocidad.

Así entonces la Asociación Americana de fabricantes de equipo eléctrico con el fin de tener uniformidad en las aplicaciones y características en los motores de inducción, los ha clasificado de acuerdo a la corriente de arranque, par máximo desarrollado y otros aspectos relacionados y les ha asignado letras y que son las siguientes: clase A, clase B, clase C, clase D, clase E y clase F, donde las designaciones más comunes son:

**Clase B :** De par de arranque normal ( 110 - 150% de par normal<sup>10</sup> ) y baja corriente de arranque (500 - 700% de la corriente a plena carga<sup>11</sup>) es el más usado del tipo de motores *jaula de ardilla*, se aplica frecuentemente en máquinas herramienta, ventiladores, bombas, prensas, etc.

---

10. Par Normal: Son las fuerzas aplicadas sobre los devanados del motor que producen giro del motor entorno a su eje; se le puede asociar a una fuerza giratoria.

11. Corriente a Plena Carga: corriente requerida para que el motor opere en condiciones normales o bien a plena carga alcanzando la velocidad y el par normal, su valor se encuentra indicado en la placa de datos.

**Clase C :** De par de arranque elevado (200 - 250% del par normal) y baja corriente de arranque (450 - 500% de la corriente a plena carga), se utiliza en compresoras y bombas alternativas, elevadores, trituradores, etc.

**Clase D :** Con el más alto par de arranque (250 - 300% del par normal) y corriente de arranque intermedia (400 - 800% de la corriente a plena carga), son utilizados en máquinas con cargas de alta inercia e intermitentes como punzadoras, cizallas, cortadoras, ascensores, grúas, prensas, etc.

Por otra parte es importante señalar el significado de ciertos conceptos básicos que con frecuencia se han estado apuntando aquí y que se seguirán mencionando, estos son:

Corriente de arranque: Cuando un motor se energiza, la corriente eléctrica crece desde el arranque, hasta que se estabiliza su velocidad; por lo que la corriente eléctrica alcanza una magnitud de 2 a 8 veces la corriente a plena carga. Según el tipo de motor, la *corriente de arranque es de corta duración y se considera normal ya que los motores están diseñados para soportarla.*

Corriente a rotor bloqueado : Así se denomina la corriente eléctrica que demanda el motor cuando es frenado hasta llevarlo al punto de reposo, si es de corta duración el motor la soporta, en caso contrario lo destruye. Se considera anormal y ocasionalmente se maneja en pruebas.

Corriente de sobrecarga : Son corrientes eléctricas ligeramente mayores que la corriente a plena carga hasta corrientes menores a la de rotor bloqueado. Su causa puede ser mecánica o eléctrica (baleros dañados, desgaste en la flecha, terminales mal conectadas, líneas de alimentación con bajo voltaje, etc.) y se considera anormal.

El efecto de una sobrecarga es una elevación de temperatura en el devanado del motor que dependiendo de la duración y del tamaño de la sobrecarga acortará la vida del motor.

Corriente de corto circuito : Corriente de falla excesivamente grande y de severos efectos (puede fundir la instalación y otros elementos), se presenta accidentalmente por alguna de las causas siguientes:

- \* Maniobras inadecuadas.
- \* Fallas de aislamiento de los conductores.
- \* Fenómenos naturales.

Por lo que puede ocurrir algunos de los casos indicados a continuación:

- \* Una fase (viva) hace contacto con el neutro (muerto) o hace tierra, (toca el piso, muro, techo, carcasa del motor, etc.).

\* Dos ó tres fases (vivas) hacen contacto entre si con el neutro o hacen tierra.

En la tabla 8, se muestran las diferentes corrientes trifásicas expresadas en amperes para diseños de motores de tipo B, C y D a rotor bloqueado, a una frecuencia de 60 Hz, de una sola velocidad para medios motores del tipo de jaula de ardilla.

Hp	Voltaje Aplicado						Diseño
	200 V	230 V	460 V	575 V	2300 V	4000 V	
0.5	23	20	10	8			B, D
0.75	29	25	12	10			B, D
1	34	30	15	12			B, D
1.5	46	40	20	16			B, D
2	57	50	25	20			B, D
3	74	64	32	26			B, C, D
5	106	92	46	37			B, C, D
7.5	146	127	63	51			B, C, D
10	186	162	81	65			B, C, D
15	267	232	116	93			B, C, D
20	333	290	145	116			B, C, D
25	420	365	182	146	36	21	B, C, D
30	500	435	217	174	43	25	B, C, D
40	667	580	290	232	58	33	B, C, D
50	834	725	362	290	72	42	B, C, D
60	1000	870	435	348	87	50	B, C, D
75	1250	1085	542	434	108	62	B, C, D
100	1665	1450	725	580	145	83	B, C, D
125	2085	1815	907	726	181	104	B, C, D
150	2500	2170	1085	868	217	125	B, C, D
200	3335	2900	1450	1160	290	167	B, C
250	4200	3650	1825	1460	365	210	B
300	5060	4400	2200	1760	440	253	B
350	5860	5100	2550	2040	510	293	B
400	6670	5800	2900	2320	580	333	B
450	7470	6500	3250	2600	650	374	B
500	8340	7250	3625	2900	725	417	B

Tabla 8

Letra clave, KVA a rotor bloqueado por KW

En la placa de datos de cualquier motor, se marca con una letra clave (seleccionada de la tabla 9), para especificar los KVA a rotor bloqueado por Hp; cabe hacer la aclaración que la designación de los KVA a rotor bloqueado por Hp, debe ser a tensión y frecuencia nominales.

Designación de letra	KVA por Horsepower (Hp)
A	0 - 3.15
B	3.15 - 3.55
C	3.55 - 4.0
D	4.0 - 4.5
E	4.5 - 5.0
F	5.0 - 5.6
G	5.6 - 6.3
H	6.3 - 7.1
J	7.1 - 8.0
K	8.0 - 9.0
L	9.0 - 10.0
M	10.0 - 11.2
N	11.2 - 12.5
P	12.5 - 14.0
R	14.0 - 16.0
S	16.0 - 18.0
T	18.0 - 20.0
U	20.0 - 22.4
V	22.4 - hacia arriba

Tabla 9.

### 3.3. Causas que Afectan el Desempeño de un Motor de Inducción

Antes de empezar a desarrollar éste subtema, es importante destacar la relevancia que tiene una "norma", así que definiéndola se entenderá ésta como un conjunto de recomendaciones emitidas por una dependencia privada o bien de gobierno, que tienen por objeto regular la construcción, utilización, aplicación, etc., de máquinas y equipos.

Las normas más sobresalientes del mundo son:

- 1.- NEMA: Asociación Americana de Fabricantes de Equipo Eléctrico.
- 2.- IEC: Comisión Electrotécnica Internacional.
- 3.- NOM: Norma Oficial Mexicana.

Actualmente la importancia de maquinaria y equipo de origen europeo y japonés así como el establecimiento de nuevos fabricantes de equipo original, que requieren equipo que cumpla con las normas internacionales para aumentar sus ventas en el mundo, más la necesidad de abastecimiento y mantenimiento de este tipo de usuarios de equipo de control y de máquinas, han ocasionado que en América se desarrolle y fabrique equipo de control eléctrico bajo normas internacionales IEC; éste último tiene por objeto entonces elaborar y aprobar programas de trabajo los cuales se desarrollaron con la ayuda de los principales países industriales mediante comités técnicos. Por lo regular las normas IEC son la base de normas locales.

Una de las causas principales del mal funcionamiento de un motor, es debido a un desbalance de voltajes y a éste respecto se dice entonces que un sistema se encuentra **balanceado** cuando los voltajes de las tres fases son senoidales de igual amplitud y tienen la misma frecuencia, pero defasados  $120^\circ$  entre sí; y si además sucede que las tres corrientes generadas son también balanceadas, por lo tanto se tendrá un Sistema Trifásico Balanceado.

En la figura 34 se observan los voltajes de un sistema trifásico representados por las letras  $V_A$ ,  $V_B$ ,  $V_C$  a la tensión de las fases A, B y C respecto al neutro.

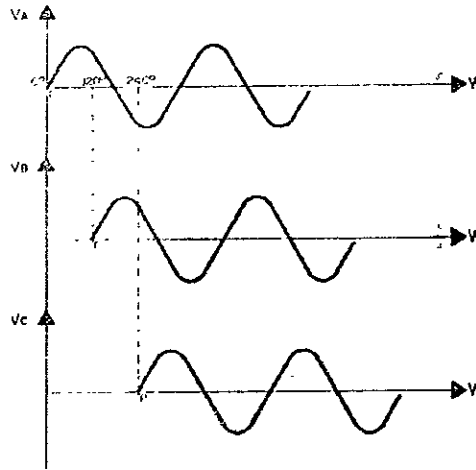


Figura 34 Sistema Trifásico Balanceado

Así que algunas de las causas más comunes en el desbalance de voltajes pueden ser:

- 1.- Una de las fases desigual en cuanto a su carga se refiere.
- 2.- Defasamiento de una de las fases (sin una relación de  $120^{\circ}$ ) respecto a las otras 2 fases.
- 3.- La impedancia de una fase desigual.
- 4.- El banco de capacitores para mejorar el factor de potencia llega a ser desigual o bien tiene un circuito abierto.

Un desbalance de voltaje por pequeño que sea éste, puede ocasionar un incremento muy elevado en la temperatura. En la fase donde la corriente es muy alta, se puede calcular el incremento de la temperatura en porcentaje mediante la expresión número 3 y el porcentaje de desbalance del voltaje se obtendrá con la expresión número 4:

$$\% T = 2(V_{des})^2 \dots\dots\dots 3$$

$$\% V_{des} = 100\sigma / \bar{v} \dots\dots\dots 4$$

donde:

$V_{des}$  : Es el voltaje desbalanceado.

$\sigma$  : Es la máxima desviación del voltaje.

$\bar{v}$  : Es el promedio del voltaje de las 3 fases



### Ejemplo:

Supóngase que se tienen las tres fases dadas por  $V_A = 243 \text{ V}$ ;  $V_B = 235 \text{ V}$  y  $V_C = 230 \text{ V}$ . Calcular el porcentaje de voltaje en desbalance y el porcentaje del incremento de la temperatura.

### Solución

Primeramente hay que obtener el voltaje promedio de las 3 fases:

$$\bar{V} = 1/n \left[ \sum_{i=1}^n V_i \right] = (243 + 235 + 230)/3 = 236 \text{ volts}$$

posteriormente se calcula la máxima desviación estándar del voltaje:

$$\sigma = \left[ \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{V} - V_i)^2 \right]^{1/2} = \left[ \frac{1}{3-1} \left\{ (236-243)^2 + (236-235)^2 + (236-230)^2 \right\} \right]^{1/2}$$

$$\sigma = \left[ \frac{(49 + 1 + 36)}{2} \right]^{1/2} = (43)^{1/2} = 6.5 \approx 7.0 \text{ volts}$$

ahora se calcula el porcentaje del voltaje desbalanceado:

$$V_{\text{des}} = (100)(7) / 236 = 3.0\%$$

y por último el porcentaje del incremento de temperatura:

$$T = 2 (3)^2 = 18\%$$

Así que el desbalance de voltajes produce un pequeño campo magnético el cual gira en dirección errónea y opuesta al par útil.

Cuando se revisa una instalación por voltajes desbalanceados, se deberá saber en primer lugar el tipo de sistema de distribución, la carga monofásica y el voltaje aprante; así que si todo esto está funcionando correctamente, entonces se deberá revisar lo listado en los puntos 1, 2, 3 y 4 del inicio de éste subtema.

### **3.4. Eficiencia y el Factor de Potencia de un Motor de Inducción**

Como es sabido el factor de potencia y la eficiencia del motor son conceptos muy sencillos de entender y parte importante de un motor de inducción, por lo que se explicará muy brevemente estos conceptos.

Factor de potencia: Es la relación de la potencia media (watts ó Kilowatts) y la potencia aparente (voltampers ó Kilovoltampers), es decir, el factor de potencia trifásico está dado por la siguientes expresiones

$$fp_{Infasico} = (P_{ent}) / [(1.732)(V)(Amperes)]$$

$$fp_{Infasico} = [(746)(Hp)] / [(1.732)(V)(A)(Eficiencia)]$$

La eficiencia deberá estar en decimales.

El factor de potencia de un motor es independiente de la toma corriente. Si se piensa en agregar un banco de capacitores para aumentar el factor de potencia, éste es un concepto erróneo, ya que, dicho banco no mejora al factor de potencia del motor. En la figura 35 se puede observar un motor a plena carga y su factor de potencia.

Cabe señalar que el hecho de exista un bajo factor de potencia en una industria, da motivo a un aumento en la intensidad de la corriente eléctrica, lo cual origina pérdidas por efecto Joule ( $RI^2$ ) y por lo tanto fuertes caídas de tensión eléctrica, por consecuencia se obliga a la compañía distribuidora de energía eléctrica a aumentar la potencia de sus plantas generadoras, transformadores y líneas de distribución.

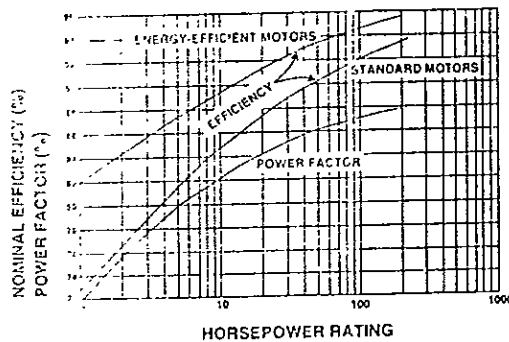


Figura 35. Eficiencia nominal para motores NEMA diseño B de 4 polos.

Corrección del fp: La gran mayoría de las cargas industriales son de tipo inductivo como por ejemplo, transformadores, motores de inducción, reguladores, aire acondicionado, maquinas soldadoras, hornos de inducción y balastros; estas cargas requieren para la energización de sus campos magnéticos de una corriente inductiva, por lo que la representación esquemática del circuito de una planta industrial puede hacerse mediante una carga resistiva y una carga inductiva conectadas en paralelo, figura 36.

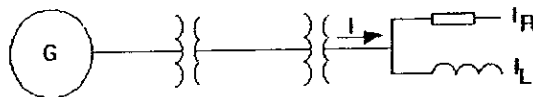


Figura 36 Circuito eléctrico de una planta industrial.

La corriente total del circuito será la resultante de la corriente activa o resistiva en fase con la tensión y la corriente reactiva inductiva, por lo que al ángulo se le llamará  $\phi_1$ , figura 37.

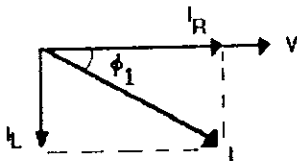


Figura 37. Diagrama fasorial de la tensión y corriente en una industria.  
La carga es de tipo inductiva-resistiva

Ahora bien si se instala un capacitor en paralelo con la carga, se presentará en el circuito una corriente capacitiva  $I_c$  en oposición con la corriente inductiva  $I_L$ ; esto quiere decir que el flujo de la corriente entre el capacitor y la carga inductiva ocasionan una reducción de la corriente resultante en el circuito y por lo tanto una reducción en el ángulo  $\phi$  que se denotará por  $\phi_2$ , figura 38.

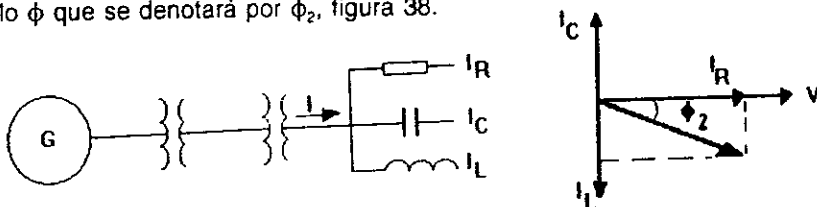


Figura 38. Circuito eléctrico industrial con capacitores instalados en paralelo con la carga y su diagrama fasorial resultante.

### Ejemplo:

Si tenemos el consumo total de carga de una planta industrial que es de 100Kw con un factor de potencia de 60% y se desea obtener un factor de potencia del 80%.

### Solución

Matemáticamente esto se puede resolver obteniendo el valor numérico en kilovolts-ampers reactivos de un banco de capacitores que deberá conectarse en paralelo con la carga del circuito de la planta:

$$\cos \phi_1 = 0.6 \quad \Rightarrow \quad \phi_1 = \arccos 0.6 = 53.13^\circ$$

$$\tan \phi_1 = \tan 53.13^\circ = 1.33$$

$$\cos \phi_2 = 0.8 \quad \Rightarrow \quad \phi_2 = \arccos 0.8 = 36.87^\circ$$

$$\tan \phi_2 = \tan 36.87^\circ = 0.75$$

$$Kw = 100(1.33 - 0.75) = 100(0.5833) = 58.33 \approx 60 \text{ [Kvar]}$$

Ahora bien si no se desea hacer todos los cálculos anteriores se busca en la tabla 10 el factor de potencia que se tiene actualmente y posteriormente se busca el factor de potencia deseado sobre el mismo renglón y se observará que el valor encontrado será de 0.583, por lo que sólo faltará multiplicar los 100Kw de la planta por el factor encontrado de 0.583, lo cual da como resultado  $100(0.583) = 58.3$  Kvar, pero como comercialmente no está disponible este valor en banco de capacitores, se busca el valor comercial inmediato superior.

Eficiencia: Es la relación de la potencia de salida (watts) y la potencia de entrada (watts), la cual está dada por la siguiente expresión en su forma general:  $\eta = P_{sal} / P_{ent}$ , pero en términos del factor de potencia, los Hp, el voltaje y amperaje se tiene que:

$$\eta = (431\text{Hp}) / (\text{Voltaje} \times \text{Amperes} \times \text{fp})$$

El factor de potencia deberá estar en decimales.

La "Eficiencia Nominal NEMA" es un número que se selecciona de la tabla 11 que es muy cercano al valor medio de la eficiencia, obtenido éste de varias pruebas a un grupo de motores similares, por lo que ésta es la eficiencia que se da en la placa de datos del motor. Para cada valor de la placa de datos, la tabla 10 especifica una "Minima Eficiencia" requerida por la NEMA para cualquier motor que es probado a plena carga.

Factor de Potencia Actual [%]	Factor de Potencia Deseado en [%]				
	100	95	90	85	80
60	1.333	1.004	0.849	0.713	0.583
62	1.266	0.937	0.782	0.646	0.516
64	1.201	0.872	0.717	0.581	0.451
66	1.138	0.809	0.654	0.518	0.388
68	1.078	0.749	0.594	0.458	0.328
70	1.020	0.691	0.536	0.400	0.270
72	0.964	0.635	0.480	0.344	0.214
74	0.909	0.580	0.425	0.289	0.159
76	0.855	0.526	0.371	0.235	0.105
77	0.829	0.500	0.345	0.209	0.079
78	0.802	0.473	0.318	0.182	0.052
79	0.766	0.447	0.292	0.156	0.026
80	0.70	0.421	0.266	0.130	
81	0.724	0.395	0.240	0.104	
82	0.698	0.369	0.214	0.078	
83	0.672	0.343	0.188	0.052	
84	0.646	0.317	0.162	0.206	
85	0.620	0.291	0.136		
86	0.593	0.264	0.109		
87	0.567	0.238	0.083		
88	0.540	0.211	0.056		
89	0.512	0.183	0.028		
90	0.484	0.155			
91	0.456	0.127			
92	0.426	0.097			
93	0.395	0.066			
94	0.363	0.034			
95	0.329				
96	0.292				
97	0.251				
99	0.143				

Tabla 10.

Eficiencia de Medios Motores Polifásicos de tipo Jaula de Ardilla			
Eficiencia Nominal	Eficiencia Mínima Basada en una Diferencia de Pérdida de un 20%	Eficiencia Nominal	Eficiencia Mínima Basada en una Diferencia de Pérdida de un 20 %
99.0	98.8	91.0	89.5
98.9	98.7	90.2	88.5
98.8	98.6	89.5	87.5
98.7	98.5	88.5	86.5
98.6	98.4	87.5	85.5
98.5	98.2	86.5	84.0
98.4	98.0	85.5	82.5
98.2	97.8	84.0	81.5
98.0	97.6	82.5	80.0
97.8	97.4	81.5	78.5
97.6	97.1	80.0	77.0
97.4	96.8	78.5	75.5
97.1	96.5	77.0	74.0
96.8	96.2	75.5	72.0
96.5	95.8	74.0	70.0
96.2	95.4	72.0	68.0
95.8	95.0	70.0	66.0
95.4	94.5	68.0	64.0
95.0	94.1	66.0	62.0
94.5	93.6	64.0	59.5
94.1	93.0	62.0	57.5
93.6	92.4	59.5	55.0
93.0	91.7	57.5	52.5
92.4	91.0	55.0	50.5
91.7	90.2	52.5	48.0
		50.5	46.0

Tabla 11.

Voltaje de entrada: La NEMA a establecido un nivel estándar en lo que se refiere al voltaje de AC para ciertos motores, así entonces los voltajes entre línea y línea y trifásicos son: 115, 200, 230, 460, 575, 2300, 4000, 4600 y 6600 con una frecuencia de 60 Hz y 220 y 380 volts para 50 Hz.

En la figura 39, la línea marcada como "arranque y par máximo" muestra un 20% en disminución en el par (porcentaje de cambio en el desempeño del motor) cuando el voltaje está 10% abajo (porcentaje de variación de voltaje). Por el contrario, la línea marcada como "F.L. Amps" muestra un 10% de aumento en la línea de corriente con un 10% de caída de voltaje.

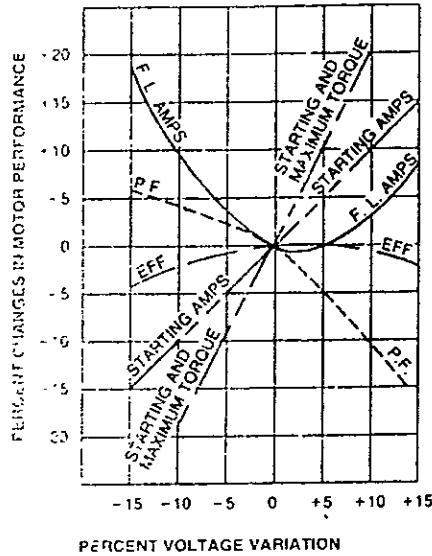


Figura 39. Efectos de la variación de voltaje en las características de un motor de inducción.

Corriente de entrada: Las líneas de corrientes de motores típicos se muestran en las tablas 6 y 7 de esta tesis (éstas corrientes varían indudablemente de éstos valores); las normas que se han establecido para un motor a corriente plena es que los amperes reales de entrada no variarán más que en un 10% de la placa de datos del motor, cuando éste se evalúa tanto en voltaje, frecuencia y carga.

Salida del par del motor. Es el esfuerzo que hace el motor cuando éste arranca, usualmente este esfuerzo se mide en libras por pie o bien en newtons por metro, dando así a las siguientes relaciones:

$$\text{Par} = (5250 \text{ Hp}) / \text{RPM} \quad [\text{lb} \cdot \text{ft}]$$

$$\text{Par} = (9550 \text{ Kilowatts}) / \text{RPM} \quad [\text{N} \cdot \text{m}]$$

$$\text{Hp} = [(\text{Par} [\text{lb} \cdot \text{ft}])(\text{RPM})] / 5250$$

$$\text{Kilowatts} = [(\text{Par} [\text{N} \cdot \text{m}])(\text{RPM})] / 9550$$

Desde que los caballos de potencia (Hp) son directamente relacionados con el par y la velocidad, todos los motores deben tener un factor de proporción del par a plena carga.

### 3.5. Alternativas para Reducir la Corriente de Arranque

Cuando se pone en marcha a un motor de inducción, la corriente de arranque es seis veces más grande que la corriente a plena carga; tales corrientes de arranque pueden causar serios daños al motor como lo es el aumento de la temperatura en los devanados, voltajes indeseables en la línea de alimentación, excesivo esfuerzo mecánico del equipo, etc. Antes de escoger el método de arranque para un motor, se deberá tomar en cuenta los siguientes factores:

- 1.- Compatibilidad de los devanados del motor con el método de arranque seleccionado.
- 2.- Los requerimientos necesarios del par para poner en movimiento al equipo.
- 3.- Protección y control del equipo contra sobrecarga.

Una vez tomado en cuenta lo anterior, las dos siguientes alternativas se pueden utilizar para reducir la corriente y el par de arranque de un motor de inducción:

- 1.- Reducción del voltaje en las terminales para usar un autotransformador, resistores o bien reactores.
- 2.- Reconexión del devanado del estator en serie-paralelo o bien en estrella-delta.

Autotransformadores: Este método es muy socorrido cuando la inercia de la carga es muy alta en el arranque, ya que la corriente de línea que es entregada al par es muy inferior que cualquier otro método alternativo de arranque. Estos son diseñados normalmente para aplicarse en un 50, 65 o 80% del voltaje de línea en las terminales del motor. Por lo que se puede observar que el par de arranque máximo es reducido en un 64%.

Resistores en el estator: Se colocan resistores en serie en el devanado del estator para reducir la corriente de arranque, el voltaje en las terminales y el par de arranque del motor. Una vez que el motor haya arrancado gracias a la ayuda de los resistores (reostato), éstos se cortocircuitan con el fin de poderlos desconectar del motor. El arranque mediante un reostato es utilizada frecuentemente para voltajes menores de 600 volts, además de ser un método alternativo muy económico en comparación con el del autotransformador.

Conexión en serie-paralelo: Este método de arranque sólo es utilizado cuando la carga del motor es sumamente ligera y su par de arranque es mínimo.

Estrella-delta: Para ser empleado éste método es necesario que el motor esté diseñado con un devanado para ser conectado en delta. Los devanados que se conectan en estrella para el arranque se hacen con el fin de reducir tanto la corriente y el par de arranque, posteriormente la conexión es cambiada a delta para la operación normal del motor.



Los cuatro métodos alternativos brevemente descritos y apoyándose en la tabla 12 se podrá elegir el método más adecuado para cada motor.

Características de Arranque para Motores de Inducción en Porcentaje a Voltaje Nominal			
Método de Arranque	Voltaje del Motor	Corriente de Línea	Par del Motor
Autotransformador			
80% en derivación	80	64*	64
65% en derivación	65	42*	42
50% en derivación	50	25*	25
Reostatos	80	80	64
Serie-Paralelo	100	25	25
Estrella-Delta	100	33	33

Tabla 12.

Los valores que están marcados con un asterisco en la tabla 12, no incluyen la corriente de magnetización, sin embargo, la corriente de magnetización es usualmente menor que el 25% de la corriente a plena carga del motor.

### 3.6. Rediseño de Conexiones en los Devanados

Las reconexiones en los devanados de un motor trifásico se hacen con el fin de obtener distintos voltajes de operación, en lugar de rediseñar los devanados (cambio en el tipo de conductores de los devanados); éstas nuevas conexiones se hacen tomando en cuenta el número de polos, el voltaje en los devanados, el tipo de conexión en los devanados y los grupos de bobinas de que consta el motor.

Para lograr lo antes mencionado se puede obtener de tres maneras distintas:

#### Conexión en estrella o delta

- Primeramente se calcula el factor de relación de voltajes:

$$F_v = \text{Voltaje deseado} / \text{voltaje actual}$$

- Apoyándose en la tabla 14, se busca el tipo de conexión actual que se tiene en el motor (éste se encuentra en un tono de color negro más intenso y está solamente en forma de diagonal).

- Una vez encontrado el tipo de conexión, se buscará sobre la misma línea horizontal, el valor que se aproxime más al calculado en el primer punto ( $F_v$ ).

▪ Encontrado entonces el "Fv", se buscará la nueva conexión (que puede ser Y ó Δ) sobre la misma columna del Fv; por lo que ahora se deberá observar que ésta nueva conexión encontrada sea compatible con el número de polos del motor, de lo contrario se buscará el valor inmediato inferior al Fv, repitiéndose para ello el procedimiento antes descrito, pero si aún así no fuesen compatibles todavía (la nueva conexión y el número de polos), entonces se procede a buscar una conexión en Y y otra en Δ, para que al multiplicar éstas, den el número de polos que tiene el motor en estudio.

▪ Si las conexiones son compatibles con el número de polos del motor, se calculará entonces el voltaje de línea para la nueva conexión:

$$E_L = \text{número seleccionado de la tabla 14} \times \text{Voltaje actual del motor}$$

▪ Por último se compara  $E_L$  con el voltaje deseado, para determinar si este nuevo voltaje con la nueva conexión está dentro de un rango apropiado para la operación del motor.

#### Ejemplo:

Se tiene un motor de 6 polos conectado en 3Δ y su voltaje de operación es de 230 volts, se desea una nueva conexión para que dicho motor trabaje a 600 volts. Además se sabe también que el motor consta de 18 grupos de tercias de bobinas en los devanados.

#### Solución

$$Fv = 600 \text{ volts} / 230 \text{ volts} = 2.61$$

apoyándose en la tabla 14, se localiza la conexión 3Δ y sobre ésta misma línea horizontal se observa que el valor más cercano a 2.61 es "2.60" y en ésta misma columna se observa una nueva conexión que es para este caso de 2Y. Si se multiplica el coeficiente de la nueva conexión encontrada 2 por el coeficiente de la conexión que se tenía originalmente en el motor 3 ( $2 \times 3 = 6$ ), por lo tanto da como resultado 6 que es el número de polos del motor, por lo que se dice entonces que la nueva conexión es compatible los grupos de bobinas existentes.

Posteriormente se calcula el voltaje de línea para la conexión nueva 2Y:

$$E_L = 2.60 \times 230 \text{ volts} = 598 \text{ volts}$$

por lo que se puede observar también que éste voltaje de línea es aceptable para el voltaje de operación deseado de 600 volts.

En el siguiente ejemplo se observará que la nueva conexión encontrada puede ser satisfactoria para el grupo de bobinas que se tiene en el motor, pero esto no quiere decir que también se obtenga el voltaje de línea deseado para operar al motor, por lo que se deberá buscar un método alternativo (conexión combinada de delta-estrella)

### Ejemplo:

Se tiene un motor de 16 polos conectado en 1Y y con un voltaje de operación de 2300 volts, el cual se desea operar para un voltaje de 460 volts. Los grupos de bobinas de que consta el motor son los mismos del ejemplo anterior.

### Solución

$$F_v = 460 \text{ volts} / 2300 \text{ volts} = 0.20$$

se busca en la tabla 14 la conexión 1Y y sobre esta misma línea horizontal se busca el factor de voltaje de 0.20, encontrado éste se observa que el valor de la nueva conexión es de 5Y, por lo que no se puede utilizar esta nueva conexión, ya que la multiplicación de los coeficientes de 1Y y 5Y no dan los 16 polos del motor; por lo que ahora se busca sobre la misma línea horizontal de 1Y, el valor inmediato inferior del  $F_v$  que es de 0.19, y la nueva conexión que indica la tabla es de 3Δ, pero se vuelve a observar que la multiplicación de los coeficientes de 1Y y 3Δ no dan como resultado los 16 polos requeridos para el motor; así entonces las conexiones buscadas serán 4Y y 4Δ, ya que  $4 \times 4 = 16$ , la proporción para estas conexiones se encuentran sobre la línea horizontal 1Y que son de 0.25 y 0.14 respectivamente.

Ahora bien se calculan los nuevos voltajes de línea para estas conexiones buscadas:

$$E_L = 0.25 \times 2300 \text{ volts} = 575 \text{ volts} \quad \text{para } 4Y$$

$$E_L = 0.14 \times 2300 \text{ volts} = 322 \text{ volts} \quad \text{para } 4\Delta$$

se puede ver que los voltajes para ambas conexiones varían mucho del voltaje deseado (460 volts) aunque si se satisfaga el número de grupos de bobinas existentes en el motor.

En la siguiente nueva reconexión se resolverá éste último ejemplo.

### Conexión combinada delta-estrella

Este tipo de conexión se utiliza solamente cuando el voltaje deseado es bajo y su procedimiento es el siguiente:

- Se selecciona una conexión con el mismo número de polos de la tabla 13 y se calcula el voltaje de línea:

$$E_L = 2.65 \times \text{Grupos} \left[ \frac{(\text{volts/fase})(\text{circuitos})}{\text{número de polos}} \right]$$

los "Grupos" se refieren a los grupos de bobinas de cada circuito, de la tabla 13.

- Se compara el voltaje de línea con el voltaje deseado. Si el  $E_L$  no es satisfactorio para una apropiada operación del motor, entonces se procederá a escoger otro número

de grupos para el mismo número de polos y si aún así el voltaje de línea no es satisfactorio todavía, por lo tanto la nueva conexión no se deberá hacer.

### Ejemplo:

Se tiene un motor de 16 polos conectado en 1Y y con un voltaje de operación de 2300 volts, el cual se desea operar para un voltaje de 460 volts. El motor consta de 18 grupos de tercias de bobinas en los devanados.

### Solución

Se busca en la tabla 13 el número de polos que tiene el motor en estudio, que para este caso en particular es de 16 polos, una vez encontrado el renglón pertinente, se observa también que se puede seleccionar 1 o bien 2 grupos de bobinas por circuito.

Ahora bien usando un grupo de bobinas:

$$E_L = 2.65 \times 1 [(2300 \text{ volts} / 1.73)(1) / 16] = 220 \text{ volts}$$

para dos grupos de bobinas se tiene que:

$$E_L = 2.65 \times 1 [(2300 \text{ volts} / 1.73)(2) / 16] = 439.86 \text{ volts} \approx 440 \text{ volts}$$

Para dos grupos de bobinas por circuito, el voltaje en los devanados está 4% abajo del voltaje deseado (460 volts), además se debe tomar en cuenta que todos los motores de inducción están diseñados para trabajar con un voltaje menor al 10% del voltaje de operación.

Por lo que se puede concluir que el voltaje de línea calculado de 440 volts está en el rango de operación apropiado, además en la tabla 13 se puede observar también que este motor con estas características satisface perfectamente a 460 volts con una conexión combinada en los devanados de 3Δ-5Y con dos grupos de bobinas en cada circuito.

Número de Circuitos $\Delta$ -Y y Grupos de Bobinas por Circuito para una Conexión Combinada en los devanados $\Delta$ -Y			
Número de Polos	Grupos de Bobinas por Circuito	Conexión Combinada $\Delta$ -Y	
		Circuito Delta	Circuito Y
8	1	3	5
14	1	5	9
16	1	6	10
22	1	8	14
24	1	9	15
28	1	10	18
30	1	11	19
	1	12	20

Tabla 13.

Voltaje Nominal para Varias Conexiones Trifásicas en los Devanados															
1Y	0.50	0.33	0.25	0.20	0.17	0.14	0.13	0.58	0.29	0.19	0.14	0.12	0.10	0.08	0.07
2.00	2Y	0.67	0.50	0.40	0.33	0.29	0.25	1.15	0.58	0.38	0.29	0.23	0.19	0.16	0.14
3.00	1.50	3Y	0.75	0.60	0.50	0.43	0.38	1.73	0.87	0.58	0.43	0.35	0.29	0.25	0.22
4.00	2.00	1.33	4Y	0.80	0.67	0.57	0.50	2.31	1.15	0.77	0.58	0.46	0.38	0.33	0.29
5.00	2.50	1.67	1.25	5Y	0.83	0.71	0.63	2.89	1.44	0.96	0.72	0.58	0.48	0.41	0.36
6.00	3.00	2.00	1.50	1.20	6Y	0.86	0.75	3.46	1.73	1.15	0.87	0.69	0.58	0.49	0.43
7.00	3.50	2.33	1.75	1.40	1.17	7Y	0.88	4.04	2.02	1.35	1.01	0.81	0.67	0.58	0.51
8.00	4.00	2.67	2.00	1.60	1.33	1.14	8Y	4.62	2.31	1.54	1.15	0.92	0.77	0.66	0.58
1.73	0.87	0.58	0.43	0.35	0.29	0.25	0.22	1 $\Delta$	0.50	0.33	0.25	0.20	0.17	0.14	0.13
3.46	1.73	1.15	0.87	0.69	0.58	0.49	0.43	2.00	2 $\Delta$	0.67	0.50	0.40	0.33	0.29	0.25
5.20	2.60	1.73	1.30	1.04	0.87	0.74	0.65	3.00	1.50	3 $\Delta$	0.75	0.60	0.50	0.43	0.38
6.93	3.46	2.31	1.73	1.39	1.15	0.99	0.87	4.00	2.00	1.33	4 $\Delta$	0.80	0.67	0.57	0.50
8.66	4.33	2.89	2.17	1.73	1.44	1.24	1.08	5.00	2.50	1.67	1.25	5 $\Delta$	0.83	0.71	0.63
10.4	5.20	3.46	2.60	2.08	1.73	1.48	1.30	6.00	3.00	2.00	1.50	1.20	6 $\Delta$	0.86	0.75
12.1	6.06	4.04	3.03	2.42	2.02	1.73	1.52	7.00	3.50	2.33	1.75	1.40	1.17	7 $\Delta$	0.88
13.9	6.93	4.62	3.46	2.77	2.31	1.98	1.73	8.00	4.00	2.67	2.00	1.60	1.33	1.14	8 $\Delta$

Tabla 14.

Por lo que respecta a ésta última parte de este subtema, se mencionará que hay cuatro diversas causas por las cuales un motor de corriente alterna es sometido a un esfuerzo de trabajo mayor, debido al voltaje, y esto se ve reflejado por supuesto en el estator y el rotor del mismo. así entonces estas causas son:

- 1.- Voltaje a tierra: Es ocasionado cuando los aislamientos de los devanados tocan las paredes de la ranura. Este es el 58% del voltaje de línea, sin importar el tipo de conexión usada.
- 2.- Voltaje vuelta a vuelta de una bobina: Este valor varía dependiendo del diseño de cada motor.
- 3.- Voltaje por bobina: Este valor varía de un motor a otro y la expresión analítica sería:

$$\text{Voltaje por bobina} = \text{Voltaje por vuelta} \times \text{vueltas}$$

Una fórmula adicional para calcular el voltaje por bobina (devanado) es:

$$\text{Voltaje/bobina} = (3)(\text{Voltaje de fase})(\text{el \# de circuitos}) / (\text{\# de ranuras})$$

donde:

$$\begin{aligned} \text{Voltaje de fase} &= 0.58(\text{voltaje de línea}) \text{ para conexión en estrella} \\ &= (\text{voltaje de línea}) \text{ para conexión en delta} \end{aligned}$$

- 4.- Voltaje por fase: Sucede entre cualesquiera de dos puntos opuestos de fases, o que haya bobinas adyacentes en la conexión del cable final.

Entre mayor sea el número de circuitos que se tenga en la conexión del motor, esto hará que las bobinas del motor trabajen con un voltaje mayor al que están diseñados.

El esfuerzo a que son sometidos los devanados de un motor, debido al voltaje, difícilmente éste se distribuirá simétricamente entre los devanados.

#### **IV. MÉTODOS DE PRUEBA**

Existen varios métodos de prueba que se deben aplicar a las partes físicas de un motor de inducción; para que la vida útil de éste se prolongue lo más que sea posible, así que estos son:

Por lo que respecta a ésta última parte de este subtema, se mencionará que hay cuatro diversas causas por las cuales un motor de corriente alterna es sometido a un esfuerzo de trabajo mayor, debido al voltaje, y esto se ve reflejado por supuesto en el estator y el rotor del mismo: así entonces estas causas son:

- 1.- Voltaje a tierra: Es ocasionado cuando los aislamientos de los devanados tocan las paredes de la ranura. Este es el 58% del voltaje de línea, sin importar el tipo de conexión usada.
- 2.- Voltaje vuelta a vuelta de una bobina: Este valor varía dependiendo del diseño de cada motor.
- 3.- Voltaje por bobina: Este valor varía de un motor a otro y la expresión analítica sería:

$$\text{Voltaje por bobina} = \text{Voltaje por vuelta} \times \text{vueltas}$$

Una fórmula adicional para calcular el voltaje por bobina (devanado) es:

$$\text{Voltaje/bobina} = (3)(\text{Voltaje de fase})(\text{el \# de circuitos}) / (\text{\# de ranuras})$$

donde.

$$\begin{aligned} \text{Voltaje de fase} &= 0.58(\text{voltaje de línea}) \text{ para conexión en estrella} \\ &= (\text{voltaje de línea}) \text{ para conexión en delta} \end{aligned}$$

- 4.- Voltaje por fase: Sucede entre cualesquiera de dos puntos opuestos de fases, o que haya bobinas adyacentes en la conexión del cable final.

Entre mayor sea el número de circuitos que se tenga en la conexión del motor, esto hará que las bobinas del motor trabajen con un voltaje mayor al que están diseñados.

El esfuerzo a que son sometidos los devanados de un motor, debido al voltaje, difícilmente éste se distribuirá simétricamente entre los devanados.

#### **IV. MÉTODOS DE PRUEBA**

Existen varios métodos de prueba que se deben aplicar a las partes físicas de un motor de inducción; para que la vida útil de éste se prolongue lo más que sea posible, así que estos son:

#### 4.1. Prueba a los Aislamientos

- a. *Inspección Visual:* la cual consiste en verificar a simple vista que el aislamiento de los devanados del motor no se vean cuarteaduras o que se vea viejo (muy desgastado), etc.
- b. *Resistencia del Aislamiento:* éste depende del voltaje nominal del motor en estudio, ya que esta cantidad no deberá ser inferior al voltaje nominal del motor, el cual se calcula mediante la siguiente expresión:

$$R_{\min} = n + 1 \text{ [M}\Omega\text{]}$$

donde:

n: es el voltaje nominal del motor en [KV]

Si se tiene un motor de inducción de 5600 V nominales, por lo tanto éste motor tendrá una resistencia mínima en los aislamientos de  $5.6 + 1$ , es decir, 6.6 [M $\Omega$ ]. Para obtener la medición anterior físicamente, se necesita un aparato de medición llamado "Megger", el cual debe soportar lecturas arriba de 500 V y 200 M $\Omega$ .

- c. *Prueba de Arranques Sucesivos:* se usa un voltaje de 1000 V, más dos veces el voltaje nominal del motor, esta prueba puede ser aplicada a cualquier tipo de devanado.

#### 4.2. Pruebas con Voltajes Grandes

Esta prueba se aplica varias veces entre el armazón del motor y el circuito eléctrico, siguiendo los puntos 1 y 2 :

- 1.- El voltaje de prueba debe ser de corriente alterna y su frecuencia debe ser la nominal.
- 2.- Incrementar poco a poco el voltaje, hasta llegar al voltaje de prueba y una vez alcanzado éste, se deberá mantener durante 1 minuto.

#### 4.3. Pruebas en los Devanados

- a. *Prueba de Corriente Alterna:* se aplica en los estatores y en los rotores, se hace con el fin de detectar a tiempo devanados en mal estado, como por ejemplo un circuito abierto o bien conexiones erróneas en los mismos. Esta prueba se logra mediante varios métodos, entre los cuales destacan: la comparación de un sobre voltaje, resistencia, balance de fases, growler o bien con la polaridad de los devanados.



- b. *Prueba de Corriente Directa:* ésta se aplica a los devanados de armadura para verificar que no existan posibles fallas a tierra, corto circuitos, conexiones abiertas o inclusive erróneas; lo antes mencionado se puede comprobar mediante la comparación con un sobrevoltaje aplicado a los devanados.

#### 4.4. Pruebas Sin Carga

- a. *Velocidad:* para motores de AC, la prueba deberá realizarse con voltaje y frecuencia nominales, por lo que la velocidad obtenida se deberá comparar con la que viene especificada en la placa de datos del motor.

Para motores de DC, la excitación en derivación y compuesta acumulativa deberá realizarse cuando el motor este en marcha (trabajando) y a voltaje y corriente nominal, donde el primero se aplicará a la armadura y el segundo se aplicará al campo, por lo que la velocidad obtenida será comparada con la especificada en la placa de datos del motor.

- b. *Corriente:* la prueba de corriente sin carga en el motor, deberá ser comparada con la corriente a plena carga.
- c. *Ruido:* cabe señalar primero que por "ruido" se entenderá como todos aquéllos sonidos que provengan cuando el motor esta en su funcionamiento de operación normal, tomando también en cuenta que esta prueba deberá realizarse en un lugar sin ruido.
- d. *Vibración:* para ésta prueba se recomienda seguir los siguientes pasos:

1.- Se pone en marcha al motor con su voltaje y frecuencia nominal, una vez que primero éste fue colocado en una base elástica.

2.- En las tapas del motor se debe colocar un vibrómetro (lo más cercano posible a los baleros) durante el tiempo que sea necesario con el fin de poder estabilizar la amplitud de la vibración en las direcciones horizontal, vertical y axial.

Ahora bien la base elástica debe comprimirse según lo indicado en la tabla 15.

- e. *Suministro de energía:* los motores de AC deben ser arrancados a frecuencia y voltaje nominal, donde éste último debe ser en una forma de onda senoidal. Las pruebas se pueden realizar aunque haya un voltaje en desbalance y éste no sobrepase el 0.5%

Y para los motores de DC, se les debe aplicar un voltaje de armadura y una corriente da campo.

#### 4.5. Cumplimiento de las Pruebas

Las pruebas a plena carga pueden llevarse a cabo con el consentimiento del cliente:

- a. *La Corriente en el Motor de Inducción:* la corriente de entrada no debe variar más del 10% de la especificada en la placa de datos del motor, cuando el motor es operado a voltaje, frecuencia y potencia en [Hp] de salida.
- b. *El Par en los Motores de Inducción:* básicamente son cuatro, los cuales son: 1) el par de arranque, 2) el par mínimo, 3) el par máximo y 4) el par a plena carga, en la figura 40 se puede observar la curva característica de estos cuatro puntos importantes del par de un motor de inducción.
- c. *Temperatura en los Devanados:* el incremento de temperatura con los devanados puede ser obtenida mediante el método de resistencia y este incremento debe ser menor o igual al que se indica en la placa de datos del motor y a la clasificación de aislamiento que se tenga en dicho motor.
- d. *Variación de la Velocidad Nominal:* para motores de AC, la variación de la velocidad a plena carga que se indica en la placa de datos no debe exceder el 20% de la diferencia entre la velocidad de sincron y la velocidad nominal, esto se debe hacer con un voltaje, frecuencia y carga nominales y a una temperatura ambiente (25°C).
- e. *Eficiencia:* ésta se especifica en la placa de datos del motor, y ésta prueba debe estar por encima de la mínima eficiencia de la norma NEMA.

POLOS	Deflexión elástica a 60 Hz			Deflexión elástica a 50 Hz		
	R.P.M.	Pulgadas	mm	R.P.M.	Pulgadas	mm
2	3600	0.04	1.0	3000	0.06	1.5
4	1800	0.16	4.1	1500	0.22	5.6
6	1200	0.40	10.2	1000	0.55	14.0
8	900	0.67	17.0	750	1.00	25.4
10	720	1.07	27.2	600	1.55	39.4
12	600	1.55	39.4	500	2.29	58.2

Tabla 15.

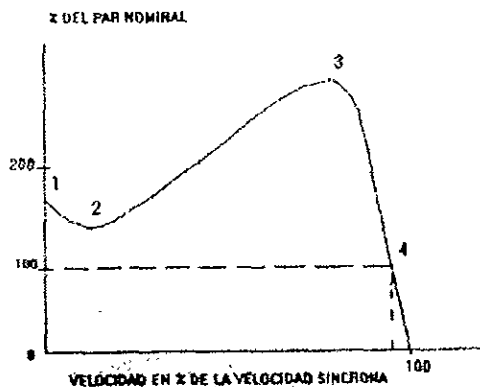


Figura 40. Curva Par-Velocidad.

En las tablas 16 a la 31 se puede observar las ordenes de servicio que se deben llenar cuando llega al taller un motor trifásico o bien monofásico para su reparación:

**ORDEN DE SERVICIO DE UN MOTOR TRIFASICO DE AC**

VENDIDO A:	ENVIAR A:	CLIENTE #
		TEL
		FAX
CONTACTO	COMENTARIOS	COTIZADO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
FECHA DE LLEGADA	FECHA DE ENTREGA	AUTORIZADO POR.

Tabla 16.

**PLACA DE DATOS DEL MOTOR**

MFR	Hz	CÓDIGO O L.R. AMPS	ENCLOSURE
ARMAZÓN	EFICIENCIA	DISEÑO	CLASE DE AISLAMIENTO
HP/KW	MODELO /ESTILO/ SPEC		TEMP INCREMENTO °C
RPM	TIPO/CATALOGO Nº		TEMPERATURA AMBIENTE °C
VOLTS	Nº SERIE		CICLO
AMPS	CODE DATE		FACTOR DE SERVICIO
ROTOR <input type="checkbox"/> JAULA DE AROJILLA <input type="checkbox"/> BIPARTIDO	VOLTS SECUNDARIO		SEC AMPS

RAZONES DEL SERVICIO
CAUSAS DE LA FALLA

Tabla 17.

## i. LISTA DE VERIFICACIÓN - ESTADO EN QUE SE ENCUENTRA

### ESTATOR

ACTIVIDAD	DATOS COMPLETOS	ARMADURA	ACTIVIDAD	DATOS COMPLETOS	ARMADURA
PRUEBAS AL LLEGAR			RESISTENCIA DESGASTE		
INSPECCIÓN MECÁNICA			VUELTAS ESTATOR		
ANOTAR DATOS DEVANADOS			CONEXIONES CARGA		
PRUEBA #1 NÚCLEO ESTATOR			PRUEBAS DEVANADOS		
DES MONTAR DEVANADOS			DIP / VPI / SECO		
PRUEBA #2 NÚCLEO ESTATOR			PRUEBAS FINALES		
PARTES MECÁNICAS LIMPIAS			PINTURA		

Tabla 18.

### ROTOR

ACTIVIDAD	DATOS COMPLETOS	ARMADURA	ACTIVIDAD	DATOS COMPLETOS	ARMADURA
PRUEBAS AL LLEGAR			CONEXIONES CARGA		
INSPECCIÓN MECÁNICA			PRUEBAS DEVANADOS		
ANOTAR DATOS DEVANADOS			DIP / VPI / SECO		
DES MONTAR DEVANADOS			ROTOR BALANCEADO		
PARTES MECÁNICAS LIMPIAS			CHUMACERAS INSTALADAS		
RESISTENCIA DESGASTE			PRUEBAS FINALES		
VUELTAS ROTOR					

Tabla 19.

## ii. INSPECCIÓN Y PRUEBAS CUANDO LLEGA EL MOTOR

### INSPECCIÓN

A LOS ELEMENTOS	OK	D	M	A LOS ELEMENTOS	OK	D	M
ARMAZON				PLACA DE DATOS			
SOPORTE DEL COJINETE DEL EXTREMO DE LA				CALENTAMIENTO			
SOPORTE DEL COJINETE DEL LADO OPUESTO A LA				NUCLEO DEL ESTATOR			
CAJA DE CONEXIONES				ROTOR			
CUBERTA DE LA CAJA DE CONEXIONES				NIVEL DE RUIDO			
EMPAQUE / OBSTRUCCIÓN / EMBRAGUE (CLUTCH)				ESCOBILLAS DE LA MAQUINA			
FECHA DEL MOTOR				PORTA ESCOBILLAS			
VENTILADOR / INYECTOR DE AIRE				ESCOBILLAS			
CUBERTA DEL VENTILADOR / CAPUCHÓN				OTRAS ESPECIFICACIONES			
EXTERIORES DEL MOTOR (CUBIERTAS)							
CABLES							
CANGAMOS							

NOTA: "OK" = EN BUEN ESTADO "D" = DAÑADO "M" = FALTANTE (INDICA LA CANTIDAD SI ES MAYOR QUE UNO)

Tabla 20.

**PRUEBAS A LOS DEVANADOS**

TIPO DE PRUEBA	ESTATOR				DEVANADO DEL ROTOR					
	AMBIENTE <input type="checkbox"/> °F <input type="checkbox"/> °C			OK	NO OK	AMBIENTE <input type="checkbox"/> °F <input type="checkbox"/> °C			OK	NO OK
RESIS DEVANADOS $\Omega$	$\phi$ 1-2	$\phi$ 2-3	$\phi$ 1-3			$\phi$ 1-2	$\phi$ 2-3	$\phi$ 1-3		
RESIS AISLAMIENTO	MD a VDC				MD a VDC					
SOBRETENSION	VAC				VAC					
SOBRETENSION ALTA	VOLTS <input type="checkbox"/> VAC <input type="checkbox"/> VDC MINUTO(S) $\mu$ A				VOLTS <input type="checkbox"/> VAC <input type="checkbox"/> VDC MINUTO(S) $\mu$ A					

Tabla 21.

**PRUEBAS MONOFASICAS - ROTOR**

VOLTS	AMPS	REPARACIÓN REQUERIDA <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
-------	------	--

Tabla 22.

**PRUEBA SIN CARGA EN FUNCIONAMIENTO**

APLICABLE <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO		HORIZONTAL	VERTICAL	AXIAL	BALANCEO REQUERIDO	DEVANADO REQUERIDO
VIBRACIONES	AL FINAL DEL ARRANQUE				SI NO	ESTATOR <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
	AL INICIO DEL ARRANQUE					
VOLTS	AMPS	$\phi$ 1	$\phi$ 2	$\phi$ 3	FLECHA FINAL Y JUEGO	
NOTAS						
INDICACIONES						
				FECHA		

Tabla 23.

**INSPECCIÓN MECÁNICA ANTES DE LA REPARACIÓN**

ELEMENTO	AL FINAL DE LA	AL INICIO DE LA	ELEMENTO	AL FINAL DE LA	AL INICIO DE LA
CHUMACERA			$\phi$ CAMISA DE LA		
TIPO DE CHUMACERA			EXTENSIÓN DE LA		
NÚMERO DE			$\phi$ EXTENSIÓN DE LA		
$\phi$ DE LA CHUMACERA			ANCHO ENTRE LA		
$\phi$ DEL ALOJAMIENTO			DIÁMETRO DE		
ESTADO ACTUAL DE			ACOPLAMIENTO		
OTRO					
CROQUIS DEL EXTREMO DE LA TRANSMISIÓN			CROQUIS DEL EXTREMO OPUESTO DE LA TRANSMISIÓN		
REVISADO POR			FECHA		

$\phi$  DIÁMETRO

Tabla 24.

**PRUEBAS AL NÚCLEO DEL ESTATOR**

EVALUADO POR	FECHA	<input type="checkbox"/> ACEPTADO	<input type="checkbox"/> RECHAZADO
--------------	-------	-----------------------------------	------------------------------------

Tabla 25.

**TRABAJO REQUERIDO**

MECÁNICO	ELÉCTRICO

Tabla 26.

**INSPECCIÓN MECÁNICA ANTES DE LA REPARACIÓN**

ELEMENTO	AL FINAL DE LA TRANSMISIÓN	AL INICIO DE LA TRANSMISIÓN	ELEMENTO	AL FINAL DE LA TRANSMISIÓN	AL INICIO DE LA TRANSMISIÓN
ROTOR TIR			φ CAMISA DE LA CHUMACERA		
ROTOR BALANCEADO			EXTENSIÓN DE LA FLECHA DEL MOTOR		
φ DE LA CHUMACERA			φ EXTENSION DE LA FLECHA DEL MOTOR		
φ DEL ALOJAMIENTO DE LA CHUMACERA			ANCHO ENTRE LA FLECHA Y CHAVETA		
OTRO			DIÁMETRO DE ACOPLIO		
			ACOPAMIENTO ENTRE FLECHA Y ANCHO CHAVETA		
REVISADO POR			FECHA		

Tabla 27.

**PRUEBAS A LOS DEVANADOS ANTES DE ENSAMBLAR EL MOTOR**

TIPO DE PRUEBA	ESTATOR	ROTOR DEVANADO
POLARIDAD	<input type="checkbox"/> BUENO <input type="checkbox"/> MALO	<input type="checkbox"/> BUENO <input type="checkbox"/> MALO
SOBRE TENSION	VAC <input type="checkbox"/> BUENO <input type="checkbox"/> MALO	VAC <input type="checkbox"/> BUENO <input type="checkbox"/> MALO
ALTA SOBRETENSION	VOLTS <input type="checkbox"/> VAC <input type="checkbox"/> VDC MINUTO(S) μA	VOLTS <input type="checkbox"/> VAC <input type="checkbox"/> VDC MINUTO(S) μA
PRUEBAS REALIZADAS POR	FECHA	

Tabla 28.

### iii. PRUEBAS FINALES

#### PRUEBAS A LOS DEVANADOS

TIPO DE PRUEBA	ESTATOR				DEVANADO DEL ROTOR					
	AMBIENTE <input type="checkbox"/> °F <input type="checkbox"/> °C			OK	NO OK	AMBIENTE <input type="checkbox"/> °F <input type="checkbox"/> °C			OK	NO OK
RESIS DEVANADOS <input type="checkbox"/>	$\phi$ 1-2	$\phi$ 2-3	$\phi$ 1-3			$\phi$ 1-2	$\phi$ 2-3	$\phi$ 1-3		
RESIS AISLAMIENTO	M $\Omega$ a VDC					M $\Omega$ a VDC				
SOBRETENSION	VAC					VAC				
SOBRETENSION ALTA	VOLTS <input type="checkbox"/> VAC <input type="checkbox"/> VDC MINUTO(S) $\mu$ A						VOLTS <input type="checkbox"/> VAC <input type="checkbox"/> VDC MINUTO(S) $\mu$ A			

Tabla 29.

#### PRUEBA EN FUNCIONAMIENTO SIN CARGA

APLICABLE <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO		HORIZONTAL	VERTICAL	AXIAL	TEMPERATURA DE LA CHUMACERA
VIBRACIONES LEIDAS	AL FINAL DEL ARRANQUE				
	AL INICIO DEL ARRANQUE				
VOLTS	AMPS	$\phi_1$	$\phi_2$	$\phi_3$	ENTRADA [WATTS]
RPM	PRUEBA DE TIEMPO EN MARCHA			FLECHA Y JUEGO	
VOLTAJE SECUNDARIO	$\phi_{1,2}$		$\phi_{2,3}$	$\phi_{1,3}$	
PRUEBAS REALIZADAS POR			FECHA		

Tabla 30.

#### DETALLES DE ENTREGA

FECHA DE ENTREGA	COMPAÑÍA DE TRANSPORTE	
FLECHA BLOQUEADA <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	MONTAJE DE ARRASTRE <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	A PRUEBA DE AGUA <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
DIRIGIDO		FECHA

Tabla 31.

### 4.6. Análisis Sobre el Núcleo de Hierro del Motor.

Es bien sabido que si un motor eléctrico aumenta su tensión eléctrica de operación normal, debido a factores que salen fuera de su control, por lo tanto, también aumentará su corriente eléctrica, lo que conlleva a un aumento en el factor de potencia y por lo tanto a una penalización por parte de la compañía suministradora de tensión eléctrica; lo cual hace ver que el rebobinado de un motor eléctrico es muy importante para mantener un nivel óptimo de eficiencia en el mismo.

Consecuentemente la reparación repetida sin control de un motor, reducirá su eficiencia, por lo que en esta sección se hará un análisis sobre el núcleo de hierro de los inductores de un motor eléctrico.

A continuación se describirá los procedimientos de prueba y sus resultados que proveen normas para la mayoría de los métodos comúnmente usados.

El propósito de este estudio es determinar la magnitud de degradación del núcleo de los devanados. Si una falla de éste estilo ocurriese, entonces se deberá desmontar el estator para que posteriormente se quite el revestimiento de barniz de los devanados con la ayuda de una temperatura controlada o bien mediante técnicas químicas. Así que lo que se deberá anotar es:

1.- Cualquier cambio en la permeabilidad magnética del núcleo de hierro de los devanados, en el subsiguiente ciclo de desaislación de los mismos.

2.- La identificación de cualquier cambio que ocurra como función del proceso de desaislación mediante la temperatura en un horno (cámara térmica).

3.- La comparación de desaislación de los devanados mediante procesos químicos y la de los hornos.

4.- La comparación de las características iniciales de operación (antes de la reparación) medidas por un dinamómetro, con las obtenidas después de la reparación, cuando los devanados han pasado por un horno.

5.- La comparación de la condición inicial para las muestras eléctricas individuales en una lámina de hierro, pruebas hechas por el aparato de **Epstein**, con las condiciones finales en cada ciclo terminado.

Cabe señalar que el aparato de Epstein, es un aparato que ayuda a la medición de las pérdidas combinadas de **Hystéresis** y corrientes de **Facoult** en una lámina de hierro, por el método del vatímetro de CA; por lo que para ello se cortan tiras de la hoja que se requiere probar y se colocan en pilas formando un cierto circuito magnético rectangular, conocido a veces por "**cuadro magnético**", y cada uno de cuyos lados llevan un devanado.

Un formato de prueba fue desarrollado para medir las pérdidas en el núcleo de hierro y los cambios en la permeabilidad que pudieran ocurrir en el núcleo del estator de un motor, cuando son fabricados a temperaturas de 650 a 750 °F. Por lo que se deben realizar pruebas dinamométricas y no pruebas de saturación sin carga en el motor, antes de empezar cualquier procedimiento.

Un motor puede contener tres grados de electricidad en una prueba, en lo que se refiere a su lámina de hierro. Estos se pueden clasificar según la capa de barniz protectora que es utilizada para el aislamiento del interlaminado en: 1) óxido natural; 2) óxido natural más una película de aislamiento orgánico; y 3) óxido natural con un revestimiento de aislante inorgánico. El hecho de agregar una capa protectora inorgánica u orgánica, se hace con el fin de eliminar las corrientes parásitas de "eddy" en el hierro.



Muestras individuales de grados eléctricos similares fueron probadas sobre el Armazón de un motor por el aparato de Epstein y que fue obtenido por el Departamento de Metalurgia en la Corporación de Acero de E.E.U.U. Estas muestras fueron llevadas a cabo junto con la fabricación de los estatores de algunos motores, bajo las mismas condiciones y las mismas temperaturas.

Por lo anteriormente mencionado se puede hacer un resumen de las pruebas antes mencionadas:

1.- Las pruebas sin carga indican una pequeña disminución en la permeabilidad del 7% a 650 °F y una disminución del 4% a 750 °F. El factor de potencia no cambió apreciablemente, véase la tabla 34.

2.- A temperaturas de fabricación muy elevadas (de 700 °F hacia arriba), existe una disminución notable en la eficiencia del motor. Por el contrario, no hay ninguna degradación en las características de operación de un motor que haya sido percibida cuando son fabricados a 650 °F.

3.- A los motores que se les quitó el revestimiento aislante por vía química no mostraron pérdida en su eficiencia, véase la tabla 34.

4.- Pruebas dinamométricas indicaron que tampoco hay pérdidas en la eficiencia para cualquier motor que sea fabricado en un horno a temperaturas de 650 °F. Haciendo referencia a la tabla 34, cabe destacar que a temperaturas grandes los fabricantes de los motores 1 y 5 mostraban una pérdida en eficiencia, mientras que los fabricantes de los motores 2, 3 y 4 mostraban una pequeña o ninguna pérdida en su eficiencia, por lo que los motores de los fabricantes 3 y 4 fueron diseñados eficientemente.

5.- Las pruebas realizadas con el aparato de Epstein por el Departamento de Metalurgia en Acero de E.E.U.U., indican un cambio insignificante en las pérdidas del núcleo o en la permeabilidad con M19 (núcleo de hierro C5) o M45 (núcleo de hierro C3), véase la tabla 35. Aunque un cambio en las pérdidas del núcleo fue evidente para muestras de hierro "cold rolled" (laminado en frío). Por lo que en éste caso las pérdidas en el núcleo dependen sólo de cómo se fabricaron las laminaciones.

Así que basándose en éstos resultados de las pruebas obtenidas, se ha determinado que el rango de temperatura máxima para núcleos desnudos (sin revestimiento aislante) es de 750 a 775 °F, medición hecha con la ayuda de una termocupla en la parte de hierro comprendida entre dos ranuras consecutivas. Nótese que las temperaturas entre las ranuras se calcularon en promedio a una temperatura alta de 775 °F mientras que las pruebas de temperaturas en un horno fueron fijadas a 650 °F, véase la tabla 32.

TEMPERATURA ACTUAL													
NUCLEO	TEMP °F	70	345	550	610	660	650	650	650	650	650	650	650
	HORA	8 55	9 15	9 35	9 55	10 15	10 35	10 55	11 15	11 35	11 55	12 15	12 35
001	T	66	266	392	506	609	704	704	726	747	754	773	768
	B	65	224	352	470	584	709	709	734	757	778	791	793
002	T	67	277	418	534	631	722	722	740	758	772	793	793
	B	66	232	377	503	612	724	724	745	766	789	807	808
003	T	67	298	407	504	600	705	705	730	745	751	764	765
	B	65	277	399	504	601	709	709	726	739	746	753	758
004	T	69	220	325	439	540	673	673	710	733	794	762	767
	B	66	177	281	392	505	672	672	722	752	770	783	791
005	T	68	258	398	502	607	710	710	734	750	753	765	772
	B	66	224	353	473	582	704	704	733	750	756	765	775

T: Área entre ranuras B: Hierro posterior

Tabla 32.

TEMPERATURA ACTUAL											PUERTA ABIERTA PARA ENFRIADO		
NUCLEO	TEMP. [°F]	650	650	650	650	650	650	650	650	650	455	265	165
	HORA	12 55	1 15	1 35	1 55	2 15	2 35	2 55	3 15	3 35	3 55	4 15	
001	T	769	757	751	748	744	720	730	741	627	445	311	
	B	785	778	768	765	760	751	744	749	680	482	332	
002	T	786	779	766	767	757	744	743	753	668	484	323	
	B	797	787	774	771	764	757	749	755	678	481	322	
003	T	771	775	779	785	786	778	776	781	710	500	329	
	B	759	765	766	773	772	768	762	767	682	458	307	
004	T	771	773	776	781	783	771	772	777	714	571	439	
	B	793	798	801	805	806	802	796	798	751	600	461	
005	T	778	780	778	780	776	783	766	776	691	527	375	
	B	780	783	781	782	779	773	770	777	703	533	378	

T: Área entre ranuras B: Hierro posterior

Tabla 32. (Continuación)

Es importante recordar que las condiciones atmosféricas (la presencia de oxígeno o ausencia del mismo o de otros gases) dentro del horno pueden variar de un horno a otro. Por lo tanto, se puede incrementar la temperatura entre las ranuras y en la parte posterior de las mismas. Por lo que se recomienda que durante su operación se introduzcan termocuplas entre una de sus ranuras y en la parte posterior de la misma, véase la figura 41, para determinar la diferencia de temperatura entre el estator y la cámara termostática. También se recomienda que todas las cámaras térmicas lleven instalados algún tipo de aparato para regular la temperatura del núcleo.

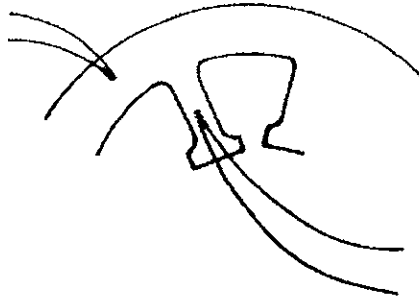


Figura 41. Termocuplas entre dos ranuras consecutivas y en la parte posterior.

### PERMEABILIDAD Y PERDIDAS EN EL NÚCLEO

El único factor que determina si un motor eléctrico continuará funcionando eficientemente es sin duda alguna, el núcleo de hierro del estator. La permeabilidad del núcleo, como es llamado, es la habilidad del núcleo de un motor para mantener un fuerte campo magnético. Cualquier reducción en la permeabilidad magnética en el núcleo significará entonces que se requerirá más potencia para producir la fuerza original del campo magnético. Esto causará al motor que tome una elevada corriente sin carga, mientras que se afectarán negativamente tanto a la eficiencia y al factor de potencia del motor.

La permeabilidad del núcleo puede ser afectada por la oxidación y otros esfuerzos que pueden ocurrir durante el funcionamiento. La degradación de la permeabilidad en el núcleo puede ser acompañada por grandes corrientes de Eddy y pérdidas por histéresis. Para minimizar las corrientes parásitas de Eddy en los motores actuales, la mayoría de los fabricantes actuales utilizan láminas más delgadas en el estator y en núcleos de armadura. Algunos fabricantes hacen núcleos de láminas troqueladas de bajo carbón en acero eléctrico, además de que el laminado lleva un aislamiento natural de óxido desarrollado durante su fabricación.

*El núcleo de acero puede ser recubierto con una capa aislante, por ejemplo, una capa aislante C3, se refiere a un barniz orgánico. Una capa de barniz C5 es un aislante de fosfato inorgánico que se utiliza cuando se tienen altas temperaturas en el núcleo. Por esta razón, fue excluida la utilización de revestimientos aislantes orgánicos en núcleos de acero laminados por los revestimientos aislantes inorgánicos.*

La efectividad de la resistencia entre los interlaminados podría ser reducida si la temperatura de la cámara térmica durante los ciclos de calentamiento son también altos. No solo puede una temperatura excesiva destruir los óxidos naturales de cada una de las laminas del núcleo, sino que también puede dañar algunos aislantes adicionales proporcionados ya por ciertos tipos de láminas

Otro factor que puede afectar a la magnitud de la corriente parásita de eddy es el aumento de la presión aplicada en las laminaciones que están apiladas en el núcleo dentro de un armazón, particularmente con núcleos laminados que dependen de óxidos naturales.

Por otra parte si el aislamiento entre el interlaminado es dañado debido a un sobrecalentamiento excesivo, presión u otros esfuerzos, el resultado será el mismo (aumento en la magnitud de las corrientes parásitas de eddy). El consumo de potencia en el núcleo (medido en watts) aumentará en proporción directa a la extensión del daño, provocando que la temperatura del núcleo ascienda. Una vez más ésto afectará la vida útil del sistema de aislamiento. Si el daño es pequeño, puede ser irrelevante solamente como "manchas calientes" en el núcleo. En tales casos, será difícil detectar un incremento apreciable en la pérdida total de watts. Sin embargo, si se rompe el aislamiento del interlaminado del núcleo, ésto hará que se incremente la pérdida en watts, aunque el núcleo tenga la misma temperatura en toda la cámara térmica.

## PRUEBAS EN EL NÚCLEO

Se realizó la primera serie de pruebas sobre estatores abiertos y núcleos de rotores proporcionados por tres diferentes fabricantes. Dos de los fabricantes usaron láminas de acero en frío (cold rolled steel) que habían sido fabricadas en su propia empresa. El tercer fabricante usó AISI M45 totalmente fabricado de acero con un revestimiento C3 en el núcleo.

Una vez que el núcleo de cada fabricante fue sometido seis veces en un horno a cuatro temperaturas diferentes, las cuales fueron: 750, 800 y 900 °F. En cada caso, se toleraron 1.5 horas en el horno hasta alcanzar las temperaturas antes mencionadas. Posteriormente se dejaba enfriar el horno durante el mismo tiempo (1.5 horas).

Se registraron temperaturas en el núcleo exactamente cuando se llevó a cabo los procesos de pruebas en el horno, por lo que se introdujeron dos termocuplas en cada estator, obviamente antes de cada prueba. Una de ellas se puso en un agujero hecho en la parte opuesta de una ranura. El agujero que se perforó a la mitad de la profundidad de la sección del yugo<sup>12</sup> fue ligeramente más grande que la cabeza de la termocupla, y para la segunda termocupla también se tuvo que hacer un agujero en la mitad de una de las ranuras del estator, véase la figura 41.

Para determinar el momento preciso de las pérdidas de potencia en watts por pulgada en el núcleo, así como la fuerza magnética del núcleo en amper vuelta por pulgada; ésta prueba se logró poniendo una bobina toroidal en el aislamiento de las ranuras en cada núcleo, figura 42.

---

12. Yugo: Pieza de substancia ferromagnética no rodeada de arrollamientos o devanados y destinada a unir los polos de un motor.

Por lo que se pusieron dos bobinas para cada polo en el devanado del estator. Las vueltas por bobina y la corriente exacta fue ajustada para producir 95 000 líneas de flujo magnético por pulgada cuadrada en el núcleo del estator a 120 volts. Usando un 50% de barniz cuya composición era de poliéster, los núcleos se bañaron de éste dos veces y por lo tanto se secaron también dos veces en un horno.

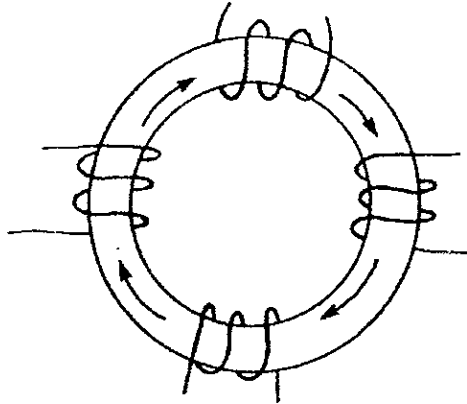


Figura 42. Bobina Toroidal.

Antes de que los núcleos se sometieran a cualquier tipo de prueba de las que se mencionaron con anterioridad, se llevó a cabo lo siguiente: Las bobinas fueron excitadas a voltajes de 90 y 150 volts con incrementos de 10 volts. Con las bobinas conectadas en serie y ayudados por la polaridad (como se muestra en la figura 42), tanto el voltaje, la corriente y la potencia en watts fueron anotadas en cada incremento de voltaje que se realizaba. Esto proporcionaba una medición en watts de pérdida debida a la corriente magnética en el estator en la parte posterior del hierro.

La prueba se repitió posteriormente con las bobinas conectadas en la polaridad contraria a la de la primera vez (como se muestra en la figura 43) y con el rotor instalado. El rotor con menos conductores era ajustado (sin láminas metálicas de ajuste) aproximadamente en el centro del estator. Esta configuración dirigía a las líneas de campo magnético a través de las ranuras del estator, revelando cualquier cambio en la permeabilidad de la parte más sensitiva del estator.

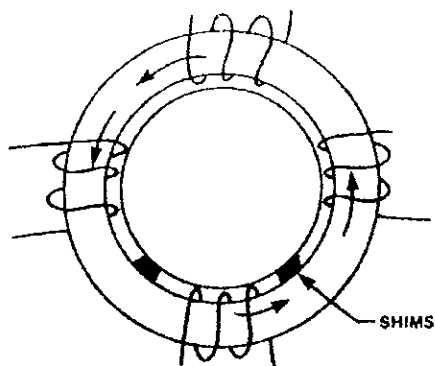


Figura 43. Cambio de Polaridad.

Continuando con cada procedimiento de calentamiento, con las nuevas bobinas de prueba, idénticas a las originales, fueron instaladas en cada estator. Los estatores después fueron sumergidos en 50% de barniz de poliéster homogéneo y secados en un horno de la misma manera como los originales. Cada estator fue probado siguiendo los procedimientos descritos anteriormente.

Basados en las curvas que fueron dibujadas de voltaje vs corriente y vs watts para los seis ciclos de los rebobinados, se concluyó que para pruebas futuras serían necesarias. Al hacer la siguiente ronda de pruebas como complemento, la decisión que se tomó fue el de hacerlas sin carga, además de pruebas dinamométricas en motores completos.

### PRUEBAS COMPLETAS AL MOTOR

Para estas pruebas, se seleccionaron cuatro características idénticas para motores de inducción de AC, las cuales son: 15 hp, 4 polos, armazón tipo T; la cantidad de motores que fueron proporcionados por 5 fabricantes distintos fue de 5 (20 motores en total). Los motores proporcionados por tres de los fabricantes fueron de eficiencia estándar (números 1, 2 y 5). Dos de los motores de los fabricantes restantes (números 3 y 4) proporcionaron una eficiencia superior a la de los tres fabricantes anteriores.

Cada grupo de motores contenían tres grados diferentes de electricidad en las laminaciones del núcleo. Tres tenían tipos AISI en el rango de 1005 a 1010; uno tenía M22 y C5 en el núcleo; y uno tenía M27 con C3 en el núcleo. Así que los efectos de los ciclos de quema, fueron observados sobre el acero mismo, tres muestras de grados similares de electricidad en la lámina de acero fueron obtenidos también por el Departamento de Metalurgia en la Corporación de Acero de E.E.U.U. y la prueba sobre un Armazón Epstein de acuerdo con las normas de ASTM.

Antes de la ejecución de cualquier tipo de prueba, a cada motor se le asignó un número y toda la información de la placa de datos fue anotada. El tipo final de grado eléctrico en el acero de cada núcleo también se anotaba.

Se dió entonces a cada motor una prueba en saturación sin carga dentro del rango de 25 a 150% del voltaje a plena carga. Se anotaron el voltaje, la corriente y los watts. Una prueba a rotor bloqueado fue también hecha a cada motor inicialmente con un voltaje ajustado a la corriente nominal de operación. Una vez más para este tipo de prueba se anotaba el voltaje, la corriente y los watts.

Se llegó a un acuerdo con un sexto fabricante de motores para realizar pruebas dinamométricas en su laboratorio de pruebas. Un programa por computadora para las pruebas dinamométricas fue desarrollado para asegurar que todas las pruebas fueran conducidas de la misma manera.

Se realizaron pruebas iniciales sobre cada motor; donde se anotaba: el voltaje actual por fase, amperaje, watts, rpm, par, y la temperatura de los devanados. El promedio de voltaje, corriente y el porcentaje de corriente y voltaje de desbalance también se registraba. Un ejemplo se muestra en la tabla 33.

Las lecturas que se registraban como ya se mencionó fueron de los siete puntos antes mencionados, de aproximadamente del 25 al 150% del par a plena carga. La resistencia de los devanados fue medida antes de la primera carga y al final de la última. Los resultados de las pruebas del voltaje pleno a rotor bloqueado eran también registradas. Se calculó los caballos de fuerza, el factor de potencia y la eficiencia.

POTENCIA NOMINAL 15.00 HP ARMAZÓN 256T CLASE D POLOS 4 VOLTAJE NOMINAL 230/460 Nº SERIE 650001 TIEMPO DE PRUEBA 07.36.20																
HP	VOLTS					AMPERS					KW	RPM	EFF	F.P.	PAR	
	L1 - L2	L2 - L3	L3 - L1	PROM	UBAL	LÍNEA 1	LÍNEA 2	LÍNEA 3	PROM	UBAL						
N.	451.4	450.7	450.1	450.7	0.1	8.120	7.966	8.198	8.095	1.6	1.06	1806	25.8	16.5	1.09	
L <sub>1</sub> - C.C.P.F.	451.4	450.7	450.1	450.7	0.1	8.120	7.966	8.198	8.095	1.6	0.79	1806	0.0	12.2	0.00	
3.1.33	453.1	452.5	451.8	452.5	0.1	9.135	8.777	8.772	8.895	2.7	3.09	1801	74.8	43.4	9.05	25.78
7.695	453.1	452.4	451.8	452.4	0.1	12.35	11.97	12.04	12.12	1.9	6.70	1791	85.6	69.1	22.5	25.75
11.47	453.1	452.4	451.7	452.5	0.1	16.02	15.63	15.79	15.81	1.3	9.77	1782	87.5	77.2	33.8	25.77
15.2	452.9	452.2	451.6	452.2	0.1	20.31	19.92	20.16	20.13	1.0	12.9	1772	87.4	80.5	45.0	25.80
17.35	452.8	452.1	451.5	452.2	0.1	23.05	22.66	22.95	22.88	1.0	14.9	1765	87.0	81.4	51.7	25.82
18.83	452.7	452.0	451.4	452.1	0.1	25.01	24.63	24.94	24.86	0.9	16.2	1760	86.4	81.7	56.1	25.85
22.43	452.4	451.6	451.7	451.7	0.2	30.43	30.06	30.44	30.31	0.8	19.7	1745	84.7	81.5	67.5	25.99
L1 COLD	452.9	452.3	451.0	452.1	0.2		0.000						0.103	0.0	0.0	0.015
L1 HOT	456.6	455.6	454.8	455.7	0.2	112.3	111.8	111.9	112.0	0.3	39.58	0.411	0.0	44.8	79.73	
RESISTENCIA FRÍA 26°C L1 - L2 = 0.762 L2 - L3 = 0.763 L3 - L1 = 0.764 PROMEDIO = 0.763																
RESISTENCIA CALIENTE 16.3°C EN INCREMENTO L1 - L2 = 0.819 L2 - L3 = 0.819 L3 - L1 = 0.819 PROMEDIO = 0.819																

Tabla 33.

Una vez que se completaron las pruebas iniciales, los motores se dividieron en cuatro grupos de cinco, cada grupo contenía un motor de un fabricante distinto. Tres de los grupos fueron sometidos a cuatro ciclos de desaislación durante 7 horas sobre una temperatura controlada de cada grupo de 650°F, 700°F y 750°F.

Cuando los motores eran desensamblados en preparación para el primer ciclo de desaislación, se instalaron termocuplas en las ranuras y en la parte posterior del hierro de cada núcleo del estator, como se mostró en la figura 41. Esto hizo posible el monitoreo de la temperatura que disipaban fuera de la cámara térmica tanto de las ranuras como la parte posterior del hierro del núcleo del estator en cada ciclo de desaislación.

Como se mencionó en el último párrafo, cada grupo de motores se sometió a un proceso de calentamiento (para desaislación) en un recinto térmico durante 4 ciclos idénticos a una cierta temperatura fija. Al término de cada ciclo, los devanados se quitaron y nuevas bobinas fueron puestas.

Dentro del grupo de prueba de motores había tres tipos de devanados. Dos marcas tenían configuraciones de polos consecuentes<sup>13</sup>; dos emplearon bobinas concéntricas en su diseño; y uno usó una bobina de diamante. Para duplicar los devanados originales, se fabricó especialmente una plantilla la cual se usó para hacer los devanados para el diseño de los polos consecuentes.

Una máquina convencional fue utilizada para hacer las bobinas concéntricas y de diamante. Para asegurar que las bobinas para cada ciclo tuviesen la misma resistencia que las originales, todos los 4 nuevos juegos de rollos de bobinas para cada motor fueron fabricados al término del primer ciclo de desaislación de los devanados de prueba.

Cada motor se sometió a una saturación sin carga y a pruebas dinamométricas al término de cada ciclo, posteriormente se instalaban las nuevas bobinas. Las muestras del acero del núcleo que habían sido desarrolladas con los motores también fueron probadas en el Aparato Epstein al término de cada ciclo.

El cuarto grupo de motores fue sometido a la misma prueba desarrollada al término de cada dos ciclos mediante la eliminación química del revestimiento de los devanados.

Los resultados de las pruebas dinamométricas mostradas en la tabla 34, indican ninguna pérdida apreciable en la eficiencia o el factor de potencia para cualquiera de los motores probados a la temperatura más baja de operación (650 °F). En algunos casos, había una pequeña mejoría.

---

13. Polos Consecuentes: polo magnético que ocurre en una parte del imán distinta de los extremos.



La tabla 34 también muestra un decremento en eficiencia para dos de los 5 motores operados a la mitad (700 °F) y a altas temperaturas ( 750 °F) .

Las lectura de corriente sin carga indican que hay una diferencia pequeña en la permeabilidad en todos los motores que se sometieron a las pruebas de desaislación de los devanados en los hornos. El decremento fue de 7% a 650 °F. A 750 °F, la permeabilidad disminuyó un promedio de 4%. Sin embargo, el factor de potencia no cambió aparentemente, como puede verse en la tabla 34.

### PRUEBAS POR ELIMINACIÓN QUÍMICA

A los motores de prueba que se les quitó el revestimiento metálico por vía química, fueron procesados en cloruro de metileno a una temperatura en un recinto. Como es claro en la tabla 34, la saturación sin carga y las pruebas dinamométricas se llevaron a cabo en estos motores que no muestran ningún efecto medible en su eficiencia.

Nota: Cuando se usan agentes químicos para la eliminación del revestimiento metálico, es importante usar químicos que sean fuertes para ablandar el barniz, por lo que ésto no dejará un residuo dañino entre las laminaciones. Acidos fuertemente agresivos y químicos similares no son recomendados por lo difícil de neutralizar la acción corrosiva entre las laminas. Los residuos corrosivos en las laminaciones después de la eliminación de un revestimiento metálico, atacan al aislamiento de los nuevos devanados.

Entre los químicos recomendados para ablandar el solvente de los barnices de tipo poliéster son solventes clorhídricos, tales como cloruro de metileno, tricloroetano y tricloroetileno. El cloruro de metileno es el más fuerte y el que le sigue en cuanto a efectividad es el tricloroetileno. Los solventes clorhídricos no son eficaces con barnices epóxicos.

### PRUEBAS EPSTEIN

La prueba Epstein es utilizada por los ingenieros metalúrgicos para determinar las pérdidas en el núcleo en watts por libra y la permeabilidad magnética del mismo. Esta prueba se realiza en base a los "Métodos de Prueba de Materiales Magnéticos" (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales).

Para lograr como sea posible las condiciones que ocurren en el núcleo del estator, se obtuvieron muestras eléctricas semejantes de láminas de acero por el Departamento de Metalurgia en la Corporación de Acero de E.E.U.U. Estas muestras fueron probadas en aparatos Epstein por los Laboratorios de Acero de los E.E.U.U. inicialmente y siguiendo cada ciclo de desaislación.

FABRICANTE 1				ACERO C 1006							
PRUEBA	ORIGINAL		1		2		3		4		
TEMP	EFF	F.P.	EFF	F.P.	EFF	F.P.	EFF	F.P.	EFF	F.P.	
650	85.7	81.1	85.4	81.0	87.4	80.5	86.4	80.4	85.6	80.0	
700	88.1	81.3	84.9	81.2	87.1	80.7	86.5	80.3	86.0	80.0	
750	87.7	80.9	82.7	80.9	83.2	80.5	83.2	79.8	81.5	79.7	
CHEM.	87.7	81.1	87.7	80.9	88.3	80.4					
FABRICANTE 2				ACERO SAE 1010							
PRUEBA	ORIGINAL		1		2		3		4		
TEMP	EFF	F.P.	EFF	F.P.	EFF	F.P.	EFF	F.P.	EFF	F.P.	
650	88.4	78.3	89.5	78.9	88.8	78.1	88.1	77.6	87.8	77.2	
700	87.4	78.8	86.6	79.8	88.0	79.4	87.8	78.6	87.8	78.2	
750	88.0	76.5	87.8	76.1	89.1	76.1	88.2	75.9	87.9	75.7	
CHEM.	88.5	77.0	87.9	77.2	87.9	78.2					
FABRICANTE 3				ACERO AISI M22							
PRUEBA	ORIGINAL		1		2		3		4		
TEMP	EFF	F.P.	EFF	F.P.	EFF	F.P.	EFF	F.P.	EFF	F.P.	
650	93.8	83.8	93.9	84.0	94.3	83.9	93.6	83.4	93.1	83.1	
700	93.1	83.7	92.9	84.0	95.0	84.0	93.8	83.4	93.1	83.1	
750	93.7	82.6	91.6	81.4	91.9	83.8	91.8	83.7	91.8	83.7	
CHEM.	93.4	85.9	93.2	84.5	93.1	84.4					
FABRICANTE 4				ACERO AISI M27							
PRUEBA	ORIGINAL		1		2		3		4		
TEMP	EFF	F.P.	EFF	F.P.	EFF	F.P.	EFF	F.P.	EFF	F.P.	
650	92.4	82.9	92.1	82.6	93.8	82.4	91.8	82.2	92.1	81.7	
700	92.9	83.7	92.2	83.9	93.5	83.6	92.5	83.2	92.5	83.1	
750	92.8	83.1	91.7	83.1	93.9	82.6	92.6	82.3	92.4	82.1	
CHEM.	89.1	84.5	89.7	83.9	89.1	83.6					
FABRICANTE 5				ACERO 1006							
PRUEBA	ORIGINAL		1		2		3		4		
TEMP	EFF	F.P.	EFF	F.P.	EFF	F.P.	EFF	F.P.	EFF	F.P.	
650	88.8	77.4	88.5	77.6	89.7	78.5	88.5	78.1	87.9	75.3	
700	89.4	78.7	87.2	77.0	89.9	76.8	89.2	76.0	87.8	75.9	
750	89.5	77.2	84.8	77.3	86.7	76.6	85.1	76.4	84.5	76.0	
CHEM.	88.6	77.8	89.8	77.6	89.8	77.6					

EFF: Eficiencia TEMP: Temperatura F.P.: Factor de Potencia

Tabla 34.

Cada muestra era sometida a un horno tres veces, de la misma manera y a las mismas temperaturas como los núcleos del estator. Los resultados de las pruebas Epstein (tabla 35) no muestran cambios significativos en las pérdidas del núcleo o en la permeabilidad del acero M19 con un C5 en el núcleo o el acero M45 con un C3 en el núcleo a las tres temperaturas de proceso. 650, 700 y 750 °F. Aunque había un incremento notable en la pérdida del núcleo y un decremento en la permeabilidad con las muestras de acero laminado en frío, cualquier cambio en la eficiencia del motor dependerá de qué tipo de acero se usó por el fabricante del motor (en lo que se refiere a la \*Permeabilidad y a las Pérdidas en el Núcleo).

MUESTRA M-45 FABRICADO COMPLETAMENTE PLACA NÚCLEO 3									
ORDEN DE	ORDEN DE	ARTICULO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL			BOBINA	PERDIDA NÚCLEO	W/10/60 Hz	PERMEABIL.
			ESPESOR	ANCHO	LARGO				
ORIGINAL		M45	0.0250	3 CM	30.5 CM	A01272	10 Kg	15 Kg	15 Kg
							1.13	2.39	1235
650 F	PROCESO #1						1.13	2.42	1249
650 F	PROCESO #2						1.13	2.39	1220
650 F	PROCESO #3						1.13	2.39	1212
700 F	PROCESO #1						1.12	2.40	1276
700 F	PROCESO #2						1.12	2.37	1208
700 F	PROCESO #3						1.13	2.39	1232
750 F	PROCESO #1						1.13	2.42	1245
750 F	PROCESO #2						1.12	2.37	1267
750 F	PROCESO #3						1.12	2.37	1280
ORIGINAL		M19	0.0185	3 CM	30.5 CM	R24043	0.75	1.72	969
650 F	PROCESO #1						0.77	1.75	940
650 F	PROCESO #2						0.76	1.72	954
650 F	PROCESO #3						0.77	1.74	955
700 F	PROCESO #1						0.75	1.72	978
700 F	PROCESO #2						0.76	1.72	961
700 F	PROCESO #3						0.76	1.72	956
750 F	PROCESO #1						0.74	1.71	1006
750 F	PROCESO #2						0.74	1.70	989
750 F	PROCESO #3						0.75	1.71	974
ORIGINAL		CRML	0.0250	3 CM	30.5 CM	383300	1.50	3.71	3068
650 F	PROCESO #1						1.66	3.91	2578
650 F	PROCESO #2						1.63	3.91	2571
650 F	PROCESO #3						1.64	3.92	2498
700 F	PROCESO #1						1.64	3.95	2891
700 F	PROCESO #2						1.63	3.93	2786
700 F	PROCESO #3						1.63	3.93	2691
750 F	PROCESO #1						1.58	3.82	2891
750 F	PROCESO #2						1.55	3.80	2824
750 F	PROCESO #3						1.62	3.89	2575

Tabla 35

## V. MANUAL DEL USUARIO

Por último para concluir ésta tesis, se ha diseñado una base de datos desarrollada en **Clipper** versión **5.2** y en cuyo apéndice "A" de ésta misma se encontrarán los programas fuentes cuya extensión son PRG. Esta base de datos se encuentra orientada para operar tanto en sistemas de red como en equipos "stand alone", la filosofía de desarrollo se encuentra enfocada a realizar en forma modular las distintas tareas del sistema (alta de un motor, baja de un motor, emisión de reportes, etc.), dicho enfoque permite al usuario efectuar de forma independiente la obtención de información propia de su tarea o función.

En ésta base de datos se tienen los datos más sobresalientes de un motor de inducción (número de polos, número de ranuras y bobinas, grupos, el calibre del alambre, la marca etc.), además se podrá desde ésta obtener los cálculos pertinentes para cambiar en lo posible los parámetros de diseño original de un motor de inducción.

En cuanto a los requerimientos mínimos indispensables de funcionamiento del sistema (base de datos), se recomienda el tipo de equipo de cómputo básico que ha de necesitarse:

1. Computadora AT con procesador 286 o superior, teclado y monitor.
2. Dos megabytes de memoria RAM.
3. Tres megabytes de espacio en el disco duro, este podrá variar dependiendo del número de motores registrados.

Ahora se empezará a explicar el uso y funcionamiento de cada uno de los menús. Una vez ejecutado el sistema, éste pedirá una cierta clave de acceso para poder hacer uso del mismo, por lo que si es digitada la clave correcta entonces se escucharán unos sonidos que indicarán que se ha digitado la clave correcta además el sistema desplegará un mensaje diciendo "Clave correcta, BIENVENIDO!!!", figura 44.

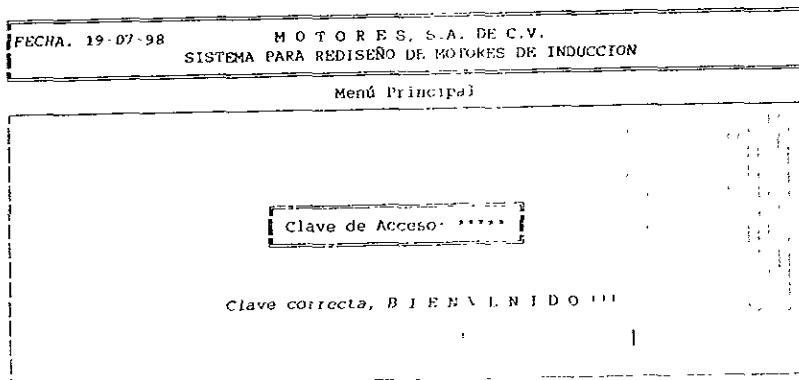


Figura 44. Pantalla de Bienvenida.

Posteriormente se presentará la pantalla principal del sistema la cual abarca ocho menús que son altas, bajas, cambios, consultas, reportes, tabla de marcas, tabla de conexiones y cálculo para rediseño como se muestra en la figura 45.

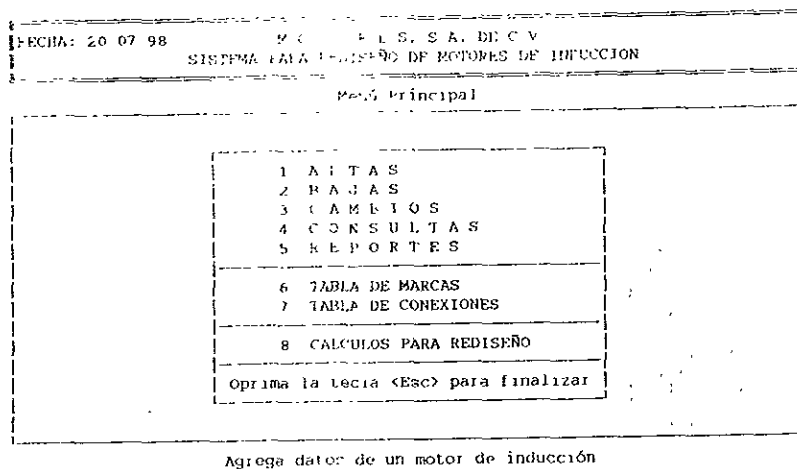


Figura 45. Pantalla Principal del Sistema.

### 5.1. Altas

En el menú de altas de un motor, aparecerá primeramente el número del motor que se dará de alta en el sistema, el cual es un consecutivo del número de motores que se darán de alta, enseguida el sistema le preguntará que digite el número de marca del motor que va a dar de alta en el sistema (por lo que a cada número le corresponderá un tipo de marca específica), para ello usted debió primeramente registrar todas las marcas pertinentes en el menú 6 que se refiere a "Tabla de Marcas", figura 46.

Una vez que haya usted digitado el número de la marca correspondiente al motor que va a dar de alta en el sistema, no deberá olvidar pulsar la tecla de **[Enter]**, una vez pulsada dicha tecla, el sistema poco a poco le irá pidiendo datos para que usted los vaya ingresando al sistema, como son: el tipo de motor, el tipo de armazón, el número de polos, la velocidad, la potencia, el voltaje, la frecuencia, el tipo de conexión del bobinado, el número de ranuras, el paso del bobinado, el ancho, la profundidad y el diámetro de la ranura, y las observaciones que se crean pertinentes a cecevar; figura 47.

Cabe hacer mención que cuando se digita la potencia, inicialmente ésta deberá ser digitada en "Hp" (caballos de fuerza), por lo que automáticamente el sistema calculará su correspondiente potencia en "Kilowatts" y "Caballos de vapor"; también cuando el sistema pregunte por la velocidad del motor, ésta se deberá digitar en "RPM", por lo que a su vez el sistema también automáticamente hará la conversión a "segundos a la menos 1 (seg<sup>-1</sup>)".

FECHA	21-07-98	MOTORES, S.A. DE C.V.
SISTEMA PARA RE-DISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION		
Alta de Motores		
No.	6	Marca No. C
Oprima [F5c] para continuar		

Figura 46. Pantalla Inicial de Alta de un Motor de Inducción.

FECHA	21-07-98	MOTORES, S.A. DE C.V.								
SISTEMA PARA RE-DISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION										
Alta de Motores										
No.	7	Marca No. 3 SIEMENS	Tipo	ILA4364-4YK30						
Armazón	264T	Polos	12	Velocidad (RPM)	1230	20.5000 (Seg -1)				
Potencia HP	34.000	KW	25.354	CV	34	495	Voltaje	127/ 220	Frecuencia (HZ)	60
Conexión No.	1	DAHLANDER	Ranuras	24	Paso	6	Grupos	12		
Bobinas	24	Calibre	5 AWG	Vueltas	9					
Ranura	1	Profundidad	1 2000	Ancho	3.4000	Diametro	2.5000			
Hierro	22.000	Medida (mm cm in)	mm							
Observaciones REPARACION DEL BOPINADO EXCLUSIVAMENTE										
¿Están correctos los datos? S/N:										

Figura 47. Pantalla Completa de Alta de un Motor de Inducción.

Al final de terminar de dar de alta a un motor, el sistema le preguntará que si están correctos los datos (figura 47), por lo que si usted digita la letra "S" de si, inmediatamente se almacenará dicha información en el disco duro de su computadora y el sistema lo dejará posicionado al inicio de la pantalla de alta de un motor para que vuelva a registrar otro motor; por el contrario, si usted eligió la letra "N", queriéndole decir al sistema que no quiere almacenar los datos, ya que usted se equivocó en algún dato en particular, por lo tanto, el sistema también lo dejará posicionado en la pantalla inicial de alta de un motor y esperando a que usted digite el número correspondiente a la marca deseada y cada vez que usted pulse la tecla [Enter] observará que se quedó almacenado los últimos



### 5.3. Cambios

En este menú se pueden realizar modificaciones a los datos de un motor que exista en el sistema, sólo basta con darle al sistema el número del motor deseado. Así que una vez hecho lo anterior y además de haber pulsado la tecla de **[Enter]**, el sistema entonces irá desplegando el campo correspondiente al dato que usted considere necesario modificar, figura 49.

FECHA: 21 07 98		MOTORES, S.A. DE C.V.							
SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION									
Cambio de Motores									
No.	3	Marca No. 1	GENERAL ELECTRIC	Tipo	julio5.2				
Armazón	315S	Tipos	11	Polos	8	Velocidad (RPM)	900	15.0000	(Seg -1)
Potencia HP	76.050	KW	56.673	CV	77.106	Voltaje	765/ 440	Frecuencia (HZ)	60
Conexión	No. 2	DOBLE PARALELO		Ranuras	48	Paso	11	Grupos	12 de 4...
Bobinas	48	Calibre	6x18-3x17	Vueltas					
Ranura ranura	-	Profundidad	3.0000	Ancho	2.5000	Diametro	22.0000		
Hierro	27.0000	Medida (mm cm in) mm							
Observaciones	hola4 3: julioxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx								

Figura 49. Pantalla del Menú de Cambios.

### 5.4. Consultas

En este menú usted podrá consultar los datos del motor que desee, teniendo para ello dos alternativas de consulta, la primera de ellas es posicionándose con las flechas de desplazamiento [↑, ↓, ←, →] en el número de motor a consultar, pero como la pantalla de consulta es muy chica para presentar todos los datos del motor, usted tendrá los demás datos disponibles simplemente desplazándose hacia la derecha pulsando la tecla de flecha hacia la derecha [→] o bien se podrá regresar hacia la izquierda otra vez pulsando para ello la flecha [←].

Como usted podrá observar en las figuras 50a, 50b, 50c, 50d, 50e y 50f, están todas las características del o de los motores que usted deseó consultar.

La segunda alternativa para consultar las características de un motor de inducción en particular, es que una vez estando en la pantalla de la figura 50a, sólo bastará con posicionarse en cualquier característica del motor deseado para su consulta (como puede ser el número consecutivo del motor, la marca, el tipo, el armazón, el número de polos, la potencia en Hp o bien cualquier otro dato de las figuras 50b a la 50f) y pulsar la tecla de **[Enter]** e inmediatamente el sistema presentará una pantalla completa con todas las características del motor deseado para su consulta, como se muestra en la figura 51.



FECHA 21 07 98 M O T O R E S, S.A. DE C.V.  
 SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION

Consulta de Motores  
 Ordenado por Número

NÚMERO	VELOC RPM	TITULO	ARMAZON	POLOS	POT HP
1	1	11A464 AYK30	aaaaaaaa	123	60.000
2	1	XXXXXXXXXX	aaaaaaaa	123	60.000
3	1	Julios 2	aaaaaaaa	123	71.000
4	3	Prueba de Tipo-	11 34	34	23.000
5	8	123A1 24R	264T	8	20.000
6	2		264T	12	34.000

[ENTER] Consulta [F5] Ordenar [F6] Buscar [ESC] Salir

Figura 50a. Pantalla de Consultas de un Motor de Inducción.

FECHA 21 07 98 M O T O R E S, S.A. DE C.V.  
 SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION

Consulta de Motores  
 Ordenado por Número

POLOS	POT_HP	POT_CV	POT_KW	VOLTAJE	FRECUENCIA	CONEX NUM
123	60.000	60.873	44.742	220/ 440	50	1
123	60.000	60.873	44.742	220/ 450	50	1
123	76.000	77.106	56.673	765/ 440	60	2
34	23.000	23.335	17.151	560/ 220	60	3
8	20.000	20.291	14.914	320/ 440	60	2
12	34.000	34.495	25.354	127/ 220	60	1

[ENTER] Consulta [F5] Ordenar [F6] Buscar [ESC] Salir

Figura 50b. Pantalla de Consultas de un Motor de Inducción. (continuación)

FECHA 21 07 98 M O T O R E S, S.A. DE C.V.  
 SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION

Consulta de Motores  
 Ordenado por Número

CONEX NUM	VELOC RPM	VELOC_SEG	RANURAS	PASO	GRUPOS	BOBINAS
1	3600	60.0000	48	11	12 de 4	48
1	3600	60.0000	48	11	12 de 4	48
2	3600	60.0000	48	11	12 de 4	48
3	1600	26.6667	24	7	24	33
2	1300	21.6667	48	8	6	48
3	1230	20.5000	24	6	12	24

[ENTER] Consulta [F5] Ordenar [F6] Buscar [ESC] Salir

Figura 50c. Pantalla de Consultas de un Motor de Inducción. (continuación)

MOTORES, S.A. DE C.V.				
SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION				
Consulta de Motores Ordenado por Número				
FECHA	VUFITAS	RANURA	PROFUND	ANCHO
07/07/98		ranura	3.0000	1.0000
07/07/98	XXXXXXXXXX	ranura	3.0000	1.0000
07/07/98		ranura	3.0000	2.5000
		1	2.0000	3.5000
07/07/98	10	48	1.4000	1.3000
07/07/98	9	1	1.2000	3.4000

[ENTER] Consulta    [F5] Ordenar    [F6] Buscar    [ESC] Salir

Figura 50d. Pantalla de Consultas de un Motor de Inducción. (continuación)

MOTORES, S.A. DE C.V.					
SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION					
Consulta de Motores Ordenado por Número					
RANURA	PROFUND	ANCHO	DIAMETRO	HIERRO	UNIDAD
ranura	3.0000	1.0000	22.0000	24.7000	cm
ranura	3.0000	1.0000	22.0000	24.7000	cm
ranura	3.0000	2.5000	22.0000	24.7000	mm
1	2.0000	3.5000	2.7000	2.0000	cm
48	1.4000	1.3000	2.1000	4.0000	mm
1	1.2000	3.4000	2.5000	0.0000	mm

[ENTER] Consulta    [F5] Ordenar    [F6] Buscar    [ESC] Salir

Figura 50e. Pantalla de Consultas de un Motor de Inducción. (continuación)

MOTORES, S.A. DE C.V.	
SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION	
Consulta de Motores Ordenado por Número	
UNIDAD	OBS1
cm	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
cm	iuierureiuteiruoreuereuereiuoeriuoeriuore
cm	hola 3; julioXXXXXXXXXXXX
cm	julio padilla
cm	CAMBIO DE VOLTAJE DE 440 A 560 VOLTS EN EL SECUNDARIO.
cm	REPARACION DEL BOBINADO EXCLUSIVAMENTE

[ENTER] Consulta    [F5] Ordenar    [F6] Buscar    [ESC] Salir

Figura 50f. Pantalla de Consultas de un Motor de Inducción. (continuación)

```

MOTORES, S.A. DE C.V.
SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION

Consulta de Motores

MARCA PARA PAQUETAS Tipo 1.74 1.44 1.44 1.44
Polos 12 Velocidad (RPM) 500 1000 1500 1
KW 44.742 CV 66.873 Voltaje 220 345 Frecuencia (Hz) 50
Ranuras 48 Ancho Grupos de 4
Bobinas 48 Calibre 6x18-3x17 Vueltas
Profundidad 3.0000 Ancho 1.8000 Diámetro 22.0000
Herrillo 24.7000 cm
Observaciones xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
Oprima cualquier tecla para continuar ..

```

Figura 51. Pantalla Completa para la consulta de un Motor de Inducción.

Además también en este menú usted podrá buscar un motor en particular para su consulta, suponiendo que se tengan un gran número de motores existentes en el sistema, se recomienda pulsar la tecla de función **[F6]** para que usted digite el número de motor que desee consultar y el sistema lo lleve hasta dicho número de motor, pero si además no se llegara a recordar el número del motor específico a consultar, entonces usted tendrá que digitar el número de motor más próximo al que necesita consultar, y el sistema automáticamente lo llevará hasta dicho número digitado, evitando así el hecho de desplazarse hacia abajo mediante la flecha **[↓]** para la consulta de un motor, que además llevaría mucho tiempo en hacerlo y en estos tiempos lo que se necesita es minimizar el tiempo de búsqueda en un sistema integral como éste, ver figura 52.

```

FECHA: 24-07-98 MOTORES, S.A. DE C.V.
SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION

Consulta de Motores
Ordenado por Número

NUMERO MARCA_NUM TIPO ARMAZON POLOS POT_HP
1 3 23 60.000
2 1 23 60.000
3 1 23 76.000
4 3 34 23.000
5 8 8 20.000
6 2 264T 12 34.000
7 5 325L 4 40.000

Introduzca el número de Motor: 5

[ENTER] Consulta [F5] Ordenar [F6] Buscar [F5C] Salir

```

Figura 52. Pantalla de Búsqueda de un Motor de Inducción para su Consulta.

Otra de las características relevantes de este menú es que usted podrá seleccionar el orden en que desee que se presente la información de la pantalla de consulta, es decir, con el simple hecho de pulsar la tecla de función [F5], figura 53, usted estará en posibilidad de seleccionar el orden en que desee que se presenten los datos en la consulta de un motor de inducción, los cuales pueden ser por el "número" consecutivo del motor (en orden ascendente), por la "marca" del motor (en éste caso cada número corresponde a una marca específica que previamente se dió de alta en el menú de "Tabla de Marcas"), figura 54 y por "conexión", el cual se refiere al tipo de conexión en los devanados del motor, figura 55.

MOTORES, S.A. DE C.V. SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION						
Consulta de Motores Ordenado por Número						
NUMERO	MARCA_NUM	TIPO		POLOS	POT_HP	
1	3	ILA4	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">                     Seleccione el orden                      aa                      aa                      POR NUMERO                      POR MARCA                      POR CONEXION                 </div>	aa	123	60.000
2	1	XXXX		aa	123	60.000
3	1	Jul1		aa	123	76.000
4	3	Prue			34	23.000
5	8	123A			8	20.000
6	2				12	34.000

[ENTER] Consulta    [F5] Ordenat    [F6] Buscar    [ESC] Salir

Figura 53. Pantalla para Ordenar los datos de Consulta de un Motor de Inducción.

MOTORES, S.A. DE C.V. SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION						
Consulta de Motores Ordenado por Marca						
NUMERO	MARCA_NUM	TIPO	ARMAZON	POLOS	POT_HP	
2	1	XXXXXXXXXX	aaaaaaaaa	123	60.000	
3	1	Julios.2	aaaaaaaaa	123	76.000	
6	2		264T	12	34.000	
1	3	ILA4364-4YK30	aaaaaaaaa	123	60.000	
4	3	Prueba de Tipo	II-34	34	23.000	
5	8	123AT-24R	264T	8	20.000	

[ENTER] Consulta    [F5] Ordenar    [F6] Buscar    [ESC] Salir

Figura 54. Pantalla de Consulta, Ordenado de los Datos por Marca.

FECHA: 07-08-98      M O T O R E S, S.A. DE C.V. SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION							
Consulta de Motores Ordenado por Conexión							
VOLTAJE	FRECUENCIA	CCNEX_NUM	VELOCIDAD	VELOCIDAD	KANIBAS	PASO	
220/ 450	50	1	4000	60.0000	48	11	
127/ 220	60	1	1200	20.5000	24	6	
220/ 440	50	1	3000	60.0000	48	11	
765/ 440	60	2	3000	60.0000	48	11	
220/ 440	60	2	1200	20.0000	24	6	
220/ 440	60	2	1300	21.6667	48	8	
560/ 220	60	3	1600	26.6667	24	7	

[ENTER] Consulta    [F5] Ordenar    [F6] Buscar    [ESC] Salir

Figura 55. Pantalla de Consulta, Ordenado de los Datos por la Conexión de los devanados del Motor.

### 5.5. Reportes

Para hacer uso de éste menú usted primeramente deberá estar en la pantalla principal de la figura 45, así que sólo deberá pulsar la tecla [5] o bien estando posicionado en el letrero que dice "R E P O R T E S" sólo bastará con pulsar la tecla [Enter] y enseguida aparecerá la pantalla de la figura 56, la cual le indicará que puede elegir la impresión en papel de un motor específico que usted desee con tan solo eligiendo cualesquiera de las tres opciones que le permite el sistema.

FECHA: 21-07-98      M O T O R E S, S.A. DE C.V. SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION	
Reportes de Motores	
Seleccione el orden	
Por Número Por Marca Por Conexión	

Figura 56. Pantalla de Elección de Impresión.

Ahora bien, si la primera alternativa seleccionada fue "Por Número", por lo tanto el sistema le preguntará que digite el número de motor inicial y final de los cuales desea la impresión, figura 57. La impresión que se hará en este submenú es del número consecutivo del motor como se dió de alta previamente en el menú "A L T A S" y que obviamente usted dió como rango al sistema.

FECHA: 21-07-98	MOTORES, S.A. DE C.V. SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION
Reportes de Motores	
Seleccione el orden	
Por Número	
Por Marca	
Por Conexión	
Número Inicial: 1	
Número Final: 6	
Oprima [ENTER] para imprimir, cualquier otra tecla para cancelar	

Figura 57. Pantalla de Impresión por Número.

Pero puede optar por no haber seleccionado la impresión por el número consecutivo del motor; sino que seleccionó el submenú "Por Marca", el cual le dará la impresión en papel del/motor(es) que usted haya seleccionado como número inicial y final. Cabe recordar que el número inicial y final se refieren al consecutivo que guarda un motor con respecto de otro en cuanto a la marca de éste y que fueron dadas de alta previamente en el menú "TABLAS DE MARCAS", figura 58.

FECHA: 21-07-98	MOTORES, S.A. DE C.V. SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION
Reportes de Motores	
Seleccione el orden	
Por Número	
Por Marca	
Por Conexión	
Número Inicial: 1	
Número Final: 8	
Oprima [ENTER] para imprimir, cualquier otra tecla para cancelar	

Figura 58. Pantalla de Impresión por Marca.

Por último si su elección del menú "R E P O R T E S" fue "Por Conexión", el sistema también le preguntará el número inicial y final (figura 59), que se refiere al tipo de conexión de los devanados del motor, los cuales se dieron de alta previamente en el menú "TABLA DE CONEXIONES" mediante el consecutivo de un número.

```

FECHA: 21 07 98      M O T O R E S, S. A. DE C. V.
                     SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION
Reportes de Motores

Seleccione el orden
Por Número
Por Marca
Por Conexión

Número Inicial:  1
Número Final:    3

Oprima [ENTER] para imprimir,
cualquier otra tecla para cancelar
    
```

Figura 59. Pantalla de Impresión por Conexión.

## 5.6 TABLA DE MARCAS

Para hacer uso de este menú basta con estar posicionado en el letrero que dice "TABLA DE MARCAS" y posteriormente pulsar la tecla de [Enter] en la pantalla principal de la figura 46, o bien con tan solo pulsar la tecla que tiene marcado el número [6] y en ese preciso momento el sistema le desplegará una pantalla como lo muestra la figura 60.

```

FECHA: 21-07-98      M O T O R E S, S. A. DE C. V.
                     SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION
Tabla de Marcas
    
```

NUMERO	DESCRIPCION
1	GENERAL ELECTRIC
2	SIEMENS DE MEXICO
3	MARCA PARA PROEBAS
4	MARCA NUMERO CUATRO
5	MARCA NUMERO CINCO
6	MARCA 6
7	IBM

[F2] Altas      [F3] Cambios      [ESC] Salir

Figura 60. Pantalla Principal de Tabla de Marcas.

Como se puede observar en la parte inferior de la figura 60 se tienen a su vez dos teclas de función, la primera de ellas es la tecla **[F2]** la cual sirve para dar de alta a una nueva marca de un motor dentro del sistema y éste la guardará mediante la asignación de un número consecutivo, figura 61.

La segunda tecla de función es la tecla **[F3]** la cual sirve para hacer las modificaciones pertinentes a una cierta marca de un motor que fue previamente dada de alta, para lo cual usted deberá estar posicionado en el número correspondiente a la marca que desee modificar, figura 62.

FECHA: 21 07 98		MOTORES, S.A. DE C.V.	
		SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION	
Tabla de Marcas			
NUMERO	DESCRIPCION		
1	GENERAL ELECTRIC		
2	SIEMENS DE MEXICO		
3	MARCA PARA PRUEBAS		
4	MARCA NUMERO CUATRO		
5	MARCA NUMERO CINCO		
6	MARCA 6		
7	IEM		
8	SIEMENS ILLIS		

Figura 61. Pantalla de Alta de Marcas.

FECHA: 21-07 98		MOTORES, S.A. DE C.V.	
		SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION	
Tabla de Marcas			
NUMERO	DESCRIPCION		
1	GENERAL ELECTRIC		
2	SIEMENS DE MEXICO		
3	MARCA PARA PRUEBAS		
4	MARCA NUMERO CUATRO		
5	MARCA NUMERO CINCO		
6	MARCA 6		
7	IEM		
8	SIEMENS ILLIS		

[F2] Altas      [F3] Cambios      [ESC] Salir

Figura 62. Pantalla de Modificaciones a una Marca (Cambios).



## 5.7. TABLA DE CONEXIONES

Para entrar a hacer uso de éste menú bastará con sólo pulsar la tecla número [7], estando posicionado en la pantalla principal del sistema y que se mostró en la figura 46; por lo que automáticamente el sistema le mostrará una pantalla como se muestra en la figura 63. Una vez estando en la pantalla de la figura 63, deberá dar de alta primeramente los tipos de conexiones de los devanados de que consta un cierto tipo de motor, lo cual se logra pulsando la tecla de función [F2] y el sistema automáticamente asignará un número consecutivo al tipo de conexión que usted dió de alta, figura 64.

FECHA: 07-08-98		MOTORES, S.A. DE C.V.	
		SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION	
Tabla de Conexiones			
NUMERO	DESCRIPCION		
1	DAHLANDER		
2	DOBLE PARALELO		
3	SERIE ESTRELLA		
4	SERIE DELTA		
5	2 PARALELO DELTA		
6	DELTA - DELTA		

[F2] Altas      [F3] Cambios      [ESC] Salir

Figura 63. Pantalla Principal de la Tabla de Conexiones.

FECHA: 07-08-98		MOTORES, S.A. DE C.V.	
		SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION	
Tabla de Conexiones			
NUMERO	DESCRIPCION		
1	DAHLANDER		
2	DOBLE PARALELO		
3	SERIE ESTRELLA		
4	SERIE DELTA		
5	2 PARALELO DELTA		
6	DELTA - DELTA		
7	ESTRELLA DELTA		

Figura 64. Alta de los Tipos de Conexiones de un Motor.

En la figura 65 se muestra la pantalla en la cual ya se dió de alta un tipo de conexión al sistema con su número consecutivo "7", en ésta misma figura 65 se muestra también que pulsando la tecla de función **[F3]** se puede modificar el nombre de un tipo de conexión; pero recuérdese que deberá estar para ello posicionado en el número deseado del tipo de conexión a modificar.

Recuérdese también que en ésta pantalla, usted podrá ir a un número hacia arriba o hacia abajo de la figura 65 desplazándose más rápido con las teclas **[Re Pág]** (regreso de página) y **[Av Pág]** (avance de página).

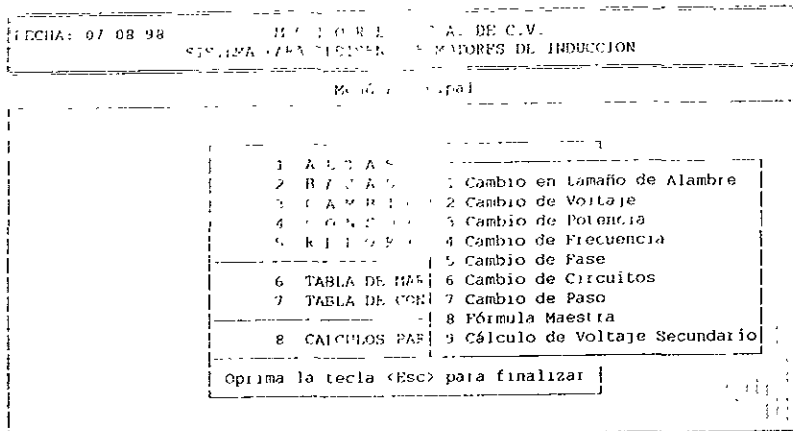
FECHA: 07 08-98		MOTORES, S.A DE C.V	
		SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION	
Tabla de Conexiones			
NUMERO	DESCRIPCION		
1	DAHLANDER		
2	DOBLE PARALFLO		
3	SERIE ESTRELLA		
4	SERIE DELTA		
5	2 PARALELO DELTA		
6	DELTA - DELTA		
7	ESTRELLA DELTA		

[F2] Altas      [F3] Cambios      [ESC] Salir

Figura 65. Pantalla para Modificar un Tipo de Conexión.

### 5.8. CÁLCULOS PARA REDISEÑO

Por último se explicará el uso de éste menú cuyo objetivo primordial es facilitarle al usuario los cálculos para el rediseño de un motor de inducción. Así que éste menú consta a su vez de 9 submenús. Para utilizar cualquiera de éstos últimos submenús como usted bien sabe, primeramente deberá estar en la pantalla principal del sistema que se muestra en la figura 46, por lo que una vez posicionado en ésta, usted podrá pulsar la tecla número **[8]**, con la cual el sistema lo llevará a otra pantalla como lo muestra la figura 66.



Cálculos varios para rediseño de motores

Figura 66. Pantalla de los Submenús para el Cálculo de Rediseño de un Motor de Inducción.

### 5.8.1. Cambio en tamaño de Alambre

Si usted eligió la opción número 1, "Cambio en tamaño de Alambre", con el simple hecho de pulsar la tecla **[Enter]**, obviamente posicionado en dicha opción, el sistema lo llevará hasta una pantalla como se muestra en la figura 67; la cual tiene por objeto calcular el número de vueltas por bobina que resulta de los tres parámetros que el usuario deberá dar al sistema, los cuales son: el calibre original dado en unidades de AWG (abreviación para alambre americano), el calibre deseado por el usuario en AWG y el número de vueltas por bobina del enrollamiento original.

Por otra parte como el cálculo del calibre del nuevo alambre se da en unidades de AWG, usted podrá hacer la conversión a unidades [SWG] y al sistema métrico decimal, apoyándose para ello de una calculadora y consultando la tabla de características de alambre que aparecen en la parte inferior de la pantalla de la figura 67, pulsando para ello la tecla de función **[F3]**, ésta tabla se explicará más adelante.

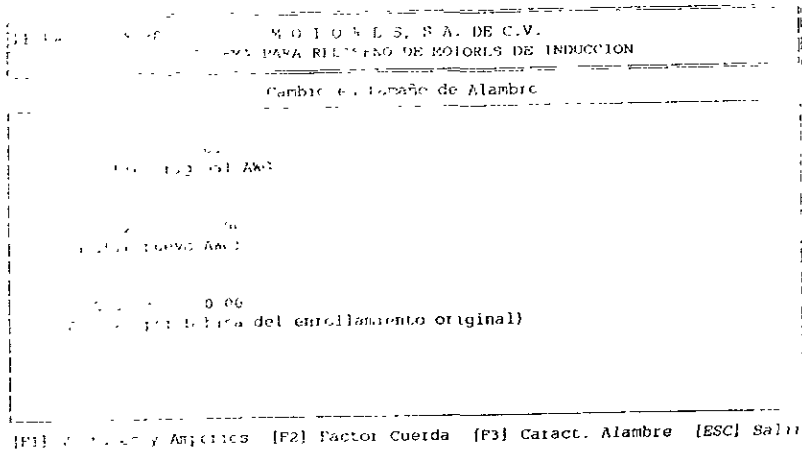


Figura 67. Pantalla para el Cálculo en el Calibre del Alambre.

Ahora bien, en la figura 68 se da un ejemplo para el cálculo de las nuevas vueltas por bobina que se utilizarán en el devanado, en base al calibre deseado que se pondrá en las ranuras del motor.

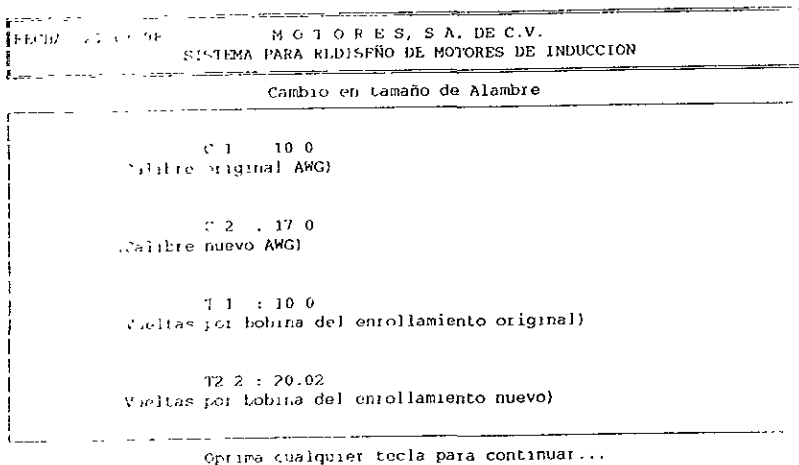


Figura 68. Pantalla para el Cambio del Calibre Deseado.

Puede observarse también que al final de la pantalla de la figura 67, se tienen tres teclas de función la primera de ellas [F1], sirve para consultar los valores de voltaje y corriente del secundario para motores de rotores devanados con potencias que van desde 1 Hp hasta 150 Hp, figura 69.

MOTORES, S.A. DE C.V.  
SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION

Cambio en tamaño de Alambre

	HP	VOLT_SEC	AMP_SEC
	1.000	90	6.0
	1.500	110	7.5
Tamaño : 9.00	2.000	120	8.4
(Vuel. por bobina	3.000	145	10.0
	5.000	140	19.0
	7.500	165	23.0
Tamaño : 0.00	10.000	195	26.5
(Vuel. por bobina	15.000	240	32.5
	20.000	265	38.0
	25.000	220	60.0
	30.000	240	65.0
	40.000	315	60.0

[F1] Voltajes y Amperios [F2] Factor Cuerda [F3] Caract. Alambre [ESC] Salir

Figura 69. Tabla de Consulta de Voltaje y Corriente.

La segunda tecla de función es [F2], la cual sirve para la consulta del "factor de cuerda", el cual es la proporción de las vueltas efectivas de una bobina con respecto de las vueltas originales; por lo que una vez pulsada dicha tecla de función aparecerá dicha tabla, figura 70. En la primera columna de dicha tabla se muestra el "paso de bobina" (1-25, 1-24, etc.) y las columnas marcadas como "R\_24, R\_22, etc." son las ranuras por polo; obviamente los números marcados como 0.752, 0.801, etc. se refieren al factor de cuerda.

FECHA: 07 DE 86 MOTORES, S.A. DE C.V.  
SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION

Cambio en tamaño de Alambre

CM 1 0	PASO_BOBI	R_24	R_22	R_20	R_18	R_16
(Alce en circular mil	1-14	0.752	0.801	0.853	0.906	0.957
	1-13	0.707	0.756	0.809	0.866	0.924
Tamaño : 0.00	1-12	0.000	0.707	0.760	0.819	0.882
(Vuel. por bobina	1-11	0.000	0.000	0.707	0.766	0.831
	1-10	0.000	0.000	0.000	0.707	0.743
	1-9	0.000	0.000	0.000	0.643	0.707
Tamaño : 0.00	1-8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.634
(Vuel. por bobina	1-7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.556
	1-6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	1-5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	1-4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	1-3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

[F1] Voltajes y Amperios [F2] Factor Cuerda [F3] Caract. Alambre [ESC] Salir

Figura 70. Tabla de Consulta del Factor de Cuerda.

Por último la tecla de función **[F3]**, sirve para la consulta de las características de alambre magneto redondo, figura 71, las cuales son : 1) en cuanto a su diámetro tanto en pulgadas y milímetros (las dos primeras columnas); 2) en cuanto al calibre, cuyas unidades son en AWG (para norteamérica), en SWG y en unidades métricas (para cualquier otro país distinto de norteamérica), (las tres siguientes columnas); y 3) en cuanto a la sección transversal, cuyas unidades pueden ser tanto en circular mil o bien en milímetros cuadrados (las dos últimas columnas). No debe olvidar usted, que podrá desplazarse en ésta y en las dos últimas tablas descritas hacia la izquierda, derecha, hacia arriba o hacia abajo, mediante las flechas [-, -, ↑, ↓]; o bien exclusivamente hacia arriba o hacia abajo de una manera más rápida con las teclas **[Av Pág]** y **[Re Pág]**.

MOTORES, S.A. DE C.V.				
SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION				
Cambio en tamaño de Alambre				
CM 1 :	DIAM_PULG	DIAM_MM	CALIB_AWG	CALIB_SWG
6	0.3066	7.788	0.5	0
{Area en circular mil}	0.3000	7.620	0.0	1
T 1 :	0.2953	7.500	0.0	0
{Vueltas por bobina}	0.2893	7.348	1.0	0
	0.2795	7.100	0.0	0
	0.2760	7.010	0.0	2
T 2 :	0.2730	6.934	1.5	0
{Vueltas por bobina}	0.2638	6.700	0.0	0
	0.2576	6.543	2.0	0
	0.2520	6.401	0.0	3
	0.2480	6.300	0.0	0
	0.2431	6.175	2.5	0

[F1] Voltajes y Arreglos [F2] Factor Cuerda [F3] Caract. Alambre [ESC] Salir

Figura 71. Tabla de Consulta de las Características del Alambre.

Cabe hacer mención que éstas tres últimas tablas que se acaban de explicar, estarán disponibles para su consulta en los nueve submenús.

Otro aspecto importante que se deberá tener en cuenta para el nuevo calibre de alambre calculado, es la "tensión del bobinado original", es decir, que si el alambre original de la bobina estaba apretado, entonces se deberá seleccionar un calibre de alambre que sea un poco más pequeño al calculado. Por el contrario si el bobinado original estaba un poco flojo, entonces se deberá seleccionar un calibre alambre un ligeramente mayor al calculado. Por lo que se deberá llenar la ranura con tanto alambre como sea posible, esta variación en el diseño no afectará el funcionamiento del motor en cuanto a la elevación de la corriente, sin embargo, bajará la temperatura y mejorará la eficiencia del motor.

## 5.8.2. Cambio de Voltaje

Estando en la pantalla de la figura 66, si usted eligió la opción número 2 "Cambio de Voltaje", el sistema le mostrará una pantalla como se muestra en figura 72a, la cual está en espera de que usted digite los datos pertinentes para el nuevo voltaje deseado. La fórmula que es utilizada por el sistema para el cálculo de voltaje es:

$$T2 = (T1) (E2/E1) \dots\dots\dots 5$$

La fórmula 5, podrá ser utilizada para cuando se desea cambiar de un voltaje bajo a otro, es decir, sólo es válida para cambios de voltaje bajos del rango de 600 volts o menores. Si el voltaje original del motor está por arriba de los 600 volts, entonces se deberá tomar en cuenta los espesores de aislamiento que se necesitan para cada voltaje. En la figura 72b, se muestra una pantalla con datos específicos para el cambio de voltaje de 460 a 575 [Volts], por lo que repercutirá en el número de vueltas por bobina que necesitará el motor para el voltaje deseado de 575 Volts.

```
FECHA: 09 08 98           M O T O R E S, S.A. DE C V
                          SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION

                          Cambio de Voltaje

      F 1 :      0.00
      (Vueltas originales por bobina)

      E 2 :      0
      (Nuevo voltaje deseado)

      F 1 :      0
      (Voltaje original)

[1] Voltaje y Amperios [F2] Factor Cuerda [F3] Caract. Alambre [ESC] Salir
```

Figura 72a. Pantalla para el Cálculo del Voltaje Deseado.

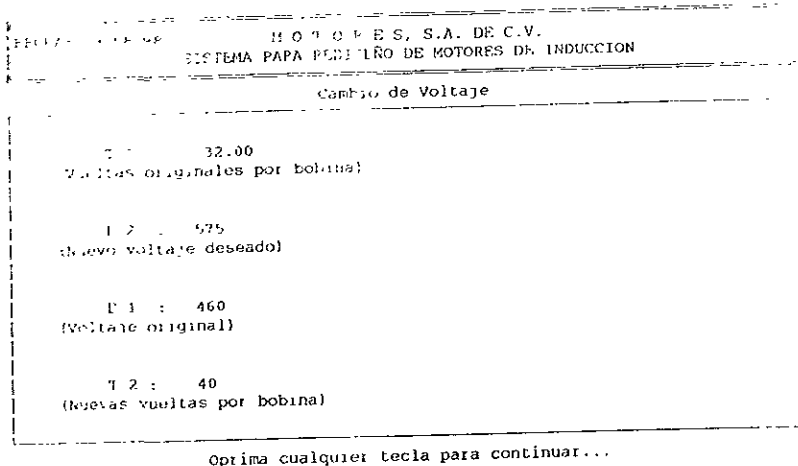


Figura 72b. Pantalla de Cambio de Voltaje.

### 5.8.3. Cambio de Potencia

Estando en la pantalla de la figura 66, si usted eligió la opción número 3 "Cambio de Potencia", el sistema le mostrará una pantalla como se muestra en figura 73a, la cual está en espera de que usted digite los datos pertinentes para la nueva potencia deseada, ésta podrá calcularse tanto en "Hp" o en "KW". La fórmula que es utilizada por el sistema para el cálculo de potencia es:

$$T2 = (T1) (Hp1/Hp2)^{1/2} \dots\dots\dots 6$$

o bien

$$T2 = (T1) (KW1/KW2)^{1/2} \dots\dots\dots 6'$$

Las fórmulas 6 y 6', podrán ser utilizadas cuando se desea cambiar la potencia del motor, por lo que las vueltas por bobina del motor también variarán inversamente con la raíz cuadrada de los Hp o de los KW respectivamente, en la figura 73b se muestra un ejemplo para cambiar la potencia de un motor de 50 Hp a 60 Hp.

Por otra parte si el número de polos del motor se mantiene igual y se desea aumentar la potencia del mismo, entonces habrá una pérdida magnética en el núcleo del estator, debido a que no hay la suficiente densidad magnética para producir los Hp o los KW requeridos.

La pérdida de cobre en el rotor también será mayor si los Hp o los KW deseados se aumentan al original, manteniendo el mismo número de polos, esto se debe a que una corriente más grande circulará por los anillos y las barras de corto circuito; por lo que para contrarrestar dicha corriente será necesario un sistema de aislamiento que soporte una temperatura más alta a la original.



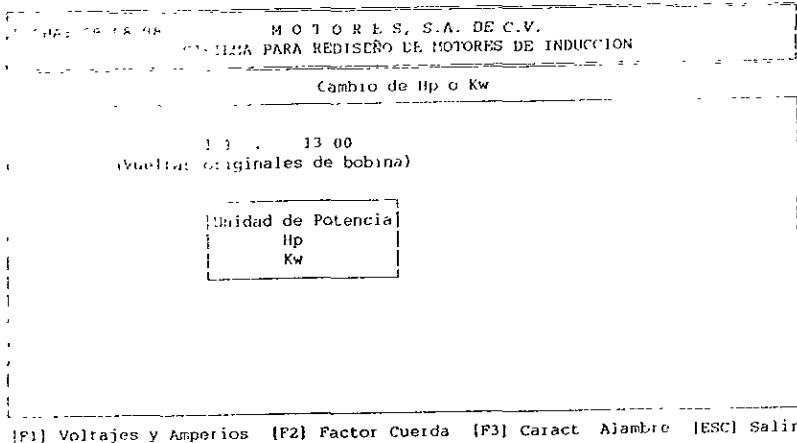


Figura 73a. Pantalla para el Cálculo de Potencia Deseada.

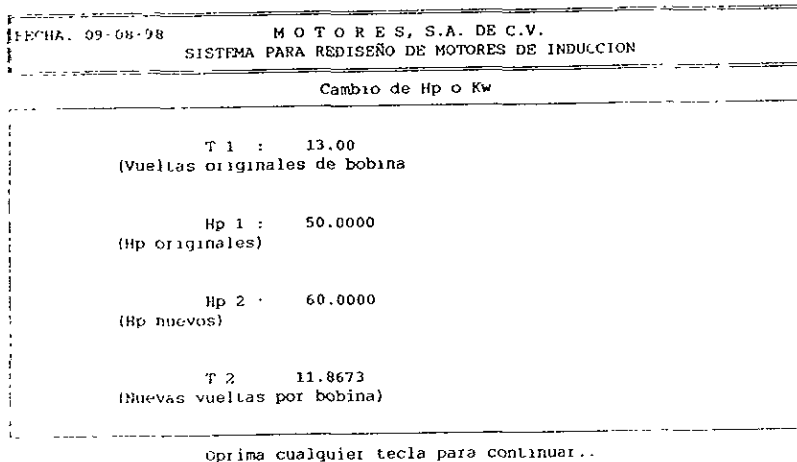


Figura 73b. Pantalla de Cambio de Potencia.

#### 5.8.4. Cambio de Frecuencia

Estando en la pantalla de la figura 66, si usted eligió la opción número 4 "Cambio de Frecuencia", el sistema le mostrará una pantalla como se muestra en figura 74a, la cual está en espera de que usted digite los datos pertinentes para la nueva frecuencia deseada. La fórmula que es utilizada por el sistema para el cálculo de frecuencia es:

$$T2 = (T1) (F1/F2)^{1/2} \dots\dots\dots 7$$

Cuando es utilizada la fórmula 4, es inevitable que también cambie la velocidad del motor y si además la potencia se debe mantener constante, entonces la carga máxima de torsión tiene que variar inversamente cuando la velocidad varía.

En la figura 74b se da un ejemplo del cambio en frecuencia de un motor de 50 Hz a 60 Hz, por lo que el resultado al final de la pantalla muestra que se deberá tener 11 vueltas por bobina para obtener los 60 Hz deseados.

```
FECHA: 09 08 98      M O T O R E S, S.A. DE C.V.
                     SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION

Cambio de Frecuencia

T 1      0.00
(Vueltas originales de bobina)

F 1 :    0
(Frecuencia Original)

F 2 :    0
(Frecuencia Nueva)

[F1] Voltajes y Amperios [F2] Factor Cuerda [F3] Caract. Alambre [ESC] Salir
```

Figura 74a. Pantalla para el Cálculo de la Frecuencia deseada.

```
FECHA: 09-08-98      M O T O R E S, S.A. DE C.V.
                     SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION

Cambio de Frecuencia

F 1      12.00
(Vueltas originales de bobina)

F 1 :    50
(Frecuencia Original)

F 2      60
(Frecuencia Nueva)

T 2 :    10.954
(Nuevas vueltas por bobina)

Oprima cualquier tecla para continuar. .
```

Figura 74b. Pantalla de Cambio de Frecuencia.

### 5.8.5. Cambio de Fase

Estando en la pantalla de la figura 66, si usted eligió la opción número 5 "Cambio de Fase" mostrará una pantalla como se muestra en figura 75a, la cual está en espera de que usted seleccione el tipo de cambio de fase que desee hacer, es decir, para cambiar de un motor bifásico a trifásico, o bien de un motor trifásico el cual puede estar en configuración estrella o delta a bifásico.

La fórmula que es utilizada por el sistema para el cambio de dos fases a tres fases es:

$$T3 = 0.82(T2) \dots\dots\dots 5$$

donde T2 son las vueltas por bobina para un motor bifásico y T3 son las vueltas por bobina de un motor trifásico estando éste en configuración estrella.

Las fórmulas que se utilizan en el sistema para realizar el cambio de un motor trifásico a bifásico son:

$$T2 = 1.22 (T3) \dots\dots\dots 6$$

$$T2 = 0.707(T3) \dots\dots\dots 7$$

donde T3 está en configuración estrella para la fórmula 6, y para la fórmula 7, T3 está en configuración delta. Al igual que en la fórmula 5 T2 y T3 son las vueltas por bobina de un motor bifásico y trifásico respectivamente.

FECHA. 09 08-98	MOTORES, S.A. DE C.V.
SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION	

Cambio de Fase

Tipo de motor Bifásico Config. estrella Config. delta
--

[F1] Voltajes y Amperios [F2] Factor Cuerda [F3] Caract. Alambre [ESC] Salir

Figura 75a. Pantalla para Cambiar de Fase.

En la figura 75b, se muestra un ejemplo de cambio de dos fases a tres fases, por lo que en el sistema se emplea la fórmula número 5, dando por resultado que se deben dar 18 vueltas por bobina al motor de dos fases para lograr el nuevo cambio de fase

deseada; en la figura 75a se tuvo que haber seleccionado primeramente el submenú llamado "Bifásico" para dicho cambio.

En la figura 75a se puede observar que seleccionando las opciones de "Config. estrella" y "Config. delta", se logran los cambios de tres fases a dos fases mediante el uso de las fórmulas 6 y 7.

```
FECHA: 09 08 98      M O T O R E S, S.A. DE C.V.
                     SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCIÓN

                          Cambio de Fase

    Tipo de motor
    Bifásico
    Config. estrella
    Config. delta

    T 2 :    22.00
    (Vueltas por bobina)

    T 3 :    18.040
    (Nuevas vueltas por bobina)

Oprima cualquier tecla para continuar ..
```

Figura 75b. Cambio de dos fases a tres fases.

### 5.8.6. Cambio de Circuitos

Estando en la pantalla de la figura 66, si usted eligió la opción número 6 "Cambio de Circuitos", el sistema le mostrará una pantalla como se muestra en figura 76a, la cual está en espera de que usted digite los datos pertinentes para los nuevos circuitos deseados. El cambio de circuitos se utiliza para cuando en un rediseño las vueltas por bobina no resultaron ser en número entero, por lo que para evitar que en el rediseño se obtenga un número racional, se utiliza la fórmula 8. La fórmula que es utilizada por el sistema para el cálculo de circuitos es:

$$T2 = (T1) (N2/N1) \dots\dots\dots 8$$

Cuando es utilizada la fórmula 8, hay ciertas restricciones para el cambio en el número de circuitos que se usarán, una de ellas es que precisamente el número de circuitos no debe ser mayor que el número de polos, la segunda es que el número de polos debe ser igual que el número de circuitos o bien un múltiplo de éstos últimos; la tercera es que debe haber en cada pata de un circuito paralelo el mismo número de bobinas y la última es que los voltajes por bobina no deben exceder los 40 volts.

En la figura 76b se muestra un ejemplo en el cual se cambia la conexión de 460 volts estando en 2 delta por una conexión de 1 delta, sabiendo de antemano para ello que las vueltas por bobina originales son de 12.5, por lo que el resultado calculado por el sistema utilizando la fórmula 8 es de 25 vueltas por bobina.

```
FECHA: 09 08 98      M O T O R E S, S. A. DE C. V.
                     SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION

Cambio de Circuitos

T 1 :      0.00
(Vueltas originales de bobina)

N 2 :      0
(Número nuevo de circuitos)

N 1 :      0
(Número original de circuitos)

[F1] Voltajes y Amperios [F2] Factor Cuerda [F3] Caract. Alambre [ESC] Salir
```

Figura 76a. Pantalla para el Cálculo de los Circuitos deseados.

```
FECHA: 09 08 98      M O T O R E S, S. A. DE C. V.
                     SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION

Cambio de Circuitos

T 1 :      12.50
(Vueltas originales de bobina)

N 2 :      2
(Número nuevo de circuitos)

N 1 :      1
(Número original de circuitos)

T 2 :      25.000
(Vueltas nuevas por bobina)

Oprima cualquier tecla para continuar...
```

Figura 76b. Pantalla de Cambio para el Número de Circuitos.

### 5.8.7. Cambio de Paso

Estando en la pantalla de la figura 66, si usted eligió la opción número 7 "Cambio de Paso" (o también se le conoce como "factor de cuerda"), el sistema le mostrará una pantalla como se muestra en figura 77a, la cual está en espera de que usted digite los datos pertinentes para el nuevo cambio de paso. La fórmula que es utilizada por el sistema para el cálculo del factor de cuerda es:

$$T2 = (T1) (CF1/CF2) \dots\dots 9$$

Cuando se utiliza la fórmula 9, es con la intención de quitar la parte fraccional de una vuelta cuando se hace un cambio en el diseño del paso. En la figura 77a, al final de la pantalla se puede observar que en caso de necesitarse la consulta de la tabla de factor de cuerda, ésta como ya se mencionó anteriormente, también está disponible con tan solo pulsar la tecla **[F2]**. En la figura 77b, se muestra un ejemplo de diseño para cambiar de un factor de cuerda actual de 0.940 a un factor de cuerda de 0.985, por lo que las vueltas por bobina necesarias deben ser de 11.929 y éste resultado obviamente se aproxima a 12 vueltas por bobina, las cuales son las que se deben utilizar para obtener dicho factor de cuerda deseado.

Cabe hacer mención que el paso ideal en un motor de inducción tendría un factor de cuerda de 0.966, ya que éste ayuda a eliminar los efectos indeseables de armónicas que siempre están presentes tanto en un motor como en un generador. Sin embargo, esto es imposible, así que para motores de 4 polos en adelante se recomienda tener un factor de cuerda en el rango de 0.900 a 0.966 y para motores exclusivamente de 2 polos se recomienda un factor de cuerda en el rango de 0.707 a 0.866.

```
FECHA 03 08 98      M O T O R E S, S.A. DE C.V.
                    SISTEMA PARA REDESEÑO DE MOTORES DE INDUCCION

                    Cambio de Paso o Factor de Cuerda

                    T 1 :      0.00
                    (Vueltas originales de bobina)

                    FC 1: 0.000
                    (Factor de cuerda original)

                    FC 2: 0.000
                    (Factor de cuerda nuevo)

[F.] Voltajes y Amperios [F2] Factor Cuerda [F3] Caract. Alambre [ESC] Salir
```

Figura 77a. Pantalla para el Cálculo del Factor de Cuerda deseado.

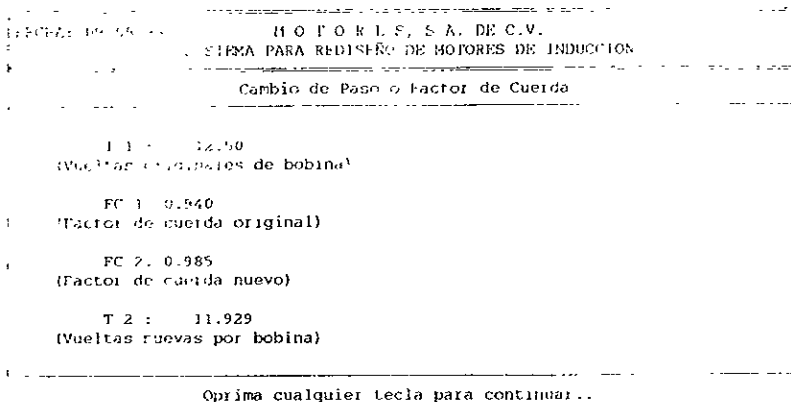


Figura 77b. Pantalla para el Cambio de Paso.

### 5.8.8. Fórmula Maestra

Estando en la pantalla de la figura 66, si usted eligió la opción número 8 "Fórmula Maestra", el sistema le mostrará una pantalla como se muestra en figura 78a, la cual está en espera de que usted digite los datos pertinentes para las nuevas especificaciones deseadas para un motor de inducción. La fórmula número 10, es considerada la fórmula maestra ya que no es más que el producto de cada una de las fórmulas anteriormente expuestas (fórmulas de la 1 a la 9, con la excepción de las fórmulas 5, 6 y 7 que se refieren al cambio de fase) cuya expresión matemática es:

$$T2 = (T1) [ (Hp1/hp2)^{1/2} (F1/F2)^{1/2} (P2/P1)^{1/2} (E2/E1) (FC1/FC2) (N2/N1) (CC) ] \dots\dots\dots 10$$

El único factor en la fórmula 10 que no ha sido explicado es "CC", el cual tiene 3 diferentes constantes, el primero de ellos es 1.73 y se utiliza para cuando se desea cambiar de una conexión estrella a delta; la segunda constante es de 0.58 y se utiliza para cuando se quiere cambiar la conexión de delta a estrella y la tercera y última constante es de 1.0 la cual se utiliza para cuando no hay cambio en la conexión. Los demás factores involucrados en la fórmula maestra fueron explicados a su debido tiempo.

FECHA: 09 08 98      M. I. C. R. E. S., S.A. DE C.V.  
 SISTEMA 10 / DISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION

Fórmula Maestra

T 1 : 13  
 (Vueltas originales bobina)

	Potencia	Frecuencia	Polos	Voltaje	Fac Cuerda	Circuitos
Original:	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Nuevo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

[F1] Voltajes y Amperios   [F2] Factor Cuerda   [F3] Caract. Alambre   [ESC] Salir

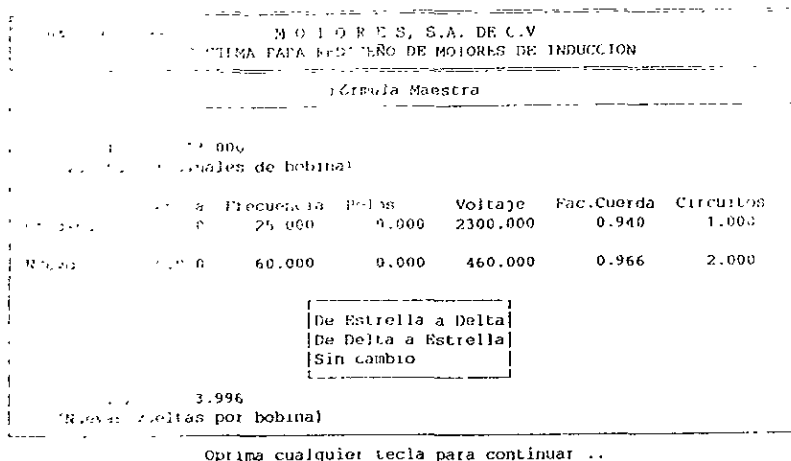
Figura 78a. Pantalla para el Cálculo Simultáneo de los Parámetros Deseados.

La fórmula maestra es de gran utilidad para cuando se desea hacer varios cambios en su diseño original de un motor o generador simultáneamente. En la fórmula maestra habrá ocasiones en los cuales no es necesario utilizar todos los factores involucrados, por lo que los que no han de utilizarse se deberán digitar en el sistema como un **cero** para que el sistema automáticamente los ignore en la fórmula 10.

En la figura 78b, se ha utilizado un ejemplo en particular tomando como base un motor con 100 Hp a 2300 volts de 4 polos y trabajando a una frecuencia de 25 Hz, además se sabe que el número de vueltas por bobina original del motor es de 13 (T1=13), teniendo 72 ranuras y bobinas, un paso de 1-15 y una conexión de 1Y; por lo que el cambio que se requiere es de 200 Hp, 460 volts, 60 Hz, cambio de conexión de estrella a delta (CC=1.73), cambiar de 1 circuito a 2 circuitos en paralelo y utilizando un factor de cuerda de 0.940 a uno de 0.966.

Utilizando entonces la expresión número 10 se tiene que las vueltas nuevas necesarias por bobina son de 3.996, las que se aproximan a 4.0. Los nuevos datos serán entonces 4 vueltas por bobina con un paso de 1-16 y 2 conexiones en delta.





78b. Pantalla para el Cambio en Cualquier Parámetro en el Diseño del Motor.

### 5.8.9. Cálculo de Voltaje Secundario

Estando en la pantalla de la figura 66, si usted eligió la opción número 9 "Cálculo de Voltaje Secundario", el sistema le mostrará una pantalla como se muestra en la figura 79a, la cual está en espera de que usted seleccione las dos formas de hacer el cálculo del voltaje secundario de un motor de rotor devanado, ya que en ocasiones es difícil observar dicho dato directamente en la placa de datos del motor. Después de que haya seleccionado cualquiera de las dos opciones mostradas en la figura 79a, el sistema le mostrará otra pantalla como se observa en la figura 79b, la cual está en espera de los datos que usted deberá digitar para el cálculo del voltaje secundario mediante la fórmula 11.

Si se selecciona la opción "Cálculo general" estando en la pantalla de la figura 79a, el sistema utilizará para dicho cálculo la expresión número 11. En la figura 79c se observa un ejemplo del cálculo, sabiendo de antemano que el voltaje medido a través de los anillos rosantes es de 95 volts (EM), el voltaje de línea es de 440 volts (EL) y el voltaje aplicado al bobinado del estator es de 120 volts (EA), por lo que el resultado del voltaje secundario será de 348.33 volts.

$$ER = EM (EL/EA) \dots\dots 11$$

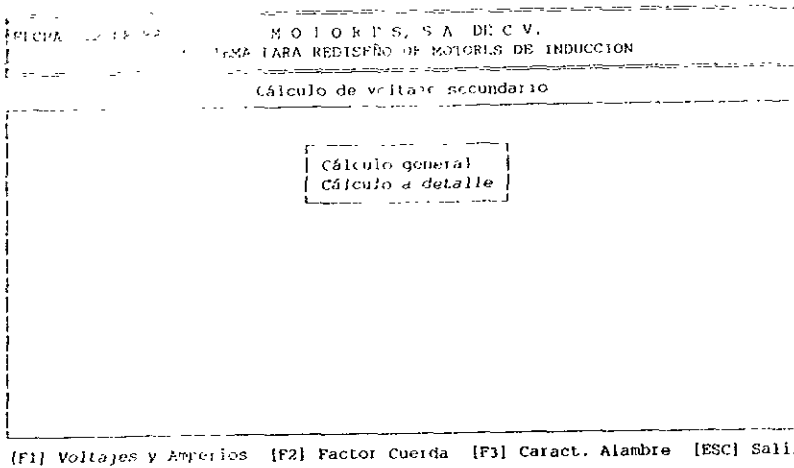


Figura 79a. Pantalla de Selección para la Cálculo del Voltaje Secundario.

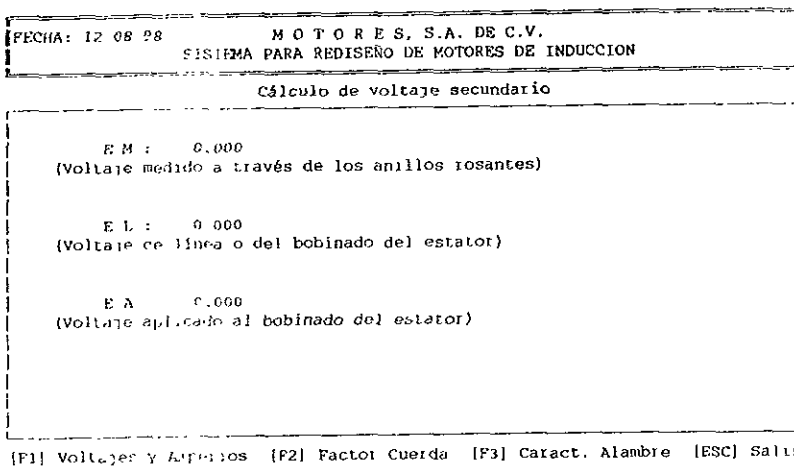


Figura 79b. Pantalla para el Cálculo del Voltaje Secundario.

Por otra parte pudo haber seleccionado la opción "Cálculo a detalle" estando en la figura 79a, así el sistema le mostrará otra pantalla como se observa en la figura 80a, la cual está en espera de los datos que usted debe digitar para el cálculo del voltaje secundario como son las vueltas por bobina del rotor y estator (TR y TS), el número de ranuras del rotor y estator (SR y SS), el factor de cuerda para el rotor y estator (FCR y FCS), el número de circuitos para el estator y rotor (NS y NR), la constante del rotor y estator (KR=1.73 si está conectado en estrella o bien KS=1.0 si está conectado en delta) y por último el voltaje del estator (ES).

Una vez seleccionada la opción "Cálculo a detalle" estando en la pantalla de la figura 79a, el sistema utilizará para dicho cálculo la expresión número 12. En la figura 80b se observa un ejemplo del cálculo, sabiendo de antemano los parámetros que en el párrafo anterior se mencionaron y que para el cálculo mediante la utilización de la expresión 12 se muestran en la figura 80b son: TR=6, SR=48, FCR=0.924, NS=2, KR=1.73, ES=460 volts, TS=9, SS=72, FCS=0.966, NR=2 y KS=1.

$$ER = [(TR \times SR \times FCR \times NS \times KR \times ES) / (TS \times SS \times FCS \times NR \times KS)] \dots\dots 12$$

Por último en la figura 80b se muestran dos submenús que se refieren a las constantes KR y KS dependiendo del tipo de conexión que se tenga en el rotor o bien el estator y que para ello pueden tener un valor de 1.73 o bien 1.0 dependiendo si está el bobinado conectado en estrella o en delta respectivamente.

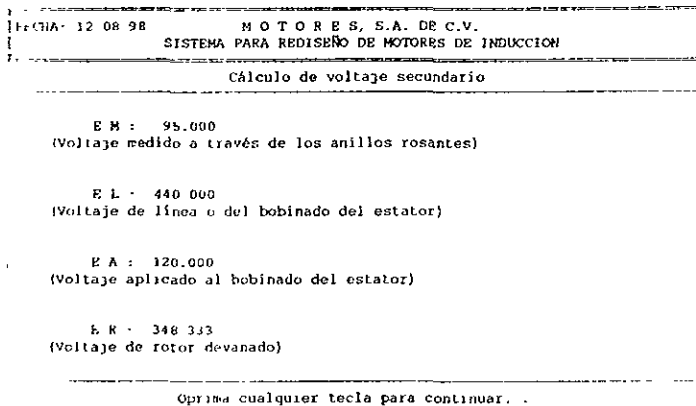


Figura 79c. Pantalla de Voltaje de Rotor Devanado Calculado.

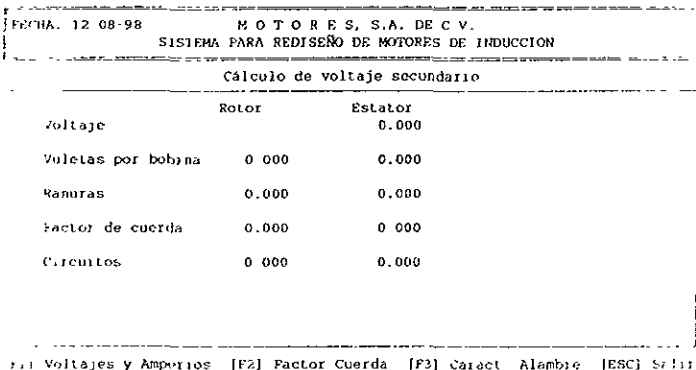


Figura 80a. Pantalla para el Cálculo del Voltaje Secundario Conociendo más Parámetros del Rotor y Estator.

FECHA: 1. 08. 98			M. C. I. G. R. E. S., S.A. DE C.V.		
SISTEMA PARA DISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION			Cálculo de voltaje secundario		
Voltaje		Estator	460.000		
Vuelas por bobina	6.000		9.000		
Ranuras	48.000		72.000		
Factor de cuerda	0.924		0.966		
Circuitos	2.000		2.000		
	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">           Conexión Rotor            Estrella            Delta         </div>		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">           Conexión Estator            Estrella            Delta         </div>		
FR : 338.311 (Voltaje de rotor devanado)					

Oprima cualquier tecla para continuar...

**Figura 80b. Pantalla del Voltaje Secundario Calculado Mediante la Expresión 12.**

## Apéndice A

```
/* MOTORFES, S.A. DE C.V. */
/* SISTEMA DE DISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION */
/* ALTA DE MOTORES ALJAMOTO.PRG */
/* ELABORADO: 30 MAR 97 */
/* ULTIMA MODIFICACION: 24 MAY 98 */
/* PROGRAMADOR: JULIO PADILLA */

save screen to ALJAMOTO
set cursor on

XT := "Alta de Motores"
@05,00 clear
@05,(79-len(XT))/2 say XT color "w!"

Sele 3
Use CONEXION Inde JCONUM
Sele 2
Use MARCAS Inde JMARNUM
Sele 1
Use MOTORES Inde IMOTNUM, IMOTMAR, IMOTCOX
go bott

XNUM : val(NUMERO)+1
XMARCA : XCONEX := 0
XTIPO :- spac(17)
XARMAZ :- spac(10)
XPOLOS :- 0
XPOT_HP :- XPOT_CV := XPOT_KW := 0
XVOL_T1 : XVOL_T2 :- 0
XFREC := 60
XVEL_RPM :- XVEL_SEG := 0
XRANURAS :- XPASO := XBOBINAS := 0
XGRUPOS : spac(10)
XCALIBRE : XRANURA := spac(15)
XVUELTAS : spac(20)
XPROFUND :- XANCHOS := XDIAMETRO := XHIERRO := 0
XUNIDAD :- spac(2)
XOBS1 :- XOBS2 := XOBS3 := spac(60)

do while .t.
@06,00 clear
@06,00 to 23,79

@07,02 say "No." + tran(XNUM,"9999") color "bg"

@08,11 say "Oprima [Esc] para finalizar" color "w+"
@07,11 say "Marca No."
@07,20 get XMARCA pict "99"
read
if lastkey() = 27
clear data
exit
endif
@08,02 clear to 08,78
XMARCA : Lian(XMARCA,"99")
sele 2
Seek XMARCA
if .not. found()
?? xhsp
@24,0 clear
@24,21 say "la marca no existe ..." color "w*"
inkey(t)
```

```

loop
endif
@01,22 say DESCRIP color "n/w"

@07,50 say "Tipo" get XTIPO
@09,02 say "Armazón" get XARMAZ
@09,22 say "Polos" get POLOS pict "9999"
@09,34 say "Velocidad (RPM)" get XVEL_RPM pict "99999"
read
if lastkey() = 27
loop
endif
XVEL_SEG := XVEL_RPM / 60
@09,57 say tran(XVEL_SEG,"99,9999") + " (Seg -1)"

do while .t.
?? xbep
@11,01 clea to 11,78
@11,02 say "Potencia HP"
@11,13 get XPOT_HP pict "9999.999"
read
if XPOT_HP = 0
@11,22 say "KW"
@11,24 get XPOT_KW pict "9999.999"
read
if XPOT_KW = 0
@11,33 say "CV"
@11,35 get XPOT_CV pict "9999.999"
read
if XPOT_CV = 0
?? xbep
@24,25 say "Debe introducir un valor mayor a cero"
color "w:*"
inkey(9)
@24,00 clea
loop
else
XPOT_KW := XPOT_CV * 0.735
XPOT_HP := XPOT_KW * 1.3404
@11,13 say XPOT_HP pict "9999.999" color "n/w"
@11,24 say XPOT_KW pict "9999.999" color "n/w"
@11,22 say "KW"
@11,33 say "CV"
exit
endif
else
XPOT_CV := XPOT_KW / 0.735
XPOT_HP := XPOT_KW / 0.7457
@11,13 say XPOT_HP pict "9999.999" color "n/w"
@11,35 say XPOT_CV pict "9999.999" color "n/w"
@11,22 say "KW"
@11,33 say "CV"
exit
endif
else
XPOT_KW := XPOT_HP * 0.7457
XPOT_CV := XPOT_HP * 0.7457 / 0.735
@11,24 say XPOT_KW pict "9999.999" color "n/w"
@11,35 say XPOT_CV pict "9999.999" color "n/w"
@11,22 say "KW"
@11,33 say "CV"
exit
endif
enddo

```

```

@11,14 say "Voltaje"
@11,51 get xvolt1 pict "9999"
@11,55 say "/" color "n/w"
@11,56 get xvolt2 pict "9999"
read
xvoltage := tran(xvolt1,"9999") + "/" + tran(xvolt2,"9999")

!- while !t.
  @11,61 say "Frecuencia (HZ)" get xfrec pict "99"
  read
  if xfrec <> 50 .and. xfrec <> 60
    ?? xbep
    @24,23 say "Las frecuencias válidas son 50 o 60" color "w**"
    inkey(9)
    @24,00 clea
    loop
  else
    exit
  endif
enddo

@13,02 say "Conexión No."
@13,14 get XCONEX pict "99"
read
if lastkey() = 27
  loop
endif
KCONEX := tran(XCONEX,"99")
Sele 3
Seek KCONEX
if .not. found()
  ?? xbep
  @24,0 clea
  @24,25 say "La conexion no existe ..." color "w**"
  inkey(7)
  loop
endif
@13,17 say DESCRIP color "n/w"

@13,43 say "Ranuras"
@13,50 get xranuras pict "9999"
@13,55 say "Paso"
@13,59 get XPASO pict "99"
@13,62 say "Grupos"
@13,68 get XGRUPOS

@15,02 say "Bobinas" get XBOBINAS pict "9999"
@15,16 say "Calibre" get XCALIBRE
@15,40 say "Vueltas" get XVUELTAS
@17,02 say "Ranura" get XRANURA
@17,25 say "Profundidad" get XPROFUN pict "999.9999"
@17,46 say "Ancho" get XANCHO pict "999.9999"
@17,61 say "Diametro" get XDIAMETRO pict "999.9999"
@19,02 say "Hierro" get XHIERRO pict "999.9999"
@19,18 say "Medida (mm cm in)" get xunidad pict "aa" valid(xunidad="mm"
.or xunidad="cm" .or. xunidad="in")
@21,02 say "Observaciones" get XOBS1
@22,16 get XOBS2
read

@24,0 clea
?? XBEP
XRES := " "
@24,24 say "¿Están correctos los datos? S/N:" ;
get XRES pict "!" valid(XRES="SN")

```

```

read

if XRES = "S"
  ciclo 1
  append blank
  repl NUMERO with tran(XNUM,"9999"), MARCA_NUM with KMARCA, TIPO with
XTIPO
  repl ARMAZON with XARMAZ, POLOS with XPOLOS, POT_HP with XPOT_HP
  repl POT_CV with XPOT_CV, POT_KW with XPOT_KW
  repl VOLTAJE with XVOLTAJE, FRECUENCIA with XFRFC, CONEX_NUM with
XCONEX
  repl VELOC_RPM with XVEL_RPM, VELOC_SEG with XVEL_SEG
  repl RANURAS with XRANURAS, PASO with XPASO, GRUPOS with XGRUPOS

  repl BOBINAS with XBOBINAS, CALIBRE with XCALIBRE, VUELTAS with
XVUELTAS
  repl RANURA with XRANURA, PROFUN with XPROFUN, ANCHIO with XANCHO
  repl DIAMETRO with XDIAMETRO, HIERRO with XHIERRO, UNIDAD with
Xunidad
  repl OBS1 with XOBS1, OBS2 with XOBS2
  XNUM += 1
endif
enddo

```

```

/*  M O T O R E S, S.A. DE C.V.                */
/*  SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION  */
/*  ALTA DE ROTORES          ALTAROTO.PRG     */
/*  ELABORACION:            12-ENE-97        */
/*  PROGRAMADOR:            JULIO PADILLA P.  */

```

```

save screen to PANROTO
set cursor on
go bott
XNUM := val(NUMERO) + 1
XDESC : spac(20)
do while .t.
  @23,00 clea
  @23,26 say XNUM pict "99" color "w+/b"
  @23,34 get XDESC pict "@"
  read
  if lastkey() = 27
    set cursor off
    rest screen from PANROTO
    return
  endif

  ?? XBEP
  @24,24 say "¿Están correctos los datos? S/N:" color "RG+" ;
  get XRES pict "!" valid(XRES$"SN") color "w+/r"
  read

  if XRES = "S"
    append blank
    repl NUMERO with tran(XNUM,"99"), ROTOR with XDESC
    XNUM += 1
    XDESC := space(20)
  endif
enddo

```



```

/*      M O T O R F S, S A. DE C.V.          */
/*      SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION */
/*      ALTA de Marcas          ALTAMARC.PRG   */
/*      ELABORACION:          20-OCT-96      */
/*      PROGRAMADOR:          JULIO PADILLA P. */

```

```

save screen to PANMARC
set cursor on
gr bott
XNUM := val(NUMERO) + 1
XDESC := spac(20)
do while .t.
    @23,00 clea
    @23,24 say XNUM      pict "99" color "w!b"
    @23,32 get XDESC    pict "@!"
    read
    if lastkey() = 27
        set cursor off
        rest screen from PANMARC
        return
    endif

    ?? XBEP
    @24,24 say "¿Están correctos los datos? S/N:" color "RG!";
    get XRES pict "!" valid(XRES$"SN") color "w!r"
    read

    if XRES = "S"
        append blank
        repl NUMERO with tran(XNUM,"99"), DESCRIP with XDESC
        XNUM      += 1
        XDESC     := spac(20)
    endif
endif
caddo

```

```

/*      M O T O R E S, S.A. DE C.V.          */
/*      SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION */
/*      ALTA DE BOBINADO          ALTABOBI.PRG   */
/*      ELABORACION:          12-ENE-97      */
/*      PROGRAMADOR:          JULIO PADILLA P. */

```

```

save screen to PANBOBI
set cursor on
gr bott
XNUM := val(NUMERO) + 1
XDESC := spac(20)
do while .t.
    @23,00 clea
    @23,26 say XNUM      pict "99" color "w!b"
    @23,34 get XDESC    pict "@!"
    read
    if lastkey() = 27
        set cursor off
        rest screen from PANBOBI
        return
    endif

    ?? XBEP
    @24,24 say "¿Están correctos los datos? S/N:" color "RG!";
    get XRPS pict "!" valid(XRES$"SN") color "w!r"
    read

```

```

if XBEP = "S"
  append blank
  repl NUMERO with tran(XNUM,"99"), TIPO with XDESC
  XNUM = 1
  XDESC = space(20)
endif
enddo

```

```

/* M O T O R F S, S.A. DE C.V. */
/* SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION */
/* ALTA DE CONEXIONES ALTCONEX.PRG */
/* ELABORACION: 12-ENE-97 */
/* ULT. MODIF: 24 MAY-98 */
/* PROGRAMADOR: JULIO PADILLA P. */

```

```

save screen to PANROTO
set cursor on
go bott
XNUM :- val(NUMERO) + 1
XDESC : spac(20)
do while .t.
  @23,00 clea
  @23,24 say XNUM pict "99" color "w/b"
  @23,32 get XDESC pict "@"
  read
  if lastkey() = 27
    set cursor off
    rest screen from PANROTO
    return
  endif

  ?? XBEP
  @24,24 say "¿Están correctos los datos? S/N:" color "RG," ;
  get XRES pict "!" valid(XRES$"SN") color "w/r"
  read

  if XRES = "S"
    append blank
    repl NUMERO with tran(XNUM,"99"), DESCRIP with XDESC
    XNUM = 1
    XDESC = space(20)
  endif
enddo

```

```

/* M O T O R E S, S.A. DE C.V. */
/* SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION */
/* BAJA DE MOTORES BAJAMOTO.PRG */
/* ELABORACION: 02-NOV-97 */
/* ULTIMA MODIFICACION: 24-may-98 */
/* PROGRAMADOR: JULIO PADILLA */

```

```

save screen to PANMOTO
set cursor on

XT : "Baja de Motores"
@05,60 clea
@05,(79-len(XT))/2 say XT color "w:"

```

```

:010
000 COMPTON Inde ICXNUM
Sele 2
000 MARCA Inde IMARNUM
Sele 1
000 MOTOR Inde IMOTNUM, IMOTMAR, IMOTCOX

XNUM          0
XBORRA        . . .F.

d: while 1.
    @04,00 clea
    @06,00 to 23,79

    @07,02 say "No." color "bg"
    @07,06 get XNUM pict "9999" color "w/b"
    @08,02 say "Oprima [Esc] para finalizar" color "w+"
    read
    if lastkey() = 27
        if XBORRA
            ?? xbp
            @24,0 clea
            @24,25 say "Actualizando datos, espere ..." color "w*+"
            inkey(3)
            sele 1
            pack
        endif
        clos data
        exit
    endif
    @08,02 clea to 08,78
    KMOTOR := tran(xnum,"9999")
    sele 1
    Seek KMOTOR
    if .not. found()
        ?? xbp
        @24,0 clea
        @24,25 say "El número de motor no existe ..." color "w*+"
        inkey(7)
        loop
    endif

    @07,11 say "Marca"
    @07,17 say MARCA_NUM color "w+"
    KMARCA := MARCA_NUM
    sele 2
    Seek KMARCA
    if .not. found()
        @07,23 say "Marca inexistente" color "w*+"
    else
        @07,23 say DESCRIP color "w+"
    endif
    Sele 1

    @07,50 say "Tipo"
    @07,54 say TIPO color "w+/B"
    @09,02 say "Armazón"
    @09,10 say ARMAZON color "w+/B"
    @09,22 say "Polos"
    @09,28 say POLOS color "w+/B"
    @09,34 say "Velocidad (RPM)"
    @09,50 say VELOC_RPM color "w+/B"
    @09,57 say Trans(VELOC_SEG,"99.9999") ; " (Seq 1)" color "w+/B"
    @11,02 say "Potencia HP"
    @11,13 say POT_HP color "w+/B"

```

```

@11,22 say "KW"
@11,24 say POT KW      color "w+/B"
@11,33 say "CV"
@11,35 say POT CV      color "w+/B"
@11,44 say "Voltaje"
@11,51 say VOLTAJE     color "w+/B"
@11,61 say "Frecuencia (Hz)"
@11,77 say FRECUENCIA color "w+/B"
@13,02 say "Conexión"
@13,12 say CONEX_NUM  color "w+/B"
KCONEX := CONEX_NUM
sele 3
Seek KCONEX
if .not. found()
    @13,17 say "Conexión inexistente" color "w+"
else
    @13,17 say DESCRIP color "w+/B"
endif
Sele 1

@13,43 say "Ranuras"
@13,50 say ranuras    color "w+/B"
@13,55 say "Paso"
@13,59 say PASO       color "w+/B"
@13,62 say "Grupos"
@13,68 say GRUPOS     color "w+/B"

@15,02 say "Bobinas"
@15,10 say BOBINAS    color "w+/B"
@15,16 say "Calibre"
@15,24 say CALIBRE    color "w+/B"
@15,40 say "Vuelitas"
@15,48 say VUELTAS    color "w+/B"
@17,02 say "Ranura"
@17,09 say RANURA    color "w+/B"
@17,25 say "Profundidad"
@17,37 say PROFUN     color "w+/B"
@17,46 say "Ancho"
@17,52 say ANCHO      color "w+/B"
@17,61 say "Diametro"
@17,70 say DIAMETRO   color "w+/B"
@19,02 say "Hierro"
@19,09 say HIERRO     color "w+/B"
@19,18 say UNIDAD     color "w+/B"
@21,02 say "Observaciones"
@21,16 say OBS1       color "w+/B"
@22,16 say OBS2       color "w+/B"

@24,0 clea
?? XBEP
XRES := " "
@24,24 say "¿ Desea eliminar este motor ? S/N:" ;
        get XRES pict "!" valid(XRES$"SN")
        read

if XRES = "S"
    sele 1
    dele
    xborra = .t.
endif
enddo

```

```

/*      M O T O R E S, S.A. DE C.V.                */
/*      SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION */
/*      CAMBIO DE BOBINADO          CAMBBOBI.PRG  */
/*      ELABORACION:                12-ENE-97     */
/*      PROGRAMADOR:                JULIO PADILLA P. */

```

```

save screen to PANBOBI
set cursor on
XDESC := TIPO
do while .t.
  @row(),32 get XDESC  pict "@" color "N/W"
  read
  if lastkey() = 27
    set cursor off
    rest screen from PANBOBI
    return
  endif

  ?? XBEP
  @24,0 clear
  @24,24 say "¿Están correctos los datos? S/N:" color "RG+" ;
  get XRES  pict "!" valid(XRES$"SN") color "w+/r"
  read
  @24,0 clear
  if XRES = "S"
    repl TIPO with XDESC
  endif
  set cursor off
  rest screen from PANBOBI
  return
enddo

```

```

/*      M O T O R E S, S.A. DE C.V.                */
/*      SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION */
/*      CAMBIO DE MARCAS          CAMBMARC.PRG   */
/*      ELABORACION:                20-OCT-96   */
/*      PROGRAMADOR:                JULIO PADILLA P. */

```

```

save screen to PANMARC
set cursor on
XDESC := DESCRIP
do while .t.
  @row(),32 get XDESC  pict "@" color "N/W"
  read
  if lastkey() = 27
    set cursor off
    rest screen from PANMARC
    return
  endif

  ?? XBEP
  @24,0 clear
  @24,24 say "¿Están correctos los datos? S/N:" color "RG+" ;
  get XRES  pict "!" valid(XRES$"SN") color "w+/r"
  read
  @24,0 clear
  if XRES = "S"
    repl DESCRIP with XDESC
  endif
  set cursor off
  rest screen from PANMARC

```

```
*****
enddo
```

```
/* MOTORES, S.A. DE C.V. */
/* SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION */
/* CAMBIO DE MOTORES CAMBMOTO.PRC */
/* ELABORACION: 30-MAR 97 */
/* ULTIMA MODIFICACION: 24-MAY 98 */
/* PROGRAMADOR: JULIO PADILLA */
```

```
save screen to PANMOTO
set cursor on
```

```
XT : "Cambio de Motores"
@05,00 clea
@05,(79 len(XT))/2 say XT color "w+"
```

```
Sele 3
Use CONEXION Inde ICOXNUM
Sele 2
Use MARCAS Inde IMARNUM
Sele 1
Use MOTORES Inde IMOTNUM, IMOTMAR, IMOTCOX
```

```
XNUM := 0
do while .t.
  @06,00 clea
  @06,00 to 23,79

  @07,02 say "No." color "bg"
  @07,06 get XNUM pict "9999" color "w/b"
  @08,02 say "Oprima [Esc] para finalizar" color "w+"
  read
  if lastkey() = 27
    clos data
    exit
  endif
  @08,02 clea to 08,78
  KMOTOR := tran(xnum,"9999")
  sele 1
  Seek KMOTOR
  if .not. found()
    ?? xbep
    @24,0 clea
    @24,25 say "El número de motor no existe .." color "w*+"
    inkey(?)
    loop
  endif

  XMARCA := val(MARCA_NUM)
  XCONEX := val(CONEX_NUM)
  XTIPO := TIPO
  XARMAZ := ARMAZON
  XPOLOS := POLOS
  XPOT_HP := POT_HP
  XPOT_CV := POT_CV
  XPOT_KW := POT_KW
  XVOLT1 := val(subs(VOLTAJE,1,4))
  XVOLT2 := val(subs(VOLTAJE,6,4))
  XPREC := FRECUENCIA
  XVFL_RPM := VELOC_RPM
```

```

XVEL_SEG      :- VELOC_SEG
XRANURAS     :- RANURAS
XPASO        :- PASO
XBOBINAS     :- BOBINAS
XGRUPOS      :- GRUPOS
XCALIBRE     :- CALIBRE
XRANURA     :- RANURA
XVUELITAS   :- spac(20)
XPROFUN      :- PROFUN
XANCHO       :- ANCHO
XDIAMETRO    :- DIAMETRO
XHIERRO      :- HIERRO
XUNIDAD      :- UNIDAD
XOBS1        :- OBS1
XOBS2        :- OBS2
XOBS3        :- OBS3

```

```

@07,11 say "Marca No."
@07,20 get XMARCA pict "99"
read
if lastkey() = 27
  loop
endif
KMARCA := tran(XMARCA,"99")
sele 2
Seek KMARCA
if .not. found()
  ?? xbep
  @24,0 clea
  @24,25 say "La marca no existe ..." color "w*"
  inkey(7)
  loop
endif
@07,23 say DESCRIP color "n/w"
Sele 1

```

```

@07,50 say "Tipo" get XTIPO
@09,02 say "Armazón" get XARMAZ
@09,22 say "Polos" get XPOLOS pict "9999"
@09,34 say "Velocidad (RPM)" get XVEL_RPM pict "99999"
read
if lastkey() = 27
  loop
endif
XVEL_SEG := XVEL_RPM / 60
@09,57 say tran(XVEL_SEG,"99.9999") + " (Seg -1)"

```

```

do while .t.
  ?? xbep
  @11,01 clea to 11,78
  @11,02 say "Potencia HP"
  @11,13 get XPOT_HP pict "9999.999"
  read
  if XPOT_HP = 0
    @11,22 say "KW"
    @11,24 get XPOT_kw pict "9999.999"
    read
    if XPOT_kw = 0
      @11,33 say "CV"
      @11,35 get XPOT_CV pict "9999.999"
      read
      if XPOT_CV = 0
        ?? xbep
        @24,24 say "Debe introducir un valor mayor a cero"

```

color "w\*"

```

        inkey(9)
        @24,00 clea
        loop
    else
        XPOT_KW := XPOT_CV * 0.735
        XPOT_HP := XPOT_KW * 1.3464
        @11,13 say XPOT_HP pict "9999.999" color "n/w"
        @11,24 say XPOT_KW pict "9999.999" color "n/w"
        @11,22 say "KW"
        @11,33 say "CV"
        exit
    endif
else
    XPOT_CV := XPOT_KW / 0.735
    XPOT_HP := XPOT_KW / 0.7457
    @11,13 say XPOT_HP pict "9999.999" color "n/w"
    @11,35 say XPOT_CV pict "9999.999" color "n/w"
    @11,22 say "KW"
    @11,33 say "CV"
    exit
endif
else
    XPOT_KW := XPOT_HP * 0.7457
    XPOT_CV := XPOT_HP * 0.7457 / 0.735
    @11,24 say XPOT_KW pict "9999.999" color "n/w"
    @11,35 say XPOT_CV pict "9999.999" color "n/w"
    @11,22 say "KW"
    @11,33 say "CV"
    exit
endif
enddo

@11,44 say "Voltaje"
@11,51 get xvolt1 pict "9999"
@11,55 say "/" color "n/w"
@11,56 get xvolt2 pict "9999"
read
XVOLTAJE := tran(xvolt1,"9999") + "/" + tran(xvolt2,"9999")

do while .t.
    @11,61 say "Frecuencia (Hz)" get xfrec pict "99"
    read
    if xfrec <> 50 .and. xfrec <> 60
        ?? xbep
        @24,23 say "Las frecuencias válidas son 50 o 60" color "w**"
        inkey(9)
        @24,00 clea
        loop
    else
        exit
    endif
enddo

@13,02 say "Conexión No."
@13,14 get XCONEX pict "99"
read
if lastkey() = 27
    loop
endif
KCONEX := tran(XCONEX,"99")
scle 3
Seck KCONEX
if .not. found()
    ?? xbep
    @24,0 clea

```



```

@24,24 say "La conexion no existe ..." color "w*+"
inkey(7)
loop
endif
@13,17 say DEFSELE color "b/w"
Sele 1

@13,13 say "Ranuras"
@13,50 get Xranuras pict "9999"
@13,55 say "Pasos"
@13,59 get XPASOS pict "99"
@13,62 say "Grupos"
@13,68 get XGRUPOS

@15,02 say "Bobinas" get XBOBINAS pict "9999"
@15,16 say "Calibre" get XCALIBRE
@15,40 say "Vueltas" get XVUELTAS
@17,02 say "Ranura" get XRANURA
@17,25 say "Profundidad" get XPROFUN pict "999.9999"
@17,46 say "Ancho" get XANCHO pict "999.9999"
@17,61 say "Diámetro" get XDIAMETRO pict "999.9999"
@19,02 say "Hierro" get XHIERRO pict "999.9999"
@19,18 say "Medida (mm cm in)" get xunidad pict "aa" valid(Xunidad-"mm"
.or. xunidad-"cm" .or. xunidad-"in")
@21,02 say "Observaciones" get XOBS1
@22,16 get XOBS2
read

@24,0 clea
?? XBEP
XRES :- " "
@24,24 say "¿Están correctos los datos? S/N:" ;
get XRES pict "!" valid(XRES$"SN")
read

if XRES = "S"
sele 1
repl MARCA_NUM with KMARCA, TIPO with XTIPO
repl ARMAZÓN with XARMAZ, POLOS with XPOLOS, POT_HP with XPOT_HP
repl POT_CV with XPOT_CV, POT_KW with XPOT_KW
repl VOLTAJE with XVOITAJE, FRECUENCIA with XPREC, CONEX_NUM with
KCONEX
repl VELOC_PPM with XVEL_RPM, VELOC_SEG with XVEL_SEG
repl RANURAS with XRANURAS, PASO with XPASO, GRUPOS with XGRUPOS
XVUELTAS
repl BOBINAS with XBOBINAS, CALIBRE with XCALIBRE, VUELTAS with
XVUELTAS
repl RANURA with XRANURA, PROFUN with XPROFUN, ANCHO with XANCHO
Xunidad
repl DIAMETRO with XDIAMETRO, HIERRO with XHIERRO, UNIDAD with
XUNIDAD
repl OBS1 with XOBS1, OBS2 with XOBS2
endif
enddo

```

```

/* M O T O R E S, S.A. DE C.V. */
/* SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION */
/* CAMBIO DE ROTORES CAMBROTO.PRG */
/* ELABORACION: 12 ENE 97 */
/* PROGRAMADOR: JULIO PADILLA P. */

```

save screen to PANROTU

```

set cursor on
clear ROTOR
do while .t.
  set row(),34 get XDESC pict "@" color "N/W"
  read
  if lastkey() = 27
    set cursor off
    rest screen from PANROTO
  return
endif

? XBFP
@24,0 clea
@24,24 say "¿Están correctos los datos? S/N:" color "RG:" ;
get XRES pict "!" valid(XRES$"SN") color "w/r"
read
@24,0 clea
if XRES = "S"
  repl ROTOR with XDESC
endif
set cursor off
rest screen from PANROTO
return
enddo

```

```

/* M O T O R E S, S.A. DE C.V. */
/* SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION */
/* CAMBIO DE CONEXION CAMBTIPO.PRG */
/* ELABORACION: 20-OCT-96 */
/* PROGRAMADOR: JULIO PADILLA P. */

```

```

save screen to PANMARC
set cursor on
XDESC MARCA
do while .t.
  set row(),34 get XDESC pict "@" color "N/W"
  read
  if lastkey() = 27
    set cursor off
    rest screen from PANMARC
  return
endif

? XBEP
@24,0 clea
@24,24 say "¿Están correctos los datos? S/N:" color "RG:" ;
get XRES pict "!" valid(XRES$"SN") color "w/r"
read
@24,0 clea
if XRES = "S"
  repl MARCA with XDESC
endif
set cursor off
rest screen from PANMARC
return
enddo

```

```

/*      M O T O R E S, S.A. DE C.V.                */
/*      SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION */
/*      CAMBIO DE CONEXIONES    CAMCONPX.PRG     */
/*      ELABORACION:            12 FNE 97        */
/*      M T M M M M M M M M M M M M M M M M M M */
/*      PROGRAMADOR:            JULIO PADILLA P. */

save screen to PANROTO
set cursor on
DESC : DESCRIP
do while .t.
  row=1,32 get XDESC  pict "@"  color "N/W"
  read
  if lastkey() = 27
    set cursor off
    rest screen from PANROTO
    return
  endif

  ?? XBFP
  @24,0  clear
  @24,24 say "¿Están correctos los datos? S/N:" color "RG" ;
  get XRES  pict "1"  valid(XRES$"SN") color "w/r"
  read
  @24,0  clear
  if XRES = "S"
    repl DESCRIP with XDESC
  endif
  set cursor off
  rest screen from PANROTO
  return
enddo

/*      M O T O R E S, S.A. DE C.V.                */
/*      SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION */
/*      CONSULTA POR CONEXION    CONSBOP.PRG     */
/*      ELABORACION:            07-ABR-97        */
/*      PROGRAMADOR:            JULIO PADILLA P. */

save screen to PANMOTO
set cursor on

XT : "Consulta de Motores por CONEXION"
@06,00 clear
@06,{79 len(XT)}/2 say XT  color "w"

Sele 4
Use BOBINAS inde IBOBNUM
Sele 3
Use MARCAS inde IMARNUM
Sele 2
Use ROTORES inde IROTNUM
Sele 1
Use MOTORES inde IMOTBOB

do while .t.
  @06,00 clear
  @06,00 to 24,79

  @24,16 say "[ENTER] Consulta"  [F5] Salir"  color "w"

```

```

dbedit(,1,22,78,, "f3motor es.")
close data
return
endif

```

```

***** 1P11 FOR "f3motor es" PARA DBEDIT DE MOTORES

```

```

func f3motor es
para modo
do case
  case mode = 0
    retu(1)
  case mode = 1
    ?? XBEP
    retu(1)
  case mode = 2
    ?? XBEP
    retu(1)
  case mode = 3
    ?? XBEP
    retu(1)
  case lastkey() = 27
    retu(0)
  case lastkey() = 13      && CONSULTAS
    save scre to PANMOTO
    @06,00 clea
    @06,00 to 23,79
    @07,03 say "NUMERO : " + NUMERO
    @08,01 to 08,78
    @09,03 say "ROTOR No. " + ROTOR_NUM
    @10,03 say "MARCA No. " + MARCA_NUM
    @11,03 say "CONEXION No. " + BOBIN_NUM
    @12,01 to 12,78

    @13,03 clea to 13,78
    @13,03 say "POTENCIA: (HP)"
    @13,13 say POT_HP pict "9999.999"
    @13,40 say "(KW)"
    @13,31 say POT_KW pict "9999.999"
    @13,60 say "(CV)"
    @13,51 say POT_CV pict "9999.999"
    @14,03 say "VELOCIDAD (RPM): " + tran(VELOC_RPM,"99,999")
    @15,30 say tran(VELOC_SEG,"99.9999") + "(Seg -1)"
    @17,03 say "CONEXION EXTERNA:"
    if CONEXION = "E D"
      @17,22 say "Estrella-Delta "
    elseif CONEXION = "D E"
      @17,22 say "Delta Estrella "
    elseif CONEXION = "E E"
      @17,22 say "Estrella-Estrella"
    elseif CONEXION = "D D"
      @17,22 say "Delta-Delta "
    endif

    @17,42 say "VOLTAJE [V]: " + VOLTAJE
    @19,03 say "Velocidad en Polos conmutables: " + tran(POLOS_VEL,"9")
    @19,37 say "Tipo: " + POLOS_TIP
    @21,03 say "FRECUENCIA (Hz): " + tran(FRECUENCIA,"99")
    @21,41 say "TIPO ARMAZON: " + tran(ARMAZON,"9")

    @24,0 clea
    ?? XBEP
    XRES := " "
    @24,24 say "Optima ENTER para continuar ..." ;
    get XRES
    read

```

```

        text goto from PANMOTO
        return(1)
    case lastkey() = 5          && BUSCAR
        * de BUSCARLIFE
        return(1)
    case lastkey() = 27       && SALIR
        return(0)
endcase

```

```

*   M O T O R E S, S.A. DE C.V.          */
*   SISTEMA DISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION */
*   CONSULTA POR MARCA      CONSMAR.PRG  */
*   ELABORACION:           07-ABR 97     */
*   PROGRAMADOR:           JULIO PADILLA P. */

```

```

save screen to PANMOTO
set cursor on

```

```

XT := "Consulta de Motores por MARCA"
=06,00 clea
=05,(79 len(XT))/2 say XT color "w:"

```

```

Sele 4
Use BOBINAS Inde IBOBNUM
Sele 3
Use MARCAS Inde IMARNUM
Sele 2
Use ROTORES Inde IROTNUM
Sele 1
Use MOTORES Inde IMOTMAR

```

```

do while .t.
    =06,00 clea
    =06,00 to 23,79

    =24,16 say "[ENTER] Consulta      [ESC] Salir" color "w:"

    dbedit(7,1,22,78,,"fmotores")
    close data
    return
enddo

```

```

***** FUNCION "fmotores" PARA DBEDIT DE MOTORES

```

```

func fmotores
para mode
do case
    case mode = 0
        retu(1)
    case mode = 1
        ?? XBEP
        retu(1)
    case mode = 2
        ?? XBEP
        retu(1)
    case mode = 3
        ?? XBEP
        retu(1)
    case lastkey() = 27
        retu(0)
    case lastkey() = 13      && CONSULTAS
        save scre to PANMOTO

```

```

eof,00 clea
@10,00 to 23,79
@10,00 say "NUMERO : " + NUMERO
@10,01 to 08,78
@10,03 say "ROTOR No. " + ROTOR_NUM
@10,03 say "MARCA No. " + MARCA_NUM
@11,00 say "CONEXION No. " + BOBIN_NUM
@12,00 to 12,78

@13,00 clea to 13,78
@13,03 say "POTENCIA: (HP) "
@13,13 say "POT HP pict "9999.999"
@13,40 say "(KW)"
@13,31 say "POT_KW pict "9999.999"
@13,60 say "(CV)"
@13,51 say "POT_CV pict "9999.999"
@15,03 say "VELOCIDAD (RPM): " + tran(VELOC_RPM,"99,999")
@15,30 say tran(VELOC_SEG,"99.9999") + " (Seg -1)"
@17,03 say "CONEXION EXTERNA:"
if
  CONEXION = "E-D"
  @17,22 say "Estrella-Delta "
elseif CONEXION = "D-E"
  @17,22 say "Delta-Estrella "
elseif CONEXION = "E-E"
  @17,22 say "Estrella-Estrella"
elseif CONEXION = "D-D"
  @17,22 say "Delta-Delta "
endif

@17,42 say "VOLTAJE [V]: " + VOLTAJE
@19,03 say "Velocidad en Polos conmutables: " + tran(POLOS_VEL,"9")
@19,37 say "Tipo: " + POLOS_TIP
@21,03 say "FRECUENCIA (Hz): " + tran(FRECUENCIA,"99")
@21,41 say "TIPO ARMAZON: " + tran(ARMAZON,"9")

@24,0 clea
?? XRES
XRES :- " "
@24,24 say "Oprima ENTER para continuar ..." ;
get XRES
read
rest scre from PANMOTO
return(1)
case lastkey() - -5 && BUSCAR
* do BUSQCLIE
return(1)
case lastkey() - 27 && SALIR
return(0)
endcase

/* MOTORES, S.A. DE C.V. */
/* SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION */
/* CONSULTA DE MOTORES CONSMOTO.PRG */
/* ELABORACION: 24-MAY-98 */
/* PROGRAMADOR: JULIO PADILLA P. */

save screen to PANMOTO
set cursor on

X1 :- "Consulta de Motores"
@05,00 clea

```

```

    . . . := (Ln(XT))/2 say XT      color "w*"
. . . .
. . . . INDEXOR Inde INDEXORUM
. . . .
. . . . MARCAS Inde MARCNUM
. . . .
. . . . MOTORES Inde MOTNUM, MOTMAK, MOTCOX

. . . . TORO[3]
. . . .     TORO[1] = "Número"
. . . .     TORO[2] = "Marca"
. . . .     TORO[3] = "Conexión"

@07,00 clea
@07,06 to 23,79

@06,1 say "Ordenado por " + TORO[indexor()]      color "rq*"

@07,19 say "[ENTER] Consulta      [F5] Ordenar      [F6] Buscar      [ESC] Salir"
color "w*"

dbedit(8,1,22,78,, "fmotores")
close data
return

***** FUNCION "fmotores" PARA DBEDIT DE MOTORES
func fmotores
para mode
do case
  case mode = 0
    retu(1)
  case mode = 1
    ?? XBEP
    retu(1)
  case mode = 2
    ?? XBEP
    retu(1)
  case mode = 3
    ?? XBEP
    retu(1)
  case lastkey() = 27
    retu(0)
  case lastkey() = 13      && CONSULTAS
    SAVE SCRE TO PANMOTO
    @06,00 clea
    @06,00 to 23,79
    @07,02 say "No." color "bg"
    @07,06 say NUMERO color "BG*"

    @07,11 say "Marca"
    @07,17 say MARCA_NUM color "n/w"
    KMARCA := MARCA_NUM
    sele 2
    seek KMARCA
    if .not. found()
      @07,23 say "Marca inexistente"      color "w*!"
    else
      @07,23 say DESCRIP color "n/w"
    endif
    sele 1

    @07,50 say "Tipo"
    @07,54 say TIPO      color "n/w"

```

```

@09,02 say "Amazón"
@09,10 say AMAYON color "n/w"
@09,22 say "Teles"
@09,28 say TEGS color "n/w"
@09,34 say "Velocidad (RPM)"
@09,50 say VELOC_RPM color "n/w"
@09,57 say TRANSVELOC_SFQ,"99.9999") + " (Seq 1)" color "n/w"
@11,02 say "Frecuencia HP"
@11,13 say POT_HP color "n/w"
@11,22 say "FK"
@11,24 say POT_KW color "n/w"
@11,33 say "CV"
@11,35 say POT_CV color "n/w"
@11,44 say "voltaje"
@11,51 say VOLTAJE color "n/w"
@11,61 say "Frecuencia (Hz)"
@11,77 say FRECUENCIA color "n/w"
@13,02 say "Conexión"
@13,12 say CONEX_NUM color "n/w"
KCONEX :- CONEX_NUM
sele 3
Seek KCONEX
if .not. found()
  @13,17 say "Conexión inexistente" color "n/w"
else
  @13,17 say DESCRIP color "n/w"
endif
Sele 1

@13,43 say "Ranuras"
@13,50 say ranuras color "n/w"
@13,55 say "Paso"
@13,59 say PASO color "n/w"
@13,62 say "Grupos"
@13,68 say GRUPOS color "n/w"

@15,02 say "Bobinas"
@15,10 say BOBINAS color "n/w"
@15,16 say "Calibre"
@15,24 say CALIBRE color "n/w"
@15,40 say "Vueltas"
@15,48 say VUELTAS color "n/w"
@17,02 say "Ranura"
@17,09 say RANURA color "n/w"
@17,25 say "Profundidad"
@17,37 say PROFUN color "n/w"
@17,46 say "Ancho"
@17,52 say ANCHO color "n/w"
@17,61 say "Diámetro"
@17,70 say DIAMETRO color "n/w"
@19,02 say "Hierro"
@19,09 say HIERRO color "n/w"
@19,18 say UNIDAD color "n/w"
@21,02 say "Observaciones"
@21,16 say OBS1 color "n/w"
@22,16 say OBS2 color "n/w"
?? XBep
@24,20 say "Oprima cualquier tecla para continuar ..."
inkey(0)
REST SCRF FROM PANMOTO
return(1)
case lastkey() 4 && ORDENAR
SAVE SCRF TO PANMOTO
XORD = indexord()

```



```

@08,29 clea to 16,51
@09,30 to 15,50 color "n/w"
?? XBEP
@10,31 say "Seleccione el orden" color "w"
@11,31 to 11,49 color "w"
@12,31 prompt " POR NUMERO "
@13,31 prompt " POR MARCA "
@14,31 prompt " POR CONEXION "

?? XBEP
menu to XORD

if XORD >= 1 .and. XORD <= 3
set orde to XORD
endif

REST SCRE FROM PANMOTO
@06,0 clea to 6,79
@06,1 say "Ordenado por " + TORD[indexord()] color "rg"
return(2)

case lastkey() = -5 && BUSCAR
Save Scrc to PanMoto
Set cursor on
do case
case indexord() = 1
XNUM := val(NUMERO)
@10,20 clea to 14,61
@11,21 to 13,60 color "w"
?? XBEP
@12,23 say "Introduzca el número de Motor:" get XNUM pict "9999"

read
KNUM := tran(XNUM,"9999")
seek KNUM
case indexord() = 2
XNUM := val(Marca_num)
@10,05 clea to 14,74
@11,21 to 13,60 color "w"
?? XBEP
@12,23 say "Introduzca el número de Marca:" get XNUM pict "99"

read
KNUM := tran(XNUM,"99")
seek KNUM
case indexord() = 3
Xnum := VAL(Conex_Num)
@10,20 clea to 14,61
@11,21 to 13,60 color "w"
?? XBEP
@12,23 say "Introduzca el número de Conexión:" get XNUM pict "99"

read
KNUM := tran(XNUM,"99")
seek KNUM
endcase
Rest scrc from PANMOTO
Set cursor off
return(1)

case lastkey() = 27 && SALIR
return(0)
endcase

```

```

/* P O L I D E I S, S.A. DE C.V. */
/* SISTEMA ELETRO DE MOTORES DE INDUCCION */
/* CONSULTA POR ROTOR CONSROT.PRG */
/* ELABORACION: 01 ABR 97 */
/* PROYECTISTA: JOSE PADILLA P. */

```

```

save screen to PANMOTO
del cursor on

```

```

XT = "Consulta de Motores por ROTOR"
@06,00 clea
@06,79 len(XT) // say XT color "w"

```

```

Sele 4
Use BOBINAS Inde 1BOBNUM
Sele 3
Use MARCAS Inde 1MARNUM
Sele 2
Use ROTORES Inde 1ROTNUM
Sele 1
Use MOTORES Inde 1MOTROT

```

```

do while .t.
  @06,00 clea
  @06,00 to 23,79

  @24,16 say "[FENTER] Consulta [ESC] Salir" color "w"

  dbedit(7,1,22,78,, "f2motores")
  close data
  return
enddo

```

```

***** FUNCION "f2motores" PARA DBEDIT DE MOTORES
func f2motores
para mode
do case
  case mode = 0
    retu(1)
  case mode = 1
    ?? XBPP
    retu(1)
  case mode = 2
    ?? XBPP
    retu(1)
  case mode = 3
    ?? XBPP
    retu(1)
  case lastkey() = 27
    retu(0)
  case lastkey() = 13 && CONSULTAS
    save scre to PANMOTO
    @06,00 clea
    @06,00 to 23,79
    @07,03 say "NUMERO : " + NUMERO
    @08,01 to 08,78
    @09,03 say "ROTOR No. " + ROTOR_NUM
    @10,03 say "MARCA No. " + MARCA_NUM
    @11,03 say "CONEXION No. " + BOBIN_NUM
    @12,01 to 12,78

    @13,03 clea to 13,78
    @14,03 say "POTENCIA: (HP)"
    @14,14 say "POT HP pict. "9999.999"
    @14,16 say "[KW]"

```

```

@13,31 say POT KW pict "9999.999"
@13,60 say "(CV)"
@13,51 say POT CV pict "9999.999"
@15,03 say "VELOCIDAD (RPM): " + tran(VELOC_RPM,"99.999")
@15,30 say tran(VELOC_SEG,"99.9999") + " (Seg 1)"
@17,03 say "CONEXION EXTERNA:"
  if CONEXION = "E D"
    @17,22 say "Estrella Delta  "
  elseif CONEXION = "D E"
    @17,22 say "Delta-Estrella  "
  elseif CONEXION = "E E"
    @17,22 say "Estrella-Estrella"
  elseif CONEXION = "D-D"
    @17,22 say "Delta-Delta    "
  endif

@17,42 say "VOLTAJE [V]: " + VOLTAJE
@19,03 say "Velocidad en Polos conmutables: " + tran(POLOS_VEL,"9")
@19,37 say "Tipo: " + POLOS_TIP
@21,03 say "FRECUENCIA (Hz): " + tran(FRECUENCIA,"99")
@21,41 say "TIPO ARMAZON: " + tran(ARMAZON,"9")

```

```

@24,0 clea
?? XBEP
XRES := " "
@24,24 say "Oprima ENTER para continuar ..." ;
  get XRES
  read
  rest scre from PANMOTO
  return(1)
case lastkey() = -5      && BUSCAR
  do BUSQCLIE
  return(1)
case lastkey() = 27    && SALIR
  return(0)

```

ENDPROC

```

/*  M O T O R E S, S.A. DE C.V.          */
/*  SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION */
/*  MENU CONSULTAS      MENCONS.PRG    */
/*  FLABORACION:       29-SEP-96      */
/*  PROGRAMADOR:       JULIO PADILLA P. */

```

de: Menu de t.

```

X1 := "Menú de Consultas"
X1F := (79 - LEN(XT)) / 2
@65,00 clea
@65,XPT say XT color "W+"
@66,60 CLEA TO 23,79
@66,00,23,79 BOX "┌──┴──┐"

@69,20 CLFA TO 17,60
@69,20      TO 17,60
@15,21      TO 15,59

```

```

@10,25  prompt " 1 P O R  M A R C A      " message "Consulta motores
en base como base la marca"
@12,25  prompt " 2 P O R  R O T O R      " message "Consulta motores
en base al tipo de rotor"
@14,25  prompt " 3 P O R  C O N E X I O N " message "Consulta motores
en base al tipo de conexion en el blindado"

```

```

@16,21 say " Oprima la tecla <Esc> para regresar " color "w"

menu to XOP2

save screen to pancon
do case
  case XOP2 = 1
    do CONSMAR
  case XOP2 = 2
    do CONSTROT
  case XOP2 = 3
    do CONSBOB
  case lastkey() = 27
    return
endcase
rest screen from pancon
enddo

```

```

/* M O T O R E S, S.A. DE C.V. */
/* SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION */
/* MENU CALCULOS MENUCAI.C.PRG */
/* ELABORACION: 19-JUL-98 */
/* ULTIMA MODIFICACION: 19-JUL-98 */
/* PROGRAMADOR: JULIO PADILLA P. */

```

```

save scre to PANPRIN
do whil t.

```

```

@09,42 CLEA TO 19,75
@09,42 TO 19,75
@10,43 prompt " 1 Cambio en tamaño de Alambre "
@11,43 prompt " 2 Cambio de Voltaje "
@12,43 prompt " 3 Cambio de Potencia "
@13,43 prompt " 4 Cambio de Frecuencia "
@14,43 prompt " 5 Cambio de Fase "
@15,43 prompt " 6 Cambio de Circuitos "
@16,43 prompt " 7 Cambio de Paso "
@17,43 prompt " 8 Fórmula Maestra "
@18,43 prompt " 9 Cálculo de Voltaje Secundario"

```

```

menu to XOPC

```

```

save screen to PanCalc
do case
  case XOPC = 1
    do Calc1
  case XOPC = 2
    do Calc2
  case XOPC = 3
    do Calc3
  case XOPC = 4
    do Calc4
  case XOPC = 5
    do Calc5
  case XOPC = 6
    do Calc6
  case XOPC = 7
    do Calc7
  case XOPC = 8
    do Calc8
  case XOPC = 9

```

```

do Calc9
case lastkey() = 27
  rest screen from PanPrint
  refu
endcase
Rest Scre from PanCalc
endif

```

```

/*  M O T O R E S, S.A. DE C.V.          */
/*  SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION */
/*  MENU PRINCIPAL.          PADILLA.PRG */
/*  ELABORACION:          29 SEP 96      */
/*  ULTIMA MODIFICACION:  19 JUL 98      */
/*  PROGRAMADOR:          JULIO PADILLA P. */

```

```

do PARA_INI
do PASO

```

```

do while .t.
  clear
  @01,00 to 04,79 double
  @02,01 say "FECHA: " + DTC{date{}}
  @02,27 say "M O T O R E S, S.A. DE C.V." color "N/W"
  @03,18 say "SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION" color "RG+"
  XT := "Menú Principal"
  XPT := (79 - LEN(XT)) / 2
  @05,XPT say XT color "W+"
  @06,00 TO 23,79
  @06,00,23,79 BOX " |J-L| "

  @08,20 CLEA TO 21,59
  @08,20 TO 21,59
  @14,21 TO 14,58
  @17,21 TO 17,58
  @19,21 TO 19,58
  @09,26 prompt " 1 A L T A S " " message "Agrega datos de un
motor de inducción"
  @10,26 prompt " 2 B A J A S " " message "Borra motores de la
base de datos"
  @11,26 prompt " 3 C A M B I O S " " message "Modifica datos
existentes"
  @12,26 prompt " 4 C O N S U L T A S " " message "Visualiza datos de
motores en pantalla"
  @13,26 prompt " 5 R E P O R T E S " " message "Reportes Impresos"
  @15,26 prompt " 6 T A B L A D E M A R C A S " " message "Mantenimiento a la
tabla de marcas"
  @16,26 prompt " 7 T A B L A D E C O N E X I O N E S " " message "Mantenimiento a la
tabla de tipos de Conexión"
  @18,26 prompt " 8 C A L C U L O S P A R A R E D I S E Ñ O " " message "Cálculos varios para
rediseño de motores"
  @20,21 say " Oprima la tecla <Fsc> para finalizar " color "W+"

  menu to XOP1

  save screen to pansai
do case
  case OP1 = 1
  do ALTAMOTO
  case XOP1 = 2
  do BAJAMOTO

```

```

case XOP1 = 3
  @. CAMBOTO
case XOP1 = 4
  @. CONSPOTO
case XOP1 = 5
  @. KFPOKOTO
case XOP1 = 6
  @. TABMARC
case XOP1 = 7
  @. TABCONPX
case XOP1 = 8
  @. MENU CALC
case lastkey() = 27
  @24,0 clea
  ?? CHR(7)
  XRES := " "
  set cursor on
  @24,24 say "¿Desea salir del sistema ? S/N:" color "rg+",
  get XRES pict "!" valid(XRES$"SN") color "w/r"
  read
  set cursor off
  if XRES = "S"
    set colo to
    set curs on
    clea
    quit
  endif
endcase
test screen from pansai
enodo

```

```

/*  M O T O R E S , S . A . D E C . V .          */
/*  SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION  */
/*  PARAMETROS INICIALES PARA_INI.PRG        */
/*  ELABORACION: 12-ENE-97                    */
/*  PROGRAMADOR: JULIO PADILLA P.            */

```

```

set bell on
set century off
set confirm on
set cursor off
set decimals to 2
set deleted on
set delimiters off
set escape on
set intensity on
set scoreboard on
set softseek on
set wrap on
set color to
set date Italian
set decimals to 2
set margin to 0
set message to 24 center

```

```
public TMES{12}
```

```

decla TMES{12}
  TMES{11} "ENERO"
  TMES{12} "FEBRERO"
  TMES{13} "MARZO"

```

```

MES[4]      "ABRIL"
MES[5]      "MAYO"
MES[6]      "JUNIO"
MES[7]      "JULIO"
MES[8]      "AGOSTO"
MES[9]      "SEPTIEMBRE"
MES[10]     "OCTUBRE"
MES[11]     "NOVIEMBRE"
MES[12]     "DICIEMBRE"

```

```

public X : " ", XFECHA := date(), XBMP : chr(9)
public XIMPO
public XRES := " "

```

```

/*      M O T O R E S, S.A. DE C.V.                */
/*      SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION */
/*      Pantalla de Password      PASO.PRG        */
/*      ELABORACION:              12-ENE 97      */
/*      PROGRAMADOR:              JULIO PADILLA P. */

```

```

clea
@01,00 to 04,79 doub
@02,01 say "FECHA: " + DTOC(date())
@02,27 say "M O T O R E S, S.A. DE C.V." color "N/W"
@03,18 say "SISTEMA PARA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION" color "RG+"
X1 := "Menú Principal"
Y1 := (79 - LEN(XT)) / 2
@05,X1 say XT
                                color "W+"
@06,00 TO 23,79
@06,00,23,79 BOX "┌──┴──┐"
XPASO := space(5)
@11,26 clea to 13,53
@11,26 to 13,53 doub
@1 conf off
set bell off

@12,28 say "Clave de Acceso : " get XPASO pict "!!!!" color "w/w"
read
set cons off
if XPASO <> "PADUA"
  ?? tone(70,18)
  @15,20 TO 17,59
  @16,21 say "Clave incorrecta, acceso denegado . . ."
  inkey(4)
  clea
  quit
endif
?? tone(90,3)
?? tone(100,5)
?? tone(120,8)
@1 conf on
@16,21 say " Clave correcta, B I E N V E N I D O !!! " color "w+*"
inkey(5)
return

```

```

/* M O T O R E S, S.A. DE C.V. */
/* SISTEMA REVISIÓN DE MOTORES DE INDUCCION */
/* REPORTE DE MOTORES REPOMOTO.PRG */
/* ELABORACION: 20 Jun 98 */
/* PROGRAMADOR: JULIO PADILLA P. */

```

```

decla subtit[4]
subtit[1] = "Clasificado por Número"
subtit[2] = "Clasificado por Marca"
subtit[3] = "Clasificado por Conexión"

```

```
save screen to PANMOTO
```

```
XT := "Reportes de Motores"
```

```

Sele 3
Use CONEXION Inde ICOXNUM
Sele 2
Use MARCAS Inde IMARNUM
Sele 1
Use MOTORES Inde IMOTNUM, IMOTMAR, IMOTCOX

```

```

do while .t.
@05,0 clea
@06,01 to 23,79
@05,(79-len(XT))/2 say XT color "w+"

```

```
XORD := indexord()
```

```

@08,28 clea to 14,50
@08,28 to 14,50 color "w"
@09,30 say "Seleccione el orden" color "w+"
@10,31 to 10,49 color "w"
@11,30 prompt " Por Número "
@12,30 prompt " Por Marca "
@13,30 prompt " Por Conexión "

```

```

?? XBEP
menu to XORD

```

```

if lastkey() = 27
clos data
rest screen from PANMOTO
retu
endif

```

```

Set orde to Xord
Set Cursor on

```

```

Do case
case Xord = 1
Go Top
Xnum1:= Val(Numero)
Go bottom
Xnum2:= Val(Numero)
case Xord = 2
Go Top
Xnum1:= Val(Marca_Num)
Go bottom
Xnum2:= Val(Marca_Num)
case Xord = 3
Go Top
Xnum1:= Val(Conex_Num)
Go bottom
Xnum2:= Val(Conex_Num)

```



```

endcase

@16,29 to 19,50
@17,30 say "Número Inicial:" get Xnum1 pict "9999"
@18,30 say "Número Final: " get Xnum2 pict "9999"
read

@20,23 say " Oprimi [ENTER] para imprimir, " color "w/b"
@21,23 say "cualquier otra tecla para cancelar" color "w/b"
?? XBPP
inkey(0)

if lastkey() <> 13
  set filter to
  rest screen from Panmoto
  set cursor off
  clos data
  Retu
endif
if .not. isprinter()
  ?? Xbep
  @24,24 say "La impresora no está preparada..." color "w!*"
  inkey(6)
  loop
endif
@24,00 clea

?? Xbep
set cursor off
@24,30 say "I M P R I M I E N D O" color "w!*"

Do case
  case Xord = 1
    set filter to Val(Número) >= Xnum1 .and. Val(Número) <= Xnum2
  case Xord = 2
    set filter to Val(Marca_num) >= Xnum1 .and. Val(Marca_num) <= Xnum2
  case Xord = 3
    set filter to Val(Conex_num) >= Xnum1 .and. Val(Conex_num) <= Xnum2
endcase

set console off
set device to print
set print on
?? chr(15)

Cpag := Creg := 0
CLIN := 42

Sele 1
Go top
do while .not. eof()
  if CLIN > 40
    CPAG += 1
    @01,001 say "FECHA:" + DTOC(date())
    @01,122 say "PAGINA:" + trans(CPAG,"99")

    @prow(),pcol() say Chr(27) + "E"
    @01,30 say "MOTORES, S.A. DE C.V."
    @prow(),pcol() say Chr(27) + "f"

    @02,31 say "Reporte de Motores"
    @04,29 say SUBTIT[XORD]
    @05,27 say "Desde: " + tran(Xnum1,"9999") + spac(5) + "Hasta: " +
tran(Xnum2,"9999")
  
```

```

006,001 say repl(" ",80)

CLIN = 7
endif

KFAE = Marca_num
KCON = Conex_num
sele 2
seek KFAE
if found()
  Xmarca = Descrip
else
  Xmarca = "** No se encontró **"
endif

sele 3
seek KCON
if found()
  XCONEX = Descrip
else
  XCONEX = "** No se encontró **"
endif

sele 1

@prow(),pcol() say Chr(27) + "E"
@CLIN,001 say "Número: " + Numero
@prow(),pcol() say Chr(27) + "F"
?? chr(15)
@CLIN,pcol()+2 say "Marca: " + Marca_num + " " + Xmarca
@CLIN,pcol()+2 say "Tipo: " + Tipo
@CLIN,pcol()+2 say "Armazón: " + Armazon
@CLIN,pcol()+2 say "Polos: " + Tran(Polos,"999,999")
CLIN += 1

@CLIN,001 say "Potencia HP:" + Tran(Pot_hp,"9,999.999")
@CLIN,pcol()+2 say "CV:" + Tran(Pot_cv,"9,999.99")
@CLIN,pcol()+2 say "Kw:" + Tran(Pot_kw,"9,999.99")
@CLIN,pcol()+2 say "Voltaje: " + Voltaje
@CLIN,pcol()+2 say "Frecuencia: " + Tran(Frecuencia,"99")
@CLIN,pcol()+2 say "Conexión: " + Conex_num + " " + Xconex
CLIN += 1

@CLIN,001 say "Velocidad RPM:" + Tran(Veloc_RPM,"99,999")
@CLIN,pcol()+2 say "Segundos: " + Tran(Veloc_SEG,"99,999")
@CLIN,pcol()+2 say "Ranuras: " + tran(Ranuras,"9999")
@CLIN,pcol()+2 say "Paso: " + Tran(Paso,"99")
@CLIN,pcol()+2 say "Grupos:" + Grupos
@CLIN,pcol()+2 say "Bobinas:" + Tran(Bobinas,"9999")
@CLIN,pcol()+2 say "Calibre:" + Calibre

CLIN += 1

@CLIN,001 say "Observaciones: " + rtrim(Obs1) + " " + Obs2
CLIN += 2

CRIG += 1

skip
loop
endif

@CLIN,001 say repl(" ",132)
lin += 1

```

```

endw(),pcol() say Chr(18)
= FILL,5 say "MOTORES IMPRESOS:" + TransDec(,"99,999")
= FILL,1 say " "
endf
set print off
set device to screen
set console on
set filter to

clear data
reset screen from PANMOTO
set cursor off
return
enddo

```

```

/* M O T O R E S, S.A. DE C.V. */
/* SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION */
/* TABLA DE TIPOS DE BOBINADOS TABBOBI.PRG */
/* ELABORACION: 12-ENE-97 */
/* PROGRAMADOR: JULIO PADILLA P */

```

```

set cursor off
use BOBINAS inde IBOBNUM

```

```

decla TCBOB[2]
TCBOB[1] = "NUMERO"
TCBOB[2] = "TIPO"

```

```

decla TIBOB[2]
TIBOB[1] = "XX"
TIBOB[2] = "@X"

```

```

decla TTBOB[2]
TTBOB[1] = "NUMERO"
TTBOB[2] = " CONEXION EN EL BOBINADO"

```

```

@05,00 clear
XT = "Tabla de Tipo de Bobinado"
@05,(80 len(XT))/2 say XT color "w+"

```

```

@24,00,24,79 box " " color "r/r"
@24,17 say "[F2] Altas [F3] Cambios [ESC] Salir" color "w/r"

```

```

@06,00 TO 22,79
dbedit(7,1,21,78,TCBOB,"FCBOB",TIBOB,TTBOB)
close data
return

```

```

***** FUNCION "FCBOB" PARA DBEDIT DE BOBINAS

```

```

func FCBOB
para mode
do case
case mode = 0
retu(1)
case mode = 1
?? XBEP
retu(1)
case mode = 2
?? XBEP
retu(1)
case mode = 3

```

```

        ?? XBEP
        retu(1)
    case lastkey() = 2?
        retu(0)
    case lastkey() = 1          && ALTAS
        do ALTABOBI
        return(1)
    case lastkey() = 2          && CAMBIOS
        do CAMBOBI
        return(1)
    case lastkey() = 2/        && SALIR
        return(0)
endcase

```

```

/*  M O T O R E S, S.A. DE C.V.          */
/*  SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION */
/*  TABLA DE CONEXIONES      TABCONFX.PRG  */
/*  ELABORACION:            12 ENF 97      */
/*  ULT. MODIFICACION:      24-MAY-98     */
/*  PROGRAMADOR:            JULIO PADILLA P. */

```

```

set cursor off
use CONEXION   inde ICONNUM

```

```

decla TCROT{2}
      TCROT{1} - "NUMERO"
      TCROT{2} - "DESCRIP"

```

```

decla TIROT{2}
      TIROT{1} - "XX"
      TIROT{2} - "@X"

```

```

decla TTROT{2}
      TTROT{1} - "NUMERO"
      TTROT{2} - "DESCRIPCION"

```

```
@05,00 clea
```

```
XT := "Tabla de Conexiones"
```

```
@05,(80-len(XT))/2 say XT
```

```
color "w+"
```

```
@24,00,24,79 box " " color "r/r"
```

```
@24,17 say "[F2] Altas [F3] Cambios
```

```
[ESC] Salir" color "w/r"
```

```
@06,00 TO 22,79
```

```
dbedit(7,1,21,78,TCROT,"FCROT",TIROT,TTROT)
```

```
close data
```

```
return
```

```
***** FUNCION "FCROT" PARA DBEDIT DE ROTORES
```

```
[unc FCROT
```

```
para mode
```

```
do case
```

```
  case mode = 0
```

```
    retu(1)
```

```
  case mode = 1
```

```
    ?? XBEP
```

```
    retu(1)
```

```
  case mode = 2
```

```
    ?? XBEP
```

```
    retu(1)
```

```
  case mode = 3
```

```

    ?? XBEP
    return
case lastkey() = 27
    return(0)
case lastkey() = 1      && ALTAS
    ? ALTCONEX
    return(1)
case lastkey() = 2      && CAMBIOS
    ? CAMCONEX
    return(1)
case lastkey() = 27     && SALIR
    return(0)
endcase

```

```

/*  MOTORRES, S.A. DE C.V.          */
/*  SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION */
/*  TABLA DE MARCAS          TABMARC.PRG */
/*  ELABORACION:          20-OCT 96      */
/*  ULTIMA MODIFICACION:  24/MAY/98     */
/*  PROGRAMADOR:          JULIO PADILLA P. */

```

```

set cursor off
use MARCAS  inde IMARNUM

```

```

decla TCMAR[2]
TCMAR[1] = "NUMERO"
TCMAR[2] = "DESCRIP"

```

```

decla TIMAR[2]
TIMAR[1] = "XX"
TIMAR[2] = "@X"

```

```

decla TTMAR[2]
TTMAR[1] = "NUMERO"
TTMAR[2] = " DESCRIPCION"

```

```

@05,00 clear
XT      "Tabla de Marcas"
@05,(60-len(XT))/2 say XT          color "w"

```

```

@24,08,24,79 box " " color "r/r"
@24,17 say "[F2] Altas      [F3] Cambios      [ESC] Salir" color "w/r"

```

```

@06,06      FO 22,79
dbedit (7,1,21,78,TCMAR,"FCMAR",TIMAR,TTMAR)
close data
return

```

```

***** FUNCION "FCMAR" PARA DBEDIT DE MARCAS

```

```

func FCMAR
para mode
do case
case mode = 0
    return(1)
case mode = 1
    ?? XBEP
    return(1)
case mode = 2
    ?? XBEP
    return(1)
case mode = 3

```

```

        ?? XBEP
        retu(1)
    case lastkey() = 27
        retu(0)
    case lastkey() = 1          && ALTAS
        do ALFAMARC
        return(1)
    case lastkey() = 2          && CAMBIOS
        do CAMBMARC
        return(1)
    case lastkey() = 27        && SALIR
        return(0)
endcase

```

```

/*  M O T O R E S, S.A. DE C.V.          */
/*  SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION */
/*  TABLA DE ROTORES          TABROTO.PR# */
/*  ELABORACION:              12 ENE 97    */
/*  PROGRAMADOR:              JULIO PADILLA P. */

```

```

set cursor off
use ROTORES   inde IROTNUM

```

```

decla TCROT[2]
      TCROT[1] = "NUMERO"
      TCROT[2] = "ROTOR"

```

```

decla TIROT[2]
      TIROT[1] = "XX"
      TIROT[2] = "@X"

```

```

decla TTROT[2]
      TTROT[1] = "NUMERO"
      TTROT[2] = " TIPO DE ROTOR"

```

```

@05,00 clea

```

```

XT := "Tabla de Rotores"

```

```

@05,(80-len(XT))/2 say XT          color "w"

```

```

@24,00,24,79 box " " color "r/r"

```

```

@24,17 say "[F2] Altas          [F3] Cambios          [ESC] Salir" color "w+/r"

```

```

@06,00 TO 22,79

```

```

dbedit(7,1,21,78,TCROT,"FCROT",TIROT,TTROT)

```

```

close data

```

```

return

```

```

***** FUNCION "FCROT" PARA DBEDIT DE ROTORES

```

```

func FCROT

```

```

para mode

```

```

do case

```

```

    case mode = 0

```

```

        retu(1)

```

```

    case mode = 1

```

```

        ?? XBEP

```

```

        retu(1)

```

```

    case mode = 2

```

```

        ?? XBEP

```

```

        retu(1)

```

```

    case mode = 3

```

```

        ?? XBEP

```

```

    return(1)
case lastkey() 27
    return(0)
case lastkey() 1
    de ALTAROTO
    return(1)
case lastkey() 2
    de CAMBROTO
    return(1)
case lastkey() 27
    de SALIR
    return(0)
endcase

```

```

/*  M O T O R E S, S.A. DE C.V.          */
/*  SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION  */
/*  Cálculo de cambios      CALC1.PRG      */
/*  en tamaño de alambre          */
/*  ELABORACION:      19-Jul-98          */
/*  ULTIMA MODIFICACION:      25-Jul-98          */
/*  PROGRAMADOR:      JULIO PADILLA          */

```

```

set cursor on
set softseek on
set key 28 to P_Voltaje
set key 1 to P_Cuerda
set key 2 to P_Alambre

```

```

XT := "Cambio en tamaño de Alambre"
@05,00 clea
@05,(79-len(XT))/2 say XT color "w+"

```

```

Sele 3
Use alambre
Sele 2
Use cuerda
Sele 1
Use voltaje

```

```
XC1 := XC2 := XT1 := 0
```

```

do while .t.
    @06,00 clea
    @06,00 to 23,79

    @24,00,24,79 box " " color "r/r"
    @24,00 say "[F1] Voltajes y Amperios [F2] Factor Cuerda [F3] CaracL.
Alambre [ESC] Salir" color "w/r"

```

```

@08,10 say "C 1   :" get XC1    pict "99.99"
@09,05 say "(Calibre original AWG)" color "bg"
@12,10 say "C 2   :" get XC2    pict "99.99"
@13,05 say "(Calibre nuevo AWG)" color "bg"
@16,10 say "T 1   :" get XT1    pict "999.99"
@17,05 say "(Vueltas por bobina del enrollamiento original)" color "bg"
read

```

```

if lastkey() 27
    set key 28 to
    set key 1 to
    set key 2 to
    clos data

```

```

        exit
endif
@24,00 clea

sele 3
set index to Alam_AWG
go top
Kc1      tran(XC1,"99.9")
Kc2     :- tran(XC2,"99.9")
seek Kc1
Xmm21 := Secc_mm2
seek Kc2
Xmm22 :- Secc_mm2
set inde to

XT2 = Xmm21 * XT1 / Xmm22

@20,10 say "T 2 :"  

@20,17 say XT2 pict "999.99" color "n/w"  

@21,05 say "(Vueltas por bobina del enrollamiento nuevo)" color "bg"  

?? xbep  

@24,25 say "Oprima cualquier tecla para continuar..."  

inkey(0)

enddo

*** Procedimiento dbedit VOLTAJE
Procedure P_voltaje
save scre to Pantcalc
set cons off
?? tone(100,1)
?? tone(120,1)
?? tone(130,2)
set cons on
set colo to bg,w/b
sele 1
@07,25 clea to 22,78
@07,25 to 22,78

dbedit(08,26,21,77)
set colo to
rest scre from Pantcalc
return

*** Procedimiento dbedit CUERDA
Procedure P_Cuerda
save scre to Pantcalc
set cons off
?? tone(100,1)
?? tone(120,1)
?? tone(130,2)
set cons on
set colo to bg,w/b
sele 2
@07,25 clea to 22,78
@07,25 to 22,78

dbedit(08,26,21,77)
set colo to
rest scre from Pantcalc
return

*** Procedimiento dbedit ALAMBRE
Procedure P_Alambre
save scre to Pantcalc

```



```

set cons off
?? tone(100,1)
?? tone(120,1)
?? tone(130,2)
set cons on
set color to bg,w/b
Sele 3
@07,25 clea to 22,78
@07,25 to 22,78

Be311(08,26,21,77)
set color to
rest scre from Pantale
return

```

```

/* M O T O R E S, S A. D E C. V. */
/* SISTEMA DISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION */
/* cálculo de cambios CALC2.PRG */
/* de Voltaje */
/* ELABORACION: 19 Jul 98 */
/* ULTIMA MODIFICACION: */
/* PROGRAMADOR: JULIO PADILLA */

```

```

set cursor on
set key 28 to P_Voltaje
set key -1 to P_Cuerda
set key -2 to P_Alambre

```

```

XT := "Cambio de Voltaje"
@06,00 clea
@05,(79 len(XT))/2 say XT color "w"

```

```

Sele 3
Use alambre
Sele 2
Use cuerda
Sele 1
Use voltaje

```

```

XCM1 := XT1 := XT2 := XF1 := XF2 := 0

```

```

do while .t.
  @06,00 clea
  @06,00 to 23,79

  @24,00,24,79 box " " color "r/r"
  @24,00 say "[F1] Voltajes y Amperios [F2] Factor Cuerda [F3] Caract.
Alambre [ESC] Salir" color "w/r"

```

```

@08,10 say "T 1 ." get XT1 pict "99999.99"
@09,05 say "(Vucitas originales por bobina)" color "bg"

```

```

@12,10 say "E 2 ." get Xe2 pict "99999"
@13,05 say "(Nuevo voltaje deseado)" color "bg"

```

```

@16,10 say "E 1 ." get Xc1 pict "99999"
@17,05 say "(Voltaje original)" color "bg"
read

```

```

if lastkey() >?
  set key 28 to

```

```

        set key 1 to
        set key 2 to
        clos data
        exit
    endif
    @24,00 clea

    XT2 := XT1 * (xe2 / xe1)

    @20,10 say "T 2 ."
    @20,16 say XT2          pict "99999" color "r/w"
    @21,05 say "(Nuevas vueltas por bobina)" color "r/g"
    ?? xbp
    @24,25 say "Oprima cualquier tecla para continuar ."
    inkey(0)

addr.

/*      M O T O R E S, S.A. DE C.V.          */
/*      SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION */
/*      Cálculo de cambios          CALC3.PRG */
/*      de Potencia                  */
/*      ELABORACION:          19-Jul 98      */
/*      ULTIMA MODIFICACION:    */
/*      PROGRAMADOR          JULIO PADILLA  */

set cursor on
set key 28 to P_Voltaje
set key 1 to P_Cuerda
set key 2 to P_Alambre

Z1 : "Cambio de Hp o Kw"
@06,00 clea
@05,(79 len(XT))/2 say XT color "w+"

Sele 3
Use alambre
Sele 2
Use cuerda
Sele 1
Use voltaje

X11 := Xhpl := Xhp2 := Xkw1 := Xkw2 := 0

do while .t.
    @06,00 clea
    @06,00 to 23,79

    @24,00,24,79 box " " color "r/r"
    @24,00 say "[F1] Voltajes y Amperios [F2] Factor Cuerda [F3] Caract.
Alambre [ESC] Salir" color "w+/r"

    @08,20 say "T 1 := " get XT1 pict "99999.99"
    @09,11 say "{Vueltas originales de bobina}" color "bg"
    read

    if lastkey() = 27
        clos data
        exit
    endif
endif

```

```

@11,20 to 15,39
@12,21 say "Unidad de Potencia"
@13,26 promp " Hp "
@14,26 promp " Kw "
menu to Xpot
@11,20 clea to 15,39

if Xpot = 1
  @12,20 say "Hp 1 : " get xhp1 pict "99999.9999"
  @13,11 say "(Hp originales)" color "bg"
  @16,20 say "Hp 2 : " get xhp2 pict "99999.9999"
  @17,11 say "(Hp nuevos)" color "bg"
else
  @12,20 say "Kw 1 : " get xkw1 pict "99999.9999"
  @13,11 say "(Kw originales)" color "bg"
  @16,20 say "Kw 2 : " get xkw2 pict "99999.9999"
  @17,11 say "(Kw nuevos)" color "bg"
endif

read

if lastkey() = 27
  clos data
  exit
endif
@24,00 clea

if Xpot = 1
  Xt2 := Xt1 * sqrt(xhp1 / xhp2)
else
  Xt2 := Xt1 * sqrt(xkw1 / xkw2)
endif

@20,20 say "T 2 : "
@20,26 say XT2 pict "99999.9999" color "n/w"
@21,11 say "(Nuevas vueltas por bobina)" color "bg"
?? xbec
@24,25 say "Oprima cualquier tecla para continuar..."
inkey(0)

```

endif.

```

/* M O T O R E S, S A. DE C.V. */
/* SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION */
/* Cálculo de cambios CALC4.PRG */
/* de Frecuencia */
/* ELABORACION: 26-Jul-98 */
/* ULTIMA MODIFICACION: */
/* PROGRAMADOR: JULIO PADILLA */

```

```

set cursor on
set key 28 to P_Voltaje
set key 1 to P_Cuerda
set key 2 to P_Alambre

```

```

YT -- "Cambio de Frecuencia"
@05,00 clea
@05,{79 len(XT)}/2 say XT color "w"

```

```

Sele 3
Des: alambre

```

```

Sele 2
Use cuerda
Sele 1
Use voltaje

XT1 := Xf1 := Xf2 :- 0

do while .t.
  @06,00 clea
  @06,00 to 23,79

  @24,00,24,79 box " " color "r/r"
  @24,00 say "{F1} Voltajes y Amperios {F2} Factor Cuerda {F3} Caract.
Alambre [ESC] Salir" color "w/r"

  @08,10 say "T 1 :" get XT1 pict "9999.99"
  @09,05 say "(Vueltas originales de bobina)" color "bg"

  @12,10 say "F 1 ." get Xf1 pict "99999"
  @13,05 say "(Frecuencia Original)" color "bg"

  @16,10 say "F 2 ." get Xf2 pict "99999"
  @17,05 say "(Frecuencia Nueva)" color "bg"
  read

  if lastkey() = 27
    set key 28 to
    set key -1 to
    set key -2 to
    clos data
    exit
  endif

  Xt2 := Xt1 * sqrt(xf1 / xf2)

  @20,10 say "T 2 :"
  @20,16 say XT2 pict "99999.999" color "n/w"
  @21,05 say "(Nuevas vueltas por bobina)" color "bg"
  ?? xbep
  @24,00 clea
  @24,25 say "Oprima cualquier tecla para continuar .."
  inkey(0)
enddo

/* M O T O R E S, S.A. DE C.V. */
/* SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION */
/* Cambio de fase CALC5 PRG */
/* ELABORACION: 26 Jul-98 */
/* ULTIMA MODIFICACION: */
/* PROGRAMADOR: JULIO PADILLA */

set cursor on
set key 28 to P_Voltaje
set key -1 to P_Cuerda
set key -2 to P_Alambre

XT :- "Cambio de Fase"
@05,00 clea
@05,(79-len(XT))/2 say XT color "w+"

Sele 3

```

```

Use alambre
Sele 2
Use cuerda
Sele 1
Use voltaje

X12 0

do while t.
  @06,00 clea
  @06,00 lq 23,79

  @24,00,24,79 box " " color "r/r"
  @24,00 say "[F1] Voltajes y Amperios [F2] Factor Cuerda [F3] Caract.
Alambre [ESC] Salir" color "w/r"

  @08,18 to 14,61
  @09,32 say "Indique el cambio"
  @10,19 to 10,60
  @11,19 promp " Bifásico a trifásico "
  @12,19 promp " Trifásico a bifásico en config. estrella "
  @13,19 promp " Trifásico a bifásico en config. delta "
  menu to Xmol

  if lastkey() = 27
    set key 28 to
    set key -1 to
    set key -2 to
    clos data
    exit
  endif

  @15,10 say "T 2 :" get Xt2 pict "99999.99"
  @16,05 say "(Vueltas por bobina)" color "bg"
  read
  if lastkey() = 27
    set key 28 to
    set key -1 to
    set key -2 to
    clos data
    exit
  endif

  if Xmot = 1
    Xt3 := .82 * xt2
  elseif Xmot = 2
    Xt3 := 1.22 * xt2
  elseif Xmot = 3
    Xt3 := .707 * xt2
  endif

  @19,10 say "T 3 :"
  @19,16 say XT3 pict "99999.999" color "n/w"
  @20,05 say "(Nuevas vueltas por bobina)" color "bg"
  ?? xbcp
  @24,00 clea
  @24,25 say "Oprima cualquier tecla para continuar..."
  inkey(0)
enddo

```

```

/* M O T O R F S , S A . D E C . V . * /
/* SISTEMA FRENADO DE MOTORES DE INDUCCION * /
/* Cálculo de cambios CALC6.PRG * /
/* de circuitos * /
/* ELABORACION 26 Jul 98 * /
/* ULTIMA MODIFICACION: * /
/* PROGRAMADOR: JULIO PADILLA * /

set cursor on
set key 28 to P_Voltaje
set key 1 to P_Cuerda
set key 2 to P_Alambr

XT := "Cambio de Circuitos"
@05,00 clea
@05,{79 len(XT)} / 2 say XT color "w+"

Sele 3
Use alambre
Sele 2
Use cuerda
Sele 1
Use voltaje

XT1 := Xn1 := Xn2 := 0

do while .t.
  @06,00 clea
  @06,00 to 23,79

  @24,00,24,79 box " " color "r/i"
  @24,00 say "[F1] Voltajes y Amperios [F2] Factor Cuerda [F3] Caract.
Alambre [ESC] Salir" color "w+/i"

  @08,10 say "T 1 : " get XT1 pict "99999.99"
  @09,05 say "{Vueltas originales de bobina}" color "bg"

  @12,10 say "N 2 ." get Xn2 pict "99999"
  @13,05 say "{Número nuevo de circuitos}" color "bg"

  @16,10 say "N 1 : " get Xn1 pict "99999"
  @17,05 say "{Número original de circuitos}" color "bg"
  read

  if lastkey() = 27
    set key 28 to
    set key 1 to
    set key 2 to
    clos data
    exit
  endif

  Xn2 := XT1 * (xn2 / xn1)

  @20,10 say "T 2 : "
  @20,16 say XT2 pict "99999.999" color "n/w"
  @21,05 say "{Vueltas nuevas por bobina}" color "bg"
  ?? xbcpr
  @24,00 clea
  @24,25 say "Oprima cualquier tecla para continuar..."
  inkey(0)
enddo

```

```

**      MOTORES, S.A. DE C.V.                **/
**      SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION **/
**      Módulo de cambios          CALC/.PRG  **/
**      de Paso o Factor de Cuerda          **/
**      ELABORACION:                26-Jul-98  **/
**      PRIMA MODIFICACION:         **/
**      ELABORADOR:                 JULIO PADILLA **/

```

```

set cursor on
set key 28 to P_Voltaje
set key 1 to P_Cuerda
set key 2 to P_Alambre

```

```

XT1 := "Cambio de Paso o Factor de Cuerda"
@0,00 clea
@0,00 len(XT1)/2 say XT1 color "w+"

```

```

Sele 3
Use alambre
Sele 2
Use cuerda
Sele 1
Use voltaje

```

```

XT1 := XCF1 := XCF2 := 0

```

```

do while 1.
    @06,00 clea
    @06,00 to 23,79

    @24,00,24,79 box " " color "r/r"
    @24,00 say "[F1] Voltajes y Amperios [F2] Factor Cuerda [F3] Caract.
Alambre [ESC] Salir" color "w+/r"

```

```

@08,10 say "T 1 : " get XT1 pict "99999.99"
@09,05 say "(Vueltas originales de bobina)" color "bg"

```

```

@12,10 say "FC 1:" get Xcf1 pict "9.999"
@13,05 say "(Factor de cuerda original)" color "bg"

```

```

@16,10 say "FC 2:" get XCF2 pict "9.999"
@17,05 say "(Factor de cuerda nuevo)" color "bg"
read

```

```

if lastkey() = 27
    set key 28 to
    set key 1 to
    set key 2 to
    clos data
    exit
endif

```

```

XT2 := XT1 * (xcf1 / xcf2)

```

```

@20,10 say "T 2 : "
@20,16 say XT2 pict "99999.999" color "n/w"
@21,05 say "(Vueltas nuevas por bobina)" color "bg"
?? xbcp
@24,00 clea
@24,25 say "Oprima cualquier tecla para continuar..."
inkey(0)

```

```

endif.

```

```

/* M O T O R E S, S.A DE C.V          */
/* SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION */
/* Fórmula maestra          CALC8.PRG      */
/* ELABORACION:          69 Ago 98        */
/* ÚLTIMA MODIFICACION:          */
/* PROGRAMADOR:          JULIO PADILLA    */

```

```

set cursor on
set key 28 to P_Voltaje
set key -1 to P_Cuerda
set key -2 to P_Alambre

```

```

XT "Fórmula maestra"
@05,00 clea
@05,(79-len(XT))/2 say XT color "w"

```

```

Sele 3
Use alambre
Sele 2
Use cuerda
Sele 1
Use voltaje

```

```

X11 :- Xt2 := Xhp1 := Xhp2 := Xf1 := Xf2 := Xp1 := Xp2 := 0
Xe1 := Xe2 := XCF1 := XCF2 := Xn1 := Xn2 := 0

```

```

do while .t.
    @06,00 clea
    @06,00 to 23,79

    @24,00,24,79 box " " color "r/r"
    @24,00 say "[F1] Voltajes y Amperios [F2] Factor Cuerda [F3] Caract.
Alambre [ESC] Salir" color "w/r"

```

```

@08,10 say "T 1 :" get XT1 pict "9999.999"
@09,05 say "(Vueltas originales de bobina)" color "bg"

```

```

@11,12 say "Potencia"
@11,22 say "Frecuencia"
@11,34 say "Polos"
@11,45 say "Voltaje"
@11,55 say "Fac.Cuerda"
@11,67 say "Circuitos"

```

```

@12,02 say "Original:"
@14,02 say "Nuevo  :"

```

```

@12,12 get xhp1 pict "9999.999"
@14,12 get xhp2 pict "9999.999"
@12,23 get xf1 pict "9999.999"
@14,23 get xf2 pict "9999.999"
@12,34 get xp1 pict "9999.999"
@14,34 get xp2 pict "9999.999"
@12,45 get xe1 pict "9999.999"
@14,45 get xe2 pict "9999.999"
@12,56 get xcf1 pict "9999.999"
@14,56 get xcf2 pict "9999.999"
@12,67 get xn1 pict "9999.999"
@14,67 get xn2 pict "9999.999"
read

```

```

if lastkey() = 27
    set key 28 to
    set key -1 to
    set key -2 to

```



```

        clos data
        exit
    endif

    @16,30 to 20,40
    @17,31 prom "De Estrella a Delta"
    @18,31 prom "De Delta a Estrella"
    @19,31 prom "Sin cambio"
    menu to Xcam

    if lastkey() ?/
        loop
    endif

    if Xcam = 1
        Xcc := 1.73
    elseif Xcam = 2
        Xcc := .58
    elseif Xcam = 3
        Xcc := 1.0
    endif

    XT2 := XT1 * if(xhp1>0,sqrt(xhp1/xhp2),1) ;
        * if(xf1 >0,sqrt(xf1/xf2),1) ;
        * if(xp1 >0,sqrt(xp2/xp1),1) ;
        * if(xe1 >0,(xe2/xe1),1) ;
        * if(xcf1>0,(xcf1/xcf2),1) ;
        * if(xn1 >0,(xn2/xn1), 1) * Xcc

    @21,10 say "T 2 : "
    @21,16 say XT2 pict "9999.999" color "n/w"
    @22,05 say "(Nuevas vueltas por bobina)" color "bg"

    ?? xbep
    @24,00 clea
    @24,25 say "Oprima cualquier tecla para continuar..."
    inkey(0)

enddo

```

```

/* M O T O R E S, S.A. DE C.V. */
/* SISTEMA REDISEÑO DE MOTORES DE INDUCCION */
/* Cálculo de voltaje CALC9 PRG */
/* secundario */
/* ELABORACION: 09 Ago-98 */
/* ULTIMA MODIFICACION: */
/* PROGRAMADOR: JULIO PADILLA */

```

```

set cursor on
set key 28 to P_Voltaje
set key -1 to P_Cuerda
set key -2 to P_Alambre

XT := "Cálculo de voltaje secundario"
@05,00 clea
@05,(79 len(XT))/2 say XT color "w+"

Sele 3
Use alambre
Sele 2
Use cuerda
Sele 1

```

U = c voltaje

```
XEm := XEl * XEa := XTr := XSr := XCFr := XNs := 0  
XEs := XTs := XSs := XCFs := XNr := 0
```

```
d while .t.
```

```
@06,00 clea  
@06,00 to 24,79
```

```
@24,00,24,79 box " " color "r/r"  
@24,00 say "[F1] Voltajes y Amperios [F2] Factor Cuerda [F3] Caract.  
Alambre [ESC] Salir" color "w/r"
```

```
@08,30 to 11,50  
@09,31 promp " Cálculo general "  
@10,31 promp " Cálculo a detalle "  
menu to Xcv
```

```
if lastkey() = 27  
set key 28 to  
set key -1 to  
set key -2 to  
clos data  
exit
```

```
endif
```

```
@08,30 clea to 11,50  
Do case
```

```
case Xcv = 1
```

```
@08,10 say "E M : " get XEm pict "9999.999"  
@09,05 say "(Voltaje medido a través de los anillos rosantes)"  
color "bg"  
@12,10 say "E L : " get XEl pict "9999.999"  
@13,05 say "(Voltaje de línea o del bobinado del estator)"  
color "bg"  
@16,10 say "E A : " get XEa pict "9999.999"  
@17,05 say "(Voltaje aplicado al bobinado del estator)" color  
"bg"
```

```
read
```

```
if lastkey() = 27  
set key 28 to  
set key -1 to  
set key -2 to  
clos data  
exit
```

```
endif
```

```
XEr := XEm * (XEl / XEa)
```

```
@20,10 say "E R : "  
@20,16 say XEr pict "9999.999" color "n/w"  
@21,05 say "(Voltaje de rotor devanado)" color "bg"
```

```
case Xcv = 2
```

```
@07,25 say "Rotor"  
@07,40 say "Estator"  
@08,05 say "Voltaje"  
@10,05 say "Vuletas por bobina"  
@12,05 say "Ranuras"  
@14,05 say "Factor de cuerda"  
@16,05 say "Circuitos"  
@08,40 get XEs pict "9999.999"  
@10,25 get XTr pict "9999.999"
```

```

@10,40 get XTs pict "9999.999"
@12,25 get XSr pict "9999.999"
@12,40 get XSs pict "9999.999"
@14,25 get XCFr pict "9999.999"
@14,40 get XCFs pict "9999.999"
@16,25 get XNr pict "9999.999"
@16,40 get XNs pict "9999.999"
read

if lastkey() = 27
    set key 28 to
    set key -1 to
    set key -2 to
    clos data
    exit
endif

@17,20 to 21,36
@18,21 say "Conexión Rotor" color "bg"
@19,21 promp " Estrella "
@20,21 promp " Delta "
menu to XconR

@17,40 to 21,58
@18,41 say "Conexión Estator" color "bg"
@19,41 promp " Estrella "
@20,41 promp " Delta "
menu to XconE

XKr := if(XconR=1,1.73,1)
XKs := if(XconE=1,1.73,1)

XER := (XTr * XSr * XCFr * XNs * XKr * XEs) / ;
      (XTs * XSs * XCFs * XNr * XKs)

@22,15 say "E R : "
@22,21 say XER pict "9999.999" color "n/w"
@22,31 say "(Voltaje de rotor devanado)" color "bg"

endcase

?? xhep
@24,00 clea
@24,25 say "Oprima cualquier tecla para continuar..."
inkey(0)
enddo

```

## BIBLIOGRAFIA

- 1 - "Máquinas"  
Colección Científica de Time Life  
Editorial: Ediciones Culturales Internacionales  
Autor. Robert O'Brien
- 2.- "Energía"  
Colección Científica de Time Life  
Editorial: Ediciones Culturales Internacionales  
Autor: Mitchell Wilson
- 3.- "Historia de la Tecnología"  
Volúmen 3  
Editorial: Siglo Veintiuno  
Autores: T.K. Derry; Trevor I. Williams
- 4.- "Inducción y Autoinducción"  
Libro 21  
Editorial: Marcombo  
Autor: Heinz Rieger
- 5.- "Electrical Apparatus Service Association, Inc."  
Technical Manual  
EASA, 1996
- 6.- "Generalidades de Motores de Corriente Alterna"  
Editorial: SIEMENS  
Autor: Horst Hutter
- 7.- "Manual Práctico para Bobinadores Electricistas"  
Editorial: CONELEC  
Autor: Pedro Camarena M.
- 8.- "Normas ANCE"  
NMX-J-075/1-1994  
NMX-J-075/2-1994  
NMX-J-075/3-1994
- 9.- "El Desarrollo de la Tecnología"  
Editorial: Fondo de Cultura Económica  
Autor: Fernando Alba Andrade

10 - "Análisis Básico de Circuitos Eléctricos"

Editorial: Prentice Hall

Autor: David E. Johnson

John L. Hilburn

Johnny R. Johnson

11 - "Curso de Programación en Clipper 5"

Editorial: Addison-Wesley Iberoamericana

Autor: V. Algara, F. Marín

A. Quirós, A. Torres

H. Yago

12.- "Clipper Summer '87"

Editorial: Macrobit

Autor: Francisco Marín Quirós

Antonio Quirós Casado

Antonio Torres Lozano

13 - "109 Funciones en Clipper"

Editorial: Macrobit

Autor: F. Marín Quirós

A. Quirós Casado

A. Torres Lozano