

107
2el.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

PRUEBAS A MOTORES FRACCIONARIOS BAJO EL
LINEAMIENTO DEL TRATADO DE LIBRE COMERCIO
DE AMERICA DEL NORTE.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N :
T A D E O M A N C I L L A V A R G A S
F E R M I N A L F O N S O V A L E N C I A R U I Z
F R A N C I S C O R A M I R E Z M E J I A

ASESOR. ING. HUGO GRAJALES ROMAN.



MEXICO, D. F.

1997

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.

DEDICO ESTE TRABAJO DE TESIS A:

A MIS PADRES

**SR. CONRADO VALENCIA GUTIERREZ
SRA. EMMA RUIZ DE VALENCIA**

**POR TODO SU AMOR, CARÍÑO
Y APOYO CON TODO RESPETO**

A MIS HERMANOS

**YOLANDA, MARTHA, LILIA,
GUILLERMO, ENRIQUE JAVIER**

POR EL AMOR QUE NOS UNE

A MIS SOBRINOS Y CUÑADOS

**EMMA, LINDA, IRAIS, LEADY,
DANIEL, GERARDO, REGINO**

CON CARÍÑO

ALFONSO VALENCIARUIZ

A MI ESPOSA

**TERESA RAMON CONTRERAS
TE DOY LAS GRACIAS POR
TODO TU APOYO, AMOR
Y CARIÑO.**

EN ESPECIAL A MIS HIJOS

**MONICA GISELA VALENCIA RAMON
EDWIN ALFONSO VALENCIA RAMON
POR SER LA RAZON DE MI SER
CON TODO MI AMOR Y CARINO**

ALFONSO VALENCIA RUIZ

A MI QUERIDA ESPOSA

**MA. DEL CARMEN GUTIERREZ ROJAS
TE DOY LAS GRACIAS POR ACEPTARME
COMO SOY POR TU AMOR, TU CARIÑO Y
POR LO MUCHO EN COMUN**

A MI HIJO

**RODRIGO ALFONSO VALENCIA GUTIERREZ
POR SER MI JOVEN PROMESA CON TODO
AMOR, CARIÑO .**

A TI

R. ISRAEL MARTINEZ GUTIERREZ

ALFONSO VALENCIA RUIZ

A NUESTRO PROFESOR

ING. HUGO GRAJALES ROMAN

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE TESIS

FRANCISCO RAMÍREZ MEJÍA
TADEO MANCILLA VARGAS

AL MAESTRO

LUIS JOSÉ PICAZO MORENO

A MIS AMIGOS

ALFREDO SALAZAR MENDOZA
JORGE GRANADOS PÉREZ
ALFREDO PÉREZ
BERNARDINO RODRÍGUEZ MORALES

EN ESPECIAL A MI MEJOR AMIGO

JORGE LUIS HERNÁNDEZ ÁVILA

**A TODOS LOS QUE ME HAN AYUDADO PARA MI FORMACIÓN, A MIS
COMPAÑEROS Y EXCOMPAÑEROS DE TRABAJO.**

**ESTE TRABAJO DE TESIS LO DEDICO
A MI ESPOSA EDITH QUIEN ES, HA SIDO
Y SERÁ LO MAS HERMOSO QUE ME HA
PASADO EN LA VIDA, POR EL TIEMPO
QUE LE PUEDE DEDICAR A MIS HIJAS
CARINA T., DULCE A., DAFNE E.**

**AL PROFESOR HUGO GRAJALES ROMAN
POR SU APOYO.**

**A MIS AMIGOS F. ALFONSO, FRANCISCO
BERNARDINO**

TADEO MANCILLA VARGAS

CON MUCHO AMOR Y RESPETO

A MIS PADRES

**IGNACIO RAMÍREZ CRUZ
EULALIA MEJÍA RAMÍREZ**

GRACIAS POR EL APOYO QUE ME BRINDARON Y LA CONFIANZA QUE DEPOSITARON EN MI, PARA QUE YO PUDIERA TERMINAR MIS ESTUDIOS; YA QUE EN LOS MOMENTOS DIFÍCILES Y "BUENOS" NUNCA DEJARON DE CREER EN MI, Y GRACIAS A USTEDES ME SIENDO SATISFECHO DE HABER LOGRADO UNA META EN MI VIDA Y HABER HECHO REALIDAD MI SUEÑOS.

MUCHAS GRACIAS.

CON MUCHO AMOR Y CARIÑO

A MI ESPOSA

ISABEL SÁNCHEZ GONZÁLEZ

A MI HIJITA

MIRNA KARINA RAMÍREZ SÁNCHEZ

**A TI TE DOY LAS GRACIAS POR LA FE QUE SIEMPRE ME TUVISTE Y POR
LOS ÁNIMOS QUE ME DABAS PARA QUE YO LLEGARA HASTA EL FINAL
DE MI OBJETIVO.**

**Y GRACIAS, PORQUE EN LOS MOMENTOS MAS DIFÍCILES DE NUESTRAS
VIDAS SIEMPRE ME HAS DEMOSTRADO TU AMOR.**

**A MI HIJA, LE DOY LAS GRACIAS YA QUE POR ELLA HARÉ LO IMPOSIBLE
PORQUE ESTE SIEMPRE ORGULLOSA DE MI.**

CON MUCHO RESPETO A MIS ABUELITOS

ABELINO MEJÍA PEÑA

FRANCISCA RAMÍREZ DE MEJÍA

**GRACIAS POR TODO SU APOYO Y SU AMOR QUE SIEMPRE ME HAN
BRINDADO Y POR SU BENDICIÓN QUE SIEMPRE ME ACOMPAÑA.**

MUCHAS GRACIAS.

CON RESPETO A MIS HERMANOS

ROGELIO RAMÍREZ MEJÍA

GERARDO HERNÁNDEZ MEJÍA

**GRACIAS POR EL APOYO MORAL QUE SIEMPRE ME HAN DADO Y QUE
EN LOS MOMENTOS DIFÍCILES NUNCA ME HAN ABANDONADO. MUCHAS
GRACIAS.**

CONTENIDO

I	RESUMEN DEL CONTENIDO DEL TRATADO DE LIBRE COMERCIO DE AMÉRICA DEL NORTE, ELABORADO POR LOS GOBIERNOS DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, CANADÁ Y LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMÉRICA	
	• Preámbulo	01
	• Reglas de origen	02
	• Comercio de Bienes	04
	• Normas técnicas	06
	• Trato nacional	09
	• Otorgamiento de licencias y certificaciones	10
	• Disposiciones finales	12
II	NORMAS	14
	• Aspectos Generales	15
	• GATT	16
	• Importancia de las negociaciones internacionales en normas	18
	• Dificultades para el cumplimiento de las normas	20
	• Sistemas de normas en México, Canadá y Estados Unidos	21
	Normas mexicanas	21
	Normas canadienses	24
	Normas estadounidenses	25
	• Objetivos de la negociación	27
	• Evolución y situación actual de la negociación	28
	• Normalización en el GATT, y el TLCAN	29
	A) TBT del GATT	29
	B) TLCAN	32
	• Conclusiones	35
III	MOTORES DE INDUCCIÓN DE CORRIENTE ALTERNA	
	• Objetivos y campo de aplicación	36
	• Referencias	36

I	Definición de motores de corriente alterna	37
	1.1 Términos generales	37
	1.2 Motores trifásicos integrales	38
	1.3 Motores monofásicos	39
	1.4 Motores abiertos	40
	1.5 Motores cerrados	41
	1.6 Características mecánicas y eléctricas	42
II	Motores tipo jaula en potencias de 0.062 (1/12) a 0.7456 Kw. (1HP)	47
	II.1 Objetivo y campo de aplicación	47
	II.2 Clasificación	47
	II.3 Características mecánicas y eléctricas	49
	II.3.1 Características físicas	49
	II.3.2 Características térmicas	62
	II.3.3 Características generales	64
	II.4 Muestreo	72
	II.5 Pruebas y comportamiento	73
	II.6 Marcado	73
	II.7 Bibliografía	74
	II.8 Concordancia con normas internacionales	74
IV	MÉTODOS DE PRUEBA PARA MOTORES DE INDUCCIÓN	
	IV.1 Objetivos y campo de aplicación	77
	IV.2 Características	77
	IV.3 Métodos de prueba	77
	IV.3.1 Pruebas de rutina	77,79
	IV.3.1.1 Inspección visual	79
	IV.3.1.2 Prueba de vacío	79
	IV.3.1.3 Potencias aplicadas	79
	IV.3.1.4 Resistencia de aislamiento	81
	IV.3.1.5 Prueba de vibración	81
	IV.3.2 Pruebas complementarias de aceptación	77,82
	IV.3.2.1 Determinación del par y la corriente de arranque	82

IV.3.2.2	Método del cálculo del circuito equivalente para determinar las características de funcionamiento de motores de inducción trifásicos	84
IV.3.2.1.1	Medición de resistencia en frío	85
IV.3.2.1.2	Prueba en vacío	85
IV.3.2.1.3	Prueba de impedancia (rotor-bloqueado)	87
IV.3.2.1.4	Cálculo para la determinación de los parámetros	87
	A Forma de cálculos	89
	B Determinación de las características de funcionamiento	93
IV.3.2.1.5	Circuito equivalente modificado	87
IV.3.2.3	Pruebas de prototipo	96
IV.3.2.3.1	Potencia nominal y corriente a plena carga	96
IV.3.2.3.2	Determinación del incremento de temperatura	97
IV.3.2.3.3	Prueba de sobrevolocidad	103
IV.3.2.3.4	Método para la determinación de eficiencia	106
V	VERIFICACIÓN DE PRUEBA A MOTORES	113
	Prueba a rotor en vacío	114
	Prueba a rotor bloqueado	116
	Obtención del circuito equivalente	117
	Obtención de valores a partir del circuito equivalente	119
	Valores para el diagrama de Hayland	127
	Interpretación del diagrama	130
	Datos para la realización de la prueba par-velocidad	132
	Práctica para par-velocidad	134
	Gráficas	

VI	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	135
	PRACTICA N° 1	136
	PRACTICA N° 2	138
	PRACTICA N° 3	139
VII	BIBLIOGRAFÍA	140

APÉNDICES

- A) Análisis de regresión lineal
- B) Procedimiento para la corrección de las lecturas de par del dinamómetro
- C) Términos

I. RESUMEN DEL CONTENIDO DEL TRATADO DE LIBRE COMERCIO DE AMÉRICA DEL NORTE, ELABORADO POR LOS GOBIERNOS DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, CANADÁ Y LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA.

El 12 de agosto de 1992, el Secretario de Comercio y Fomento Industrial de México, Jaime Serra; el Ministro de Industria, Ciencia y Tecnología y Comercio Internacional de Canadá, Michael Wilson; y la Representante Comercial de Estados Unidos, Carla Hills, concluyeron las negociaciones del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLC). Funcionarios de los tres gobiernos recibieron el encargo de concluir el texto lo antes posible. Este se hará del conocimiento público una vez terminada su redacción. La siguiente descripción no constituye, en sí misma, un acuerdo entre los tres países, ni pretende interpretar el texto final.

Para facilitar su consulta, al final del este documento se incluye un resumen de las principales disposiciones del TLC relativas al medio ambiente.

Preámbulo

El preámbulo expone los principios y aspiraciones que constituyen el fundamento del Tratado. Los tres países confirman su compromiso de promover el empleo y el crecimiento económico, mediante la expansión del comercio y de las oportunidades de inversión en la zona de libre comercio. También ratifican su convicción de que el TLC permitirá aumentar la competitividad internacional de las empresas mexicanas, canadienses y estadounidenses, en forma congruente con la protección del medio ambiente. En el preámbulo se reitera el compromiso de los tres países del TLC de promover el desarrollo sostenible, y proteger, ampliar y hacer efectivos los derechos laborales, así como mejorar las condiciones de trabajo en los tres países.

Objetivos y otras disposiciones iniciales

Las disposiciones iniciales del TLC establecen formalmente una zona de libre comercio entre México, Canadá y Estados Unidos, de conformidad con el **Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT)**. Estas disposiciones proveen las reglas y los

principios básicos que regirán el funcionamiento del Tratado y los objetivos en que se fundará la interpretación de sus disposiciones.

Los objetivos del Tratado son: eliminar barreras al comercio; promover condiciones para una competencia justa, incrementar las oportunidades de inversión, proporcionar protección adecuada a los derechos de propiedad intelectual, establecer procedimientos efectivos para la aplicación del Tratado y la solución de controversias, así como fomentar la cooperación trilateral, regional y multilateral. Los países miembros del TLC lograrán estos objetivos mediante el cumplimiento de los principios y reglas del Tratado, como los de trato nacional, trato de nación más favorecida y transparencia en los procedimientos.

Cada país ratifica sus respectivos derechos y obligaciones derivados del GATT y de otros convenios internacionales.

Para efectos de interpretación en caso de conflicto, se establece que prevalecerán las disposiciones del Tratado sobre las de otros convenios, aunque existen excepciones a esta regla general. Por ejemplo, las disposiciones en materia comercial de algunos convenios ambientales prevalecerán sobre el TLC, de conformidad con el requisito de minimizar la incompatibilidad de estos convenios con el TLC.

En las disposiciones iniciales se establece también la regla general relativa a la aplicación del Tratado en los diferentes niveles de gobierno de cada país. Asimismo, en esta sección se definen los conceptos generales que se emplean en el Tratado, a fin de asegurar uniformidad y congruencia en su utilización.

Reglas de origen

El TLC prevé la eliminación de todas las tasas arancelarias sobre los bienes que sean originarios de México, Canadá y Estados Unidos, en el transcurso de un periodo de transición. Para determinar cuáles bienes son susceptibles de recibir trato arancelario preferencial son necesarias reglas de origen.

Las disposiciones sobre reglas de origen contenidas en el Tratado están diseñadas para:

- asegurar que las ventajas del TLC se otorguen sólo a bienes producidos en la región de América del Norte y no a bienes que se elaboren total o en su mayor parte en otros países;
- establecer reglas claras y obtener resultados previsibles; y
- reducir los obstáculos administrativos para exportadores, importadores y productores que realicen actividades comerciales en el marco del Tratado.

Las reglas de origen disponen que los bienes se considerarán originarios de la región cuando se produzcan en su totalidad en los países de América del Norte. Los bienes que contengan materiales que no provengan de la zona también se considerarán originarios, siempre y cuando los materiales ajenos a la región sean transformados en cualquier país socio del TLC. Dicha transformación deberá ser suficiente para modificar su clasificación arancelaria conforme a las disposiciones del Tratado. En algunos casos, además de satisfacer el requisito de clasificación arancelaria, los bienes deberán incorporar un porcentaje específico de contenido regional.

Administración Aduanera

Con el propósito de asegurar que sólo se otorgue trato arancelario preferencial a los bienes que cumplan con las reglas de origen, y de que los importadores, exportadores y productores de los tres países obtengan certidumbre y simplificación administrativa, el TLC incluye disposiciones en materia aduanera que establecen:

- reglamentos uniformes que asegurarán la aplicación, administración e interpretación congruente de las reglas de origen;
- un certificado de origen uniforme, así como requisitos de certificación y procedimientos a seguir por los importadores y exportadores que reclamen trato arancelario preferencial;
- requisitos comunes para la contabilidad de dichos bienes;
- reglas, tanto para importadores y exportadores como para las autoridades aduaneras, sobre la verificación del origen de los bienes;
- resoluciones previas sobre el origen de los bienes emitidas por la autoridad aduanera del país al que vayan a importarse;
- que el país importador otorgue a los importadores en su territorio y a los exportadores y productores de otro país del TLC, substancialmente los mismos derechos que los otorgados para solicitar la revisión e impugnar las determinaciones de origen y las resoluciones previas;
- un grupo de trabajo trilateral que se ocupará de modificaciones anteriores a las reglas de origen y a los reglamentos uniformes; y
- plazos específicos para la pronta solución de controversias entre los tres países signatarios, en torno a reglas de origen.

Comercio de bienes

Trato Nacional

El TLC incorpora el principio fundamental de trato nacional del GATT. Los bienes importados a un país miembro del TLC, de otro de ellos, no serán objeto de discriminación. Este compromiso se extiende también a las disposiciones provinciales y estatales.

Acceso a mercados

Estas disposiciones establecen las reglas relativas a los aranceles y otros cargos, así como a restricciones cuantitativas entre las que se encuentran cuotas, licencias y permisos y requisitos de precios a importaciones o exportaciones que regirán al comercio de bienes. Asimismo, mejoran y hacen más seguro el acceso a los mercados de los bienes que se produzcan y comercien en la región de América del Norte.

Eliminación de aranceles. En el TLC se dispone la eliminación progresiva de todas las tasa arancelarias sobre bienes que sean considerados provenientes de América del Norte, conforme a las reglas de origen. Para la mayoría de los bienes, las tasas arancelarias vigentes serán eliminadas inmediatamente, o de manera gradual, en cinco o diez etapas anuales iguales. Las tasas aplicables a unas cuantas fracciones arancelarias correspondientes a productos sensibles, se eliminarán en un plazo mayor hasta en quince reducciones anuales iguales. Para propósitos de la eliminación, se tomarán como punto de partida las tasas vigentes al 1o. de julio de 1991, incluidas las del Arancel General Preferencial (GPT) de Canadá y las del Sistema Generalizado de Preferencias (SGP) de Estados Unidos. Se prevé la posibilidad de que los tres países consulten y acuerden una eliminación arancelaria más acelerada a la prevista.

Restricciones a las importaciones y a las exportaciones. Los tres países eliminarán las prohibiciones y restricciones cuantitativas, tales como cuotas o permisos de importación que se aplican en frontera. Sin embargo, cada país miembros se reserva el derecho de imponer restricciones en frontera limitadas, por ejemplo, para la protección de la vida o la salud humana, animal o vegetal o del medio ambiente. Existen, además reglas especiales que se aplican a productos agropecuarios, automotrices, energía y textiles.

Devolución de aranceles (Drawback). El TLC establece reglas para la devolución de aranceles, o programas de devolución o exención de aranceles, en los materiales que sean utilizados en la producción de bienes que subsecuentemente se exporten a otro país miembro del TLC.

Los programas vigentes de devolución de aranceles serán eliminados el 1o. de enero del año 2001 para el comercio entre México y Estados Unidos y entre México y Canadá. El Tratado extenderá por dos años el plazo establecido en el ALC para la eliminación de programas de devolución e aranceles. En el momento en que estos programas se eliminen, cada país adoptará un procedimiento para evitar los efectos de la doble tributación en el pago de impuestos en los dos países, en el caso de bienes que aún se encuentren sujetos a impuestos en el área de libre comercio.

De conformidad con estos procedimientos, el monto de aranceles aduaneros que en un país pueda eximir o devolver, de acuerdo con estos programas, no excederá el menor de:

- los aranceles pagados o que se adeuden sobre materiales importados no originarios de la región de América del Norte y empleados en la producción de un bien que después se exporte a otro país miembro del Tratado; o
- los aranceles pagados a ese país por concepto de la importación de dicho bien.

Derecho de trámite aduanero. Los tres países acordaron no aplicar nuevos cargos como los referentes a derechos por procedimiento de mercancías de Estados Unidos o los derechos de trámite aduanero de México. México eliminará estos derechos sobre los bienes originarios de América del Norte a más tardar el 30 de junio de 1999. Asimismo, Estados Unidos eliminará, a más tardar en la misma fecha, los derechos de este tipo que aplica a los bienes originarios de México. Respecto de los bienes originarios de Canadá, Estados Unidos está reduciendo estos derechos, mismos que quedarán eliminados el 1o. de enero de 1994, según lo dispuso en el ALC entre Estados Unidos y Canadá.

Exención de aranceles. El TLC prohíbe la adopción de nuevos programas de exención arancelaria o de devolución de aranceles, con base en requisitos de desempeño. Los programas existentes en México se eliminarán a más tardar el 1o. de enero de 2001. De conformidad con las obligaciones del ALC, Canadá eliminará los programas de devolución de aranceles el 1o. de enero de 1998.

Impuestos a la exportación. El Tratado prohíbe fijar impuestos a la exportación, excepto cuando éstos también se apliquen a los bienes que se destine al consumo interno. Se prevén algunas excepciones que permitirán a México aplicar impuestos a la exportación para hacer frente a una escasez grave de alimentos y de bienes de consumo básico.

Otras medidas relacionadas con la exportación. Cuando un país miembro del TLC imponga una restricción a la importación de un producto:

- no deberá reducir la proporción de la oferta total de ese producto que se ponga a disposición de los otros países miembros del TLC por debajo del nivel existente durante los tres años anteriores u otro periodo acordado;
- no deberá imponer un precio mayor en las exportaciones a otro país miembro del TLC que el precio interno; o
- no deberá entorpecer los canales normales de suministro

Con base en una reserva estipulada por México, estas obligaciones no se aplican entre México y los otros países miembros del TLC.

Libre importación temporal de bienes. El Tratado permite a las personas de negocios sujetas a las disposiciones sobre entrada temporal del TLC, introducir a territorio de los países miembros, sin pago de arancel y por un periodo limitado, equipo profesional e instrumentos de trabajo. Estas reglas se aplicarán también a la importación de muestras comerciales, de cierta clase de películas publicitarias y a los bienes que se importen con fines deportivos, de exhibición y demostración. Otras reglas disponen que, para 1998, reingresarán con exención arancelaria todos los bienes que se haya sometido a reparaciones o modificaciones en otro país miembro del TLC. Estados Unidos asume el compromiso de identificar las reparaciones realizadas a las embarcaciones con bandera de Estados Unidos en otros países miembros del TLC, que serán objeto de trato arancelario preferencial.

Marcado de país de origen. Se establecen principios y reglas para el mercado de país de origen. Estas disposiciones tienen como objetivo reducir costos innecesarios y facilitar el flujo comercial dentro de la región, asegurando además que los compradores obtengan información precisa sobre el país de origen de los bienes.

Normas técnicas

Esta sección se refiere a las medidas de normalización, es decir, a las normas oficiales, a las reglamentaciones técnicas del gobierno y a los procesos utilizados para determinar si estas medidas se cumplen. Asimismo, reconoce el papel fundamental que tales medidas desempeñan en la promoción de la seguridad y en la protección de la vida y la salud humana, animal y vegetal, del medio ambiente y de los consumidores. Los tres países convinieron en no utilizar estas medidas como obstáculos innecesarios al comercio y por tanto colaborarán para mejorar y hacerlas compatibles en la zona de libre comercio.

Principales derechos y obligaciones

Cada país conservará el derecho de adoptar, aplicar y hacer cumplir sus medidas de normalización, para establecer el nivel de protección que desee alcanzar con ellas, y para llevar a cabo evaluaciones de riesgo que aseguren que se alcancen esos niveles. Adicionalmente, el TLC confirma los derechos y obligaciones de cada país derivados del Código de Barreras Técnicas al Comercio del GATT y otros convenios internacionales, entre los que se incluyen tratados en materia de medio ambiente y de conservación.

Se establecen obligaciones relacionadas con la aplicación de las medidas de normalización para agilizar el comercio entre los países miembros. Por ejemplo, cada país debe asegurar que sus normas otorguen trato nacional y trato de nación más favorecida. Esto es, garantizarán que los bienes y servicios de los otros dos países reciban trato no menos favorable que los bienes y servicios similares de origen nacional, o que los que provengan de otros países no miembros del TLC.

Normas internacionales

Cada país signatario del TLC usará las normas internacionales como base para sus medidas de normalización, siempre que éstas sean un medio efectivo y apropiado para lograr el cumplimiento de sus objetivos. Sin embargo, cada nación conserva el derecho de adoptar, aplicar y hacer cumplir sus medidas de normalización para alcanzar un nivel de protección más alto que el que se lograría con base en las medidas internacionales.

Compatibilidad

Los países miembros del TLC trabajarán de manera conjunta para incrementar el nivel de seguridad y protección de la salud, del medio ambiente y del consumidor. Asimismo, procurarán hacer compatibles sus medidas de normalización, tomando en consideración las actividades internacionales de normalización para facilitar el comercio y reducir los costos adicionales que surjan al tener que cumplir requisitos distintos en cada país.

Validación de la conformidad

Los procedimientos de validación de la conformidad se utilizan para verificar que se cumplan los requisitos establecidos por los reglamentos técnicos o las normas. El Tratado establece una lista detallada de las reglas que rigen estos procedimientos para asegurar que no se conviertan en obstáculos innecesarios al comercio entre los países miembros.

Transparencia en los procedimientos

En la mayoría de los casos, se establece la obligación de notificar con anterioridad a los otros países miembros del TLC, la adopción o modificación de las medidas de normalización que pudieran afectar el comercio en América del Norte. La notificación deberá señalar los bienes y servicios comprendidos, y los objetivos y motivos de la medida. Los otros países miembros, así como toda persona interesada en alguna medida en particular, podrán formular comentarios sobre la misma. Los tres países garantizarán que los centros de consulta establecidos para tales fines proporcionen información a los otros países miembros y cualquier persona interesada, sobre las medidas de normalización.

Cooperación técnica

Los países signatarios se comprometen a proporcionar asesoría, consulta y asistencia técnicas según condiciones y términos mutuamente acordados, a solicitud, para mejorar las medidas de normalización. El Tratado exhorta a los países miembros a promover la cooperación entre los organismos de normalización de los tres países.

Comité sobre medidas de normalización

Un comité sobre medidas de normalización dará seguimiento a la ejecución y administración de esta sección del Tratado; impulsará la compatibilidad y la cooperación para el desarrollo, aplicación y cumplimiento de las medidas de normalización; y apoyará la realización de consultas respecto de controversias que surjan en la materia. Se crearán, además subcomités de interés. El Tratado establece que estos subcomités y grupos de trabajo podrán invitar a participar a científicos y representantes interesados de organizaciones no gubernamentales de los tres países.

Comercio fronterizo de servicios

El TLC amplía las iniciativas establecidas en el ALC entre Canadá y Estados Unidos y en las negociaciones multilaterales de la Ronda Uruguay para establecer reglas a nivel internacional sobre comercio de servicios. Las disposiciones en el TLC establecen los derechos y obligaciones para facilitar el comercio transfronterizo de servicios entre los tres países.

TRATO NACIONAL

El Tratado extiende a los servicios la obligación fundamental de otorgar trato nacional, la cual ha sido aplicada a bienes a través del GATT y de otros convenios comerciales. Cada país socio del Tratado otorgará a los prestadores de servicios de los otros países miembros del TLC, un trato no menos favorable que el otorgado, a sus propios prestadores de servicios, en circunstancias similares.

Con respecto a las disposiciones de los gobiernos estatales, provinciales o locales, trato nacional significa conceder un trato no menos favorable que el trato más favorable otorgado a los prestadores de servicios del país del que formen parte.

TRATO DE NACIÓN MAS FAVORECIDA

El Tratado también prevé para los servicios otra obligación básica del GATT, la del trato de nación más favorecida. Esta requiere que cada país miembros del TLC otorgue a los proveedores de servicios de los otros países, trato no menos favorable que el otorgado a prestadores de servicios de cualquier otro país, en circunstancias similares.

PRESENCIA LOCAL

Conforme al Tratado, un prestador de servicios de otro país miembro del TLC no estará obligado a residir o establecer en su territorio oficina alguna de presentación, sucursal o cualquier otro tipo de empresa como condición para prestar un servicio.

RESERVAS

Cada uno de los países miembro del TLC podrá establecer reservas respecto de disposiciones legales y otras medidas vigentes que no cumplan con las reglas y obligaciones arriba descritas. Dichas medidas federales, estatales y provinciales estarán especificadas en una lista en el Tratado. Los países tendrán un periodo de dos años para completar la lista con las reservas estatales y provinciales correspondientes. Las medidas incongruentes con el podrán ser mantenidas a nivel municipal y local.

Los países miembros del TLC podrán renovar o modificar las disposiciones listadas, siempre que tales modificaciones o adicionarse no las hagan más restrictivas.

RESTRICCIONES CUANTITATIVAS NO DISCRIMINATORIAS

Cada país proporcionará una lista con las disposiciones vigentes no discriminación que

limiten el número de prestadores de servicios o las operaciones de los prestadores de servicios en algún sector particular. Cualquier país signatario del TLC podrá solicitar consultas sobre estas disposiciones, para negociar su liberación o eliminación.

OTORGAMIENTO DE LICENCIAS Y CERTIFICACIONES

Para evitar barreras innecesarias al comercio, el Tratado establece disposiciones relativas a los procedimientos de expedición de licencias y certificación de profesionales. En particular, cada país asegurará que estos se realicen con base en criterios objetivos y transparentes, tal como la capacidad profesional, que no sean más gravosos de lo necesario para garantizar la calidad de los servicios y que no constituyan, por sí mismos, una restricción por la prestación de un servicio. Se prevén mecanismos para el reconocimiento mutuo de licencias y certificaciones, sin embargo, ningún país miembro del TLC tiene la obligación de reconocer, en forma automática, los estudios o experiencia de un prestador de servicios de otro país. En particular, los tres países desarrollarán un programa de trabajo con el objeto de liberalizar el otorgamiento de licencias a consultores jurídicos extranjeros y la expedición de licencias temporales a ingenieros.

Los países miembros del TLC eliminarán los requisitos de nacionalidad y residencia para el otorgamiento de licencias y certificaciones a los prestadores de servicios profesionales dentro de su territorio dos años después de la entrada en vigor del Tratado. El incumplimiento de esta obligación facultará a los otros miembros a mantener o restablecer requisitos equivalentes en el mismo sector de servicios.

DENEGACION DE BENEFICIOS

Un país miembro podrá denegar los beneficios derivados del TLC, si el servicio en cuestión es proporcionado a través de una empresa de otro país miembro, de propiedad o bajo el control de una persona de un país no miembro del TLC, y dicha empresa no realice negocios considerables en la zona de libre comercio. En relación con los servicios de transporte, un país miembro puede denegar los beneficios a una empresa si demuestra que estos servicios son proporcionados con equipo no registrado en cualquiera de los tres países.

EXCLUSIONES

Estas disposiciones no se aplican a rubros cubiertos en otros apartados del Tratado, como son compras gubernamentales, subsidios, servicios financieros y servicios relacionados con la energía. Tampoco se aplican a la mayoría de los servicios aéreos; a las telecomunicaciones básicas; a los servicios sociales proporcionados por el gobierno de cualquier país miembro del TLC; a la industria marítima, excepto para algunos servicios

entre México y Canadá; y a los sectores reservados al Estado o a los mexicanos de conformidad con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Cada país miembro se reserva el derecho de establecer medidas de aplicación general, como las relativas a prácticas fraudulentas, y son congruentes con el Tratado.

Propiedad intelectual

El TLC establece obligaciones substanciales relativas a la propiedad intelectual, las cuales se fundamentan en el trabajo realizado por el GATT y los convenios internacionales más importantes sobre la materia. Cada país protegerá adecuada y efectivamente los derechos de propiedad intelectual con base en el principio de trato nacional, y asegurará el cumplimiento efectivo de estos derechos, tanto a nivel nacional como en las fronteras.

El Tratado define compromisos específicos sobre la protección de:

- derechos de autor, incluyendo los fonogramas;
- patentes;
- marcas;
- derechos de los obtenedores de vegetales;
- diseños industriales;
- secretos industriales;
- circuitos integrados (semiconductores); e
- indicaciones geográficas.

Derechos de autor

En el área de derechos de autor, las obligaciones de los países signatarios del Tratado son:

- proteger los programas de cómputo con obras literarias, y las bases de dato como compilaciones;
- conceder derechos de renta para los programas de cómputo y fonogramas; y
- estipular un plazo de protección de por lo menos 50 años para los fonogramas.

Patentes

El Tratado otorga protección a las invenciones, requiriendo a cada país:

- conceder patentes para productos y procesos en prácticamente todo tipo de inventos, incluidos los farmacéuticos y agroquímicos;
- eliminar cualquier régimen especial para categorías particulares de productos, cualquier disposición para la adquisición de los derechos de patentes, y cualquier

- discriminación en la disponibilidad y goce de los derechos de patentes que se otorguen localmente y en el extranjero; y
- brindar la oportunidad a los titulares de las patentes, para que obtengan protección en los inventos relativos a productos farmacéuticos y agroquímicos, que antes no estaban sujetos a ser patentados.

Otros derechos de propiedad intelectual

Además, esta sección establece reglas para proteger a:

- las marcas de servicios al mismo nivel que las de productos;
- las señales codificadas emitidas por satélites, en contra de su uso ilegal;
- los secretos industriales en general, así como la protección contra la divulgación por parte de las autoridades competentes de resultados presentados por las empresas relativos a la seguridad y eficacia de sus productos farmacéuticos y agroquímicos;
- los circuitos integrados tanto en sí mismos, como a los bienes que los incorporen; y
- las indicaciones geográficas, para proteger a los titulares de las marcas y evitar inducir al público a error.

Procedimientos de ejecución

También se incluyen obligaciones detalladas sobre:

- los procedimientos judiciales para la puesta en práctica de los derechos e propiedad intelectual incluidas las disposiciones relativas a daños, suspensión precautoria y, en general, a los aspectos de legalidad en los procedimientos; y
- el cumplimiento de los derechos de propiedad intelectual en la frontera, incluidas las salvaguardas para prevenir el abuso.

Disposiciones finales

Entrada en vigor

Esta sección dispone que el Tratado entrará en vigor el 1o. de enero de 1994, una vez concluidos los procedimientos internos de aprobación.

Adhesión

El TLC dispone que otros países o grupos de países podrán ser admitidos como miembros

del Tratado con el consentimiento de los países miembros, de conformidad con los términos y condiciones que éstos establezcan y una vez concluidos los procesos internos de aprobación en cada uno de ellos.

Reformas y denuncia

Esta sección contiene disposiciones para introducir reformas al Tratado de conformidad con los procedimientos internos de aprobación. Cualquier país miembro podrá denunciar el Tratado con notificación previa de seis meses.

II. NORMAS

ASPECTOS GENERALES

Las normas son aquellas especificaciones técnicas, científicas o tecnológicas que establecen criterios con los que deben cumplir los productos, servicios y procesos de producción. Las normas son diseñadas con fines diversos, tales como la protección del consumidor, la salud pública, el medio ambiente, la seguridad pública y la promoción del comercio, entre otros.

El uso indebido de las normas puede generar barreras al flujo de bienes y servicios que implican discriminación entre productos, productores y países. La exageración en los requisitos impuestos para el cumplimiento de las normas, así como los procesos de validación para el cumplimiento, verificación y vigilancia de las mismas, constituyen manifestaciones de este uso indebido.

Además de la elaboración de normas, los sistemas de normalización incluyen aspectos relacionados con la certificación y acreditamiento de laboratorios de prueba. Corresponde a estos laboratorios determinar si los productos o servicios cumplen con las estipulaciones establecidas en las normas y son los encargados de sancionar la calidad y seguridad de los bienes y servicios que se comercian, tanto a nivel nacional como internacional, así como de los procesos con que son producidos. Por lo tanto, la autoridad encargada de la normalización de un país establece criterios para la autorización, reglamentación y acreditación de estos laboratorios, de su personal y de las actividades que llevan a cabo.

Las particularidades del sistema de normalización de cada país se explican en función de su geografía, clima, composición del ecosistema, infraestructura y nivel de desarrollo, así como de otras consideraciones de tipo económico, político, cultural, histórico y social, que han condicionado su evolución. Por todo ello, existen diferencias entre las normas de cada país, así como en los niveles local, regional, o estatal, de acuerdo a criterios aplicados en la elaboración de reglamentos de salud, seguridad, higiene y protección al consumidor. La elaboración de normas refleja no solamente las condiciones arriba mencionadas, sino también las prioridades asignadas a los objetivos de desarrollo que persigue cada país o región en un determinado momento.

Como consecuencia de la diversidad regional, nacional e internacional de las normas y de los procesos de validación de las mismas, ha surgido el incentivo para minimizar o eliminar estas diferencias a través de negociaciones en diversos foros, de los cuales el GATT es el más importante. El proceso de concertación y negociación ha resultado sumamente complejo ya que ha sido necesario, establecer definiciones internacionales sobre los términos, a fin de abordar las discusiones sobre bases comunes. Además, la diversidad de los fines que persigue cada país en el diseño de sus normas, en especial cuando se utilizan como medidas proteccionistas, ha hecho más arduo el proceso.

EXPERIENCIA INTERNACIONAL

La experiencia adquirida tanto en foros multilaterales como bilaterales, ha señalado la necesidad de entablar negociaciones particulares sobre normas y procesos de validación y de la inclusión de capítulos especiales en varios documentos internacionales. Algunos de los ejemplos más sobresalientes de negociación, se han realizado en el marco del GATT, de la Comunidad Económica Europea y en el Acuerdo de Libre Comercio firmado entre Estados Unidos y Canadá en 1988.

GATT

A nivel multilateral, y con base en el Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio del GATT, conocido por sus siglas como el TBT, una norma se define como aquella especificación técnica aprobada por una institución u organización reconocida que establece, por un uso repetido y reiterado, reglas, lineamientos o características para productos, procesos y métodos de producción, cuyo cumplimiento no es obligatorio. Estas normas no obligatorias se refieren, principalmente, a terminología, símbolos, empaquetado, o requisitos de etiquetado y son aplicables a productos, procesos o métodos de producción. Cabe aclarar que la definición del TBT se aplica solamente a productos, quedando excluidos los servicios.

El TBT es el documento internacional que incluye los aspectos más importantes en materia de normalización. A pesar de que su contenido se encuentra aún en proceso de negociación y que no se ha aprobado una versión definitiva, se utiliza como texto de referencia en numerosas negociaciones internacionales. Lo que se ha logrado es incluir un artículo mediante el cual cada país se compromete a establecer una instancia que responda a las solicitudes de información de cualquier miembro del GATT. Esta medida tiene como finalidad el facilitar el entendimiento del sistema de normalización de los Estados.

Las entidades responsables de elaborar, adoptar y aplicar las normas pueden ser federales, estatales, locales e incluso privadas. Esta diversidad es fuente de problemas para su cumplimiento y para la verificación del mismo, así como para la divulgación y conocimiento de las mismas.

Comunidad Económica y Europea

La negociación de normas en el seno de la Comunidad Económica Europea ha sido particularmente difícil. En una primera etapa se pretendió homologar las normas de los

países miembros, lo que condujo a un largo proceso, por demás detallado y laborioso. Ante la falta de avances se optó por la creación de normas para toda la Comunidad con el objetivo de eliminar barreras innecesarias, o artificiales, al comercio.

Como resultado de las negociaciones en materia de normalización dentro de la Comunidad Europea se creó el Comité Europeo de Normalización (CEN), que se ha abocado al establecimiento de requisitos y criterios para la elaboración de normas de toda índole en la Comunidad. Una vez que el CEN ha establecido algún criterio para la elaboración de normas, los países miembros del Mercado Común no pueden contraponer otros criterios.

Acuerdo de Libre Comercio Canadá Estados Unidos (ALC)

La negociación del capítulo de normas del Tratado de Libre Comercio entre Canadá y los Estados Unidos, firmado en 1988, reflejó el compromiso de ambos países para que éstas no se convirtieran en barreras disfrazadas al comercio, lo cual se especifica en el artículo 603. Además, se reafirmaron los compromisos adquiridos por ambas naciones con el GATT.

Sin embargo, las negociaciones enfrentaron serios problemas, especialmente en materia de acreditamiento de laboratorios y no lograron dirimirse problemas de compatibilidad entre las normas de los dos países. Por ello, la observancia de los acuerdos pactados no se hizo obligatoria para los gobiernos estatales y provinciales ni para las organizaciones privadas de normalización, lo que restringió en gran medida su alcance. A su vez, el estancamiento de las negociaciones sobre normas dentro de la Ronda Uruguay del GATT coadyuvó a que no se llegase a un acuerdo.

IMPORTANCIA DE LAS NEGOCIACIONES INTERNACIONALES EN NORMAS

La importancia de las normas dentro del comercio internacional ha ido en constante aumento en los últimos años, como lo demuestra la atención de que han sido objeto por parte del GATT, de la Comunidad Europea y de otros organismos regionales. En tanto que los flujos de bienes y servicios han crecido durante las últimas tres décadas a volúmenes sin precedente, no todos los países han sido capaces de sostener niveles adecuados de eficiencia y competitividad internacional, por lo que algunos han recurrido a utilizar ciertas normas como medios de protección para sus industrias.

Las normas se han tenido que actualizar de manera que no limiten la expansión comercial de nuestros días y ha sido necesario crear otras que respondan a las condiciones del comercio mundial contemporáneo, al desarrollo de las tecnologías, a la incorporación de nuevos productos y servicios al comercio internacional y a la sofisticación de las prácticas comerciales.

Asimismo, han surgido sistemas de normas internacionales que buscan minimizar las diferencias en materia de normalización entre las diferentes naciones y unificar criterios para evitar el proteccionismo. Entre estos sistemas internacionales cabe destacar a la International Standards Organization (ISO), organismo privado de normalización y el Comité Europeo de Normalización, mencionado anteriormente.

Actualmente se amplia la tendencia hacia la adopción de normas internacionales y los países que insisten en que se observen sus normas a nivel mundial enfrentan costos crecientes resultado del monitoreo y verificación.

La adopción de normas internacionales puede hacer más eficiente la administración del comercio internacional mediante la unificación de criterios en la materia y, además, disminuir los costos que requiere la concertación para hacer compatibles diferentes normas nacionales, y sobre todo darles seguimiento.

No todos los países están de acuerdo en el uso de normas internacionales. Las diferencias de opinión en cuanto a su uso y aplicación son evidentes en ciertas áreas, en especial las sanitarias y fitosanitarias, así como las relativas a la protección del ambiente.

Muchas naciones se niegan a adoptar normas sanitarias y fitosanitarias de carácter internacional argumentando que las condiciones climáticas y geográficas obligan a que cada país, incluso cada región, sea responsable de fijar sus propias normas en materia de sanidad y protección de la salud. Los problemas han sido particularmente delicados en relación con las diferencias en los criterios utilizados para determinar los límites de tolerancia de los residuos de pesticidas que se usan en la agricultura y que bloquean el comercio internacional de diversos productos agrícolas. Estas diferencias surgen debido a

los métodos para su determinación, la evidencia utilizada y las oscilaciones que resultan por cambios de temporada.

Algunas naciones defienden su derecho para imponer normas más estrictas que las internacionales para la protección de la salud e higiene de un país, o región con fines proteccionistas. Por ello, en las negociaciones internacionales sobre normas se ha abierto un capítulo especial sobre la discusión de medidas sanitarias y fitosanitarias y hasta la fecha, el resultado más importante ha sido la Propuesta de Texto Sobre Medidas Sanitarias y Fitosanitarias presentada al Grupo de Agricultura de la Ronda Uruguay, conocida también como el SPS.

La última versión del SPS establece el derecho de los países firmantes a adoptar las medidas sanitarias y fitosanitarias necesarias para proteger la salud y la vida de las personas y de los animales. Estas medidas, sustentadas en criterios científicos, no deberán aplicarse para discriminar de manera arbitraria o injustificable a países en que prevalezcan condiciones idénticas o similares, de modo que no constituyan restricciones encubiertas al comercio internacional.

Aún no se ha aprobado el texto final del SPS debido a la complejidad de las áreas que abarca, tales como armonización, transparencia, equivalencia, cooperación técnica y trato especial y diferenciado para ciertos países. El resultado de estas negociaciones tendrá repercusiones muy importantes ya que permitirá establecer uno de los marcos de referencia más completos para el manejo de las normas sanitarias y fitosanitarias existentes y para las negociaciones futuras.

El cuidado de la flora, fauna y del medio ambiente es otra de las áreas que, conforme ha ido ganando la atención de los gobiernos y de los diversos grupos privados, ha generado diversas opiniones sobre la adopción de normas internacionales. A diferencia de las normas sanitarias y fitosanitarias, las ambientales se han internacionalizado principalmente a causa de la presión ejercida por organizaciones ecologistas privadas, quienes han formado poderosos grupos de presión a nivel mundial y por la participación de un número creciente de instituciones internacionales y gubernamentales.

Sin embargo, se observa que con mayor frecuencia se imponen normas que obstaculizan el comercio internacional con el argumento de proteger al medio ambiente. Cada país es responsable de la protección y el uso adecuado de sus recursos naturales, sin merma de su autonomía, pero la protección del medio ambiente se ha convertido en la actualidad en una preocupación de la opinión pública mundial, así como de los gobiernos, por lo cual la elaboración y aplicación de normas ambientales debe estar sujeta a la consulta y concertación que caracteriza la adopción de otras normas internacionales.

Difficultades para el cumplimiento de las normas

Uno de los problemas más comunes a los que se enfrentan productores y exportadores consiste en la disparidad de los criterios utilizados para la aplicación de una misma norma por parte de distintas autoridades (federales o estatales) con jurisdicción sobre la misma área geográfica, lo que crea barreras al comercio. Por ejemplo, una norma federal indica un límite máximo de contaminantes emitidos por fuentes móviles, pero pueden existir normas locales que marquen otros límites. Esta disparidad también se manifiesta, en ocasiones, entre un estado y otro del país.

El cumplimiento de las normas se vuelve más complejo cuando además de las instituciones públicas existen organismos privados con facultades para expedirlas. Por ello, los productores enfrentan requisitos que no necesariamente son congruentes y las contradicciones se vuelven más evidentes durante el proceso de validación de las normas.

Finalmente, la diversidad de fuentes y del número de normas ocasiona que los productores no siempre las conozcan. La falta de información sobre las normas y sobre sus procesos de validación constituye una de las barreras no arancelarias más comunes.

Sistemas de Normas en México, Canadá y Estados Unidos

En México y en Canadá, básicamente, es el gobierno quien emite las normas, mientras que en Estados Unidos lo hacen tanto el gobierno como instituciones privadas.

NORMAS MEXICANAS

El sistema mexicano de normalización se encuentra regulado por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de enero de 1988. Este ordenamiento constituye el fundamento jurídico para la expedición de Normas Oficiales Mexicanas (NOMs), las cuales pueden ser de carácter obligatorio o voluntario.

Entre los objetivos del sistema mexicano de normalización está el incrementar la calidad de los productos y servicios nacionales; estimular la concurrencia del sector privado, público, científico y de consumidores en la elaboración y observancia de todos los aspectos relacionados con las NOMs; determinar las normas de carácter obligatorio y la forma en que se acreditará el cumplimiento de las mismas, así como el desarrollo de los recursos humanos especializados para lograr estos fines.

La LFMN establece el Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Prueba (SINALP), que autoriza o acredita laboratorios que cuenten con equipo y personal técnico calificado, para que presenten servicios relacionados con la normalización, particularmente los inherentes al control de calidad. Además, instituye la Comisión Nacional de Normalización para coadyuvar en la política de normalización y coordinar las actividades que en esta materia corresponda realizar a las distintas dependencias de la administración pública federal.

La LFMN también regula las actividades de la Comisión Nacional de Normalización y de los Comités Consultivos Nacionales de Normalización, quienes coadyuvan a la creación de normas y ala administración del sistema nacional de normalización.

Comisión Nacional de Normalización

La Comisión Nacional de Normalización establece las NOMs y los mecanismos de coordinación entre las dependencias públicas y privadas para la elaboración, difusión y el cumplimiento de las NOMs, así como los referentes a la solución de las discrepancias que puedan presentarse en los trabajos de los Comités Consultivos Nacionales de Normalización.

La Comisión Nacional de Normalización está presidida por alguno de los subsecretarios de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, según el área de competencia, y está integrada por representantes de las Secretarías de Energía, Minas e Industria Paraestatal, de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de Comunicaciones y Transportes, de Desarrollo Urbano y Ecología, de Pesca, de Educación Pública, de Trabajo y Previsión Social, y de la Defensa Nacional.

Asimismo, participan representantes de la Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior, de la Confederación Nacional de Cámaras Industriales de la República Mexicana, de la Confederación Nacional de Cámaras de Comercio y de la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación. Igualmente forman parte de la Comisión, los directores generales del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, de los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial, del Centro Nacional de Metrología, del Instituto Nacional del Consumidor, del Instituto Nacional de la Pesca y de otros institutos de investigación que se considere pertinente.

Comités Consultivos Nacionales de Normalización

Los Comités Consultivos Nacionales de Normalización se constituyen por ramas específicas en función del objeto a normalizar, ya sea por petición de la SECOFI, o a solicitud de las dependencias o de los sectores interesados.

Existen 44 Comités Consultivos Nacionales de Normalización, que están integrados por personal técnico representativo de las dependencias del Ejecutivo Federal, de las organizaciones de productores, de prestadores de servicios, así como de comerciantes, de consumidores y de personal académico.

En el sistema mexicano de normalización existen principalmente dos tipos de normas, las oficiales y las técnicas.

Normas Oficiales Mexicanas (NOMs)

Estas normas son expedidas por la SECOFI con base en los proyectos presentados por alguno de los 44 Comités Consultivos de Normalización. En caso de que el interés público lo requiere, SECOFI puede expedir una NOM sin que exista un proyecto previo.

Existe actualmente cerca de cinco mil NOMs que incluyen las de cumplimiento obligatorio y las de carácter voluntario.

Las NOMs de cumplimiento obligatorio son todas aquellas que se publican en el Diario Oficial de la Federación, con la declaratoria expresa de su obligatoriedad y de su fundamento legal. Estas NOMs regulan los instrumentos par medir, patrones de medida y

sus métodos de calibración y medición; métodos de prueba para fines de comprobación oficial; términos, expresiones, abreviaturas, símbolos, diagramas o dibujos que deberán emplearse en el lenguaje oficial, industrial y comercial; tallas de prendas de vestir y calzado; productos o servicios en los que se requiera el cumplimiento obligatorio de normas oficiales de conformidad con otras disposiciones legales; productos utilizados como materia prima o partes para la fabricación o ensamble de productos finales sujetos al cumplimiento de norma obligatoria; procesos, productos y servicios de los que depende la seguridad o la salud de las personas o que, formando parte de aparatos, maquinaria, vehículos o instalaciones, deban de reunir determinadas especificaciones para garantizar la seguridad; equipo para el uso y manejo de gases utilizados como energéticos, en medicina o en usos industriales, así como los recipientes para almacenarlos, tuberías para conducirlos y sus conexiones, los instrumentos para aprovecharlos; materiales, dispositivos, maquinaria y aparatos destinados a la generación, conducción, transformación, abastecimiento y utilización de energía eléctrica; productos y procesos que por su contenido, uso u operación, puedan causar contaminación en términos de las disposiciones legales aplicables.

Existen además, algunas NOMs que en un momento determinado puede ser obligatorias como aquellas que regulan materias relativas a productos alimenticios, bebidas de cualquier naturaleza, que directa o indirectamente sean para consumo humano, así como sus envases, empaques o envolturas; productos y servicio de exportación, cuando se requiera establecer determinadas especificaciones para la concurrencia y permanencia de los mismos en mercados externos; procesos, productos y servicios que utilicen energéticos y recursos naturales respecto de los cuales deba evitarse el despido, o en general, cuando lo requiera el interés público; otros procesos, productos y servicios cuando lo soliciten fabricantes, prestadores de servicios, comerciantes o consumidores; descripción de emblemas o símbolos para denotar que un producto ha sido obtenido, elaborado, producido o fabricado en el país y productos y servicios de cualquier clase cuando lo requiera el interés público.

Las NOMs de aplicación voluntaria también son expedidas por SECOFI y se publican en el Diario Oficial de la Federación.

Normas Técnicas

Las normas técnicas son aquellas expedidas por las distintas dependencias del Ejecutivo Federal, además de SECOFI, con fundamento en la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. Todas estas normas tienen un carácter obligatorio.

NORMAS CANADIENSES

En Canadá, las normas pueden ser emitidas por instituciones privadas de normalización o por el gobierno. El Consejo de Normas de Canadá fue creado en 1970 con el objetivo de fomentar las actividades privadas de normalización. Su tarea es ayudar al gobierno federal, brindar asistencia a los industriales, representar las actividades de los organismos privados de normalización y delimitar las políticas y procedimientos para el desarrollo de Normas Nacionales del Canadá.

En 1973, el Consejo de Normas de Canadá creó el Sistema nacional de Normas, que es una Federación que agrupa a organizaciones de normalización acreditadas ante el Consejo de Normas de Canadá. Actualmente, son cinco las organizaciones de normalización que cuentan con esta acreditación y que hacia finales de 1988, habían expedido cerca de 6,500 normas. Esta organizaciones son:

- Oficina de normalización de Quebec
- Asociación Canadiense de Gas
- Consejo General Canadiense de Normas
- Asociación Canadiense de Normas
- Laboratorios de Certificación de Canadá

El Departamento de Relaciones Exteriores de Canadá es responsable de la aplicación de las disposiciones del GATT y de coordinar las actividades del Consejo de Normas de Canadá relacionadas con la operación del centro de información, según lo disponen los compromisos adquiridos con el GATT en materia de normalización. Además, el Departamento administra un Comité sobre Política de Normas encargado de la preparación, adopción o aplicación de regulaciones técnicas, normas o sistemas de certificación.

Hasta finales de 1990, se habían registrado 1,389 Normas Nacionales, relacionadas con una amplia gama de campos de la actividad productiva, destacando entre ellos los siguientes: gas natural licuado, diseño estructural de cristales para edificios y la instalación de sistemas para protección en contra de incendios.

Actualmente el Sistema Nacional de Normalización de Canadá cuenta con 66 laboratorios acreditados, de los cuales 15 obtuvieron su acreditamiento durante 1990 a raíz del incremento en el comercio con los Estados Unidos, resultado del Acuerdo firmado entre los dos países.

Canadá ha expresado su apoyo, en diversos foros internacionales, al uso de normas internacionales. Es a la vez un activo participante en organizaciones internacionales de normalización, entre las cuales cabe mencionar:

- Comisión del Codex Alimentario
- Organización Internacional de Normalización (ISO)
- Comisión Internacional Electrotécnica (IEC)

NORMAS ESTADOUNIDENSES

En los Estados Unidos las normas pueden ser emitidas tanto por dependencias gubernamentales como por organizaciones no gubernamentales. La Oficina del Representante Comercial de los Estados Unidos (USTR) es el enlace entre los organismos de ese país con otros gobiernos en asuntos relacionados con normas y regulaciones técnicas. También representa al gobierno estadounidense en las reuniones del Comité de Obstáculos Técnicos al Comercio del GATT.

El USTR preside el subcomité de normas del Comité de Política Comercial. Este subcomité incluye a los Departamentos de Agricultura, Comercio, Trabajo, Estado, Justicia y Tesoro, y además a las agencias reguladoras, tales como la Oficina de Alimentos y Drogas que depende del Departamento de Salud y Servicios Humanos, la Agencia para la Protección del Medio Ambiente, la Comisión para la revisión de la Salud y Seguridad Laboral y la Comisión para la Protección de la Seguridad del Consumidor.

El USTR incluye el punto de vista de los organismos privados a través de las opiniones del Comité Asesor Funcional de la Industria Número dos (IFAC-2), organismo específico para el área de normas. El IFAC para normas fue creado, junto con otros 19 comités similares, por disposición presidencial en 1974, con el fin de asesorar al Representante Comercial estadounidense con el punto de vista del sector industrial en diversos foros internacionales. Este comité ha tenido una participación muy activa en relación a las propuestas estadounidenses en la Ronda Uruguay.

Por su parte, el Acta de Acuerdos Comerciales de 1979 designó al Departamento de Comercio (DOC) como responsable del manejo del centro de información sobre normas. Asimismo, el DOC tiene bajo su jurisdicción al Instituto Nacional de Normas y Tecnología (NIST), organismo federal encargado de diversos aspectos en materia de normalización. El NIST administra la Oficina para Normas e Industria, el Instituto de Ciencias para Materiales, el Laboratorio Nacional de Computadoras y Telecomunicaciones y el Laboratorio Nacional de Ingeniería.

Actualmente, los Estados Unidos tienen registradas alrededor de 80,000 normas, que incluye las obligatorias y las voluntarias, así como las de origen gubernamental y privado.

El 45 por ciento de las normas existentes en los Estados Unidos han sido elaboradas por más de 400 organizaciones privadas de normalización, lo cual proporciona una idea de la importancia de estos organismos en las actividades de normalización. Cabe hacer notar que la gran mayoría de las normas privadas han sido publicadas por diez organizaciones:

- Instituto Nacional Americano de Normas (ANSI)
- Asociación Americana de Carreteras Estatales y Oficiales de Transporte (AASHTO)
- Asociación Americana de Ferrocarriles (ARR)
- Asociación de Analistas Químicos Oficiales (AOAC)
- Asociación de Cosméticos, Productos de uso personal y Fragancias (CTFA)
- Asociación de la Industria Aeroespacial (AIA)
- Instituto Americano del Petróleo (API)
- Farmacopea de los Estados Unidos
- Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME)
- Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM)

Destaca entre las organizaciones arriba mencionadas, el Instituto Nacional Americano de Normas por ser una organización "paraguas" que representa a cerca de 250 organizaciones de normalización.

Objetivos de la negociación

La negociación del Tratado Trilateral de Libre Comercio entre México, Canadá y los Estados Unidos (TLC) ofrece el foro ideal para revisar las diferencias existentes entre las normas de los tres países y desarrollar los mecanismos que permitan disminuirlas, así como para crear mecanismos que eliminen la aplicación injusta de ciertas normas, que han sido impuestas de manera arbitraria.

Para México el principio fundamental es que las normas no constituyan barreras a la actividad comercial. México sostiene, también, que las normas y regulaciones técnicas que se emitan, se fundamenten en principios y criterios científicos generalmente aceptados a nivel internacional.

A la vez, nuestro país busca elevar los niveles de calidad de sus productos y servicios mediante el fortalecimiento de un sistema de normalización, así como mejorar sus sistemas de notificación e información sobre las normas existentes, a través de la creación de un centro de información y consulta que ofrezca a los productores, consumidores y exportadores información sobre las normas existentes en el mercado de América del Norte.

Como resultado de las negociaciones, México busca reducir las diferencias, principalmente en los sistemas de prueba y certificación, aprovechando los ofrecimientos hechos por Canadá y los Estados Unidos.

Evolución y Situación Actual de la Negociación

Hasta la primera quincena de octubre se habían celebrado cuatro reuniones del Grupo General de Normas. La primera de ellas se efectuó el 27 de junio en la ciudad de Ottawa, la segunda los días 24 y 25 de julio en la ciudad de México, la tercera el 27 de agosto en la ciudad de Washington y la última el 8 de octubre en la ciudad de Ottawa.

A lo largo de esas cuatro reuniones se han sentado las bases para discutir los principios rectores que orienten las discusiones y que permitan la elaboración de normas en el futuro, el uso de textos internacionales y la identificación de áreas de interés común, así como de la inclusión de temas de interés particular para cada delegación.

El Grupo General se subdividió en tres subgrupos de trabajo con el fin de facilitar la discusión y análisis de los distintos temas. La negociación técnica quedó asignada a estos subgrupos, mientras que el Grupo General tiene el mandato de establecer los principios y lineamientos generales que rijan las negociaciones; tomar las decisiones pertinentes cuando el análisis en los subgrupos hayan madurado y analizar y discutir algunos temas que por su carácter atañen a los tres subgrupos:

Subgrupo A: Normas sanitarias y fitosanitarias

Este subgrupo analiza las normas y regulaciones técnicas sanitarias y fitosanitarias relacionadas con la agricultura, pesqueras y recursos forestales. Entre los asuntos se incluyen: sanidad animal, sanidad vegetal, residuos de pesticidas y el etiquetado de los alimentos, en lo referente a su sanidad.

Subgrupo B: Salud y protección del medio ambiente

En éste se estudian las normas y regulaciones técnicas sanitarias y fitosanitarias de los productos no cubiertos por el subgrupo A. Se discuten normas ambientales siempre y cuando éstas tengan un efecto directo sobre los productos comerciales, pero no se analizarán normas relacionadas con los procesos productivos "perse". Entre los temas que se han abordado están: productos farmacéuticos y pesticidas, emisiones de fuentes móviles, cosméticos y el etiquetado de los productos ya citados.

LA NORMALIZACIÓN EN EL GATT Y EL TLCAN

Internacionalmente existen dos documentos suscritos por México que en relación a la normalización y certificación forman parte integral del marco jurídico mexicano en la materia. Estos dos documentos son el Código sobre Obstáculos Técnicos al comercio del GATT y el Capítulo IX del TLCAN.

A. TBT DEL GATT

El GATT, cuyas siglas significan en español, Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio, es un acuerdo multilateral de cooperación comercial, tendiente a facilitar el tránsito e intercambio de mercancías de un país a otro. Así pues, es un foro de negociación, un marco normativo que orienta las políticas comerciales de sus miembros, y una Instancia de solución de controversias y conflictos comerciales entre sus miembros.

Esta fundamentado en los siguientes principios, vigentes actualmente en toda negociación de carácter comercial.

1. **Cláusula de la nación más favorecida.** Se supone que toda concesión tarifaria o privilegio mercantil que un país otorgue a otro miembro del Acuerdo, sobre productos o líneas de productos originarios, se hace extensiva ipso facto al resto de la comunidad del GATT, sin necesidad de negociación posterior.
2. **Reciprocidad.** Cada concesión o beneficio que algún miembro logra en el esquema comercial del Acuerdo debe ser compensado de alguna forma por el país beneficiario.
3. **No discriminación.** Nadie puede utilizar represalias comerciales por razones raciales, políticas o religiosas.
4. **Igualdad de los Estados.** Todos los Estados tienen el mismo status al margen de su poderío económico, lo que se traduce en la siguiente consigna: "un país, un voto".
5. **Aranceles y tarifas.** Se considera que los impuestos a la importación deben ser reducidos gradual y paulatinamente, salvo excepciones especialmente previstas.

6. **Cláusula de tratamiento nacional:** Previo pago de impuestos y cumplimiento de los requerimientos de importación, las mercancías deben circular libremente por los territorios, sin importar su origen o procedencia.

Se compone de un Protocolo de Adhesión, el cual es un documento que recoge las salvaguardas y reservas que cada gobierno negocia con las partes contratantes.

Asimismo, el Acuerdo se compone de varios compromisos, los cuales se materializan en la obligación de suscribir varios Códigos de Conducta que, aprobados en la Ronda de Tokio del Acuerdo General en 1979, regulan y disciplinan sectores específicos de los intercambios comerciales, conformando instrumentos internacionales autónomos tipificados como verdaderos tratados internacionales.

De esta manera, al ingresar México al GATT, en 1986, adquirió el compromiso de firmar y suscribir los Acuerdos reguladores del comercio, entre los que se cuentan los siguientes: Acuerdo sobre Procedimientos para el Trámite de Licencias de Importación, Código de Valoración Aduanera, Código de Subvenciones y Derechos Compensatorios, y el Código sobre Obstáculos Técnicos al Comercio, entre otros.

Cabe aclarar que México ha signado todos los Acuerdos anteriores, a excepción del Código de Subvenciones y Derechos Compensatorios.

- El Código sobre Obstáculos Técnicos al Comercio, regula todo lo concerniente a la Normalización y procesos de certificación, y es, por tanto, la pauta internacional en nuestra materia.
- El mencionado Código fue suscrito por México ad referendum el 24 de julio de 1987 y su decreto aprobatorio por el Senado fue dado a conocer el 4 de diciembre del mismo año, dando paso a una legislación sobre Metrología y Normalización más moderna, la cual, debido al vertiginoso cambio en los procesos comerciales, fue abrogada por la actual Ley, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1º de julio de 1992.
- Además de nuestro país, este Código ha sido suscrito por Alemania, Argentina, Austria, Bélgica, Brasil, Canadá, Comunidad Económica Europea, Corea, Chile, Dinamarca, Egipto, España, Estados Unidos, Filipinas, Finlandia, Francia, Grecia, Hong Kong, Hungría, India, Irlanda, Italia, Japón, Luxemburgo, Nueva Zelanda, Noruega, Países Bajos, Paquistán, Portugal, Reino Unido, República Checa, República Eslovaca, Rumania, Ruanda, Singapur, Suecia, Suiza, Túnez y Yugoslavia.

El objeto de este Código es alentar la elaboración de reglamentos técnicos y sistemas internacionales de certificación, como el medio adecuado para aumentar la eficacia de la producción y facilitar el comercio internacional, evitando la creación de obstáculos técnicos al comercio.

1. No discriminación
2. Eliminación de obstáculos injustificados
3. Trato nacional
4. Notificación previa
5. Equidad de los derechos
6. Sencillez y transparencia
7. Confidencialidad
8. Autocertificación
9. Publicidad

Además, en los casos en que se exija una declaración positiva de que los productos están en conformidad con los reglamentos técnicos o las normas, las partes velarán por que las instituciones del gobierno central apliquen a los productos originarios de los territorios de otras partes las siguientes disposiciones.

1. Se permitirá el acceso a los proveedores en condiciones no menos favorables que a los nacionales.
2. No se elaboraran, adoptarán o aplicarán procedimientos de evaluación de la conformidad que creen obstáculos innecesarios al comercio.
3. Los productos importados se admitirán a prueba en condiciones que no sean menos favorables que las aplicadas a productos similares, nacionales o importados, en una situación comparable.
4. Los métodos de prueba y procedimientos administrativos serán iguales a los aplicados a productos similares de origen nacional, sin ser más complejos, ni menos rápidos, y en un orden no menos favorables.
5. Los derechos que eventualmente se impongan por la prueba de los productos importados serán equitativos en comparación con los que se perciban por la prueba de productos similares de origen nacional.
6. Los resultados serán comunicados al exportador o a su agente a fin de que se puedan aplicar las medidas correctoras en su caso. Además, se deberán dar a conocer los periodos normales del procedimiento.
7. El emplazamiento de las instalaciones de prueba y los procedimientos para la toma de muestras destinadas a la prueba, no habrán de causar molestias innecesarias ni a los importadores, ni a los exportadores, ni a los agentes.
8. Se respetará igualmente que en el caso de los productos de origen nacional, la Confidencialidad de las informaciones referentes a los productos importados.

Además el Acuerdo estipula claramente que en todos los casos en que sea pertinente, las partes definirán los reglamentos técnicos y las normas, más bien en función de las propiedades evidenciadas por el producto durante su empleo, que en función de su diseño o de sus características descriptivas. Es decir, tenderán a regular el contenido, no el continente.

Además, siempre que se modifiquen las especificaciones de un producto después de haberse declarado la conformidad, el procedimiento se limitará a lo necesario para determinarse si puede confiarse suficientemente que el producto siga ajustándose a los reglamentos técnicos o normas aplicables.

El Acuerdo insta a las partes para que celebren convenios de reconocimiento mutuo de sistemas de evaluación de la conformidad, basados en la mutua confianza.

Vale la pena mencionar, que este Cuadro cuenta con un mecanismo propio de solución de controversias, el cual iniciará cuando una parte considere que por la acción de otro u otras partes, un beneficio que le corresponda directa o indirectamente se ve anulado o menoscabado, o que la consecución de alguno de los objetivos del mismo e ve comprometida y que sus intereses se ven sensiblemente afectados.

B. TLCAN

El Capítulo IX del texto del Tratado de Libre Comercio para América del Norte, regula lo concerniente a las Medidas Relativas a la Normalización.

Los principios fundamentales de este Capítulo son los siguientes:

- a. Derecho de establecer los niveles de protección que se consideren adecuados.
- b. Trato nacional y cláusula de la nación más favorecida.
- c. Las medidas relativas a la normalización no deben constituirse en barreras técnicas al comercio.
- d. Uso y entendimiento de normas internacionales.
- e. Compatibilidad y equivalencia.

Este capítulo incluye las normas que se elaboren respecto a bienes o productos, procesos y métodos de producción, procesos y métodos de operación y servicios de telecomunicaciones y transporte terrestre. Por tanto, excluye las especificaciones de compras gubernamentales, las medidas sanitarias y fitosanitarias, y otro tipo de servicios.

El TLCAN define al Reglamento Técnico como el documento en el que se establecen las características de los bienes o procesos y métodos de producción conexos, o para servicios o métodos de operación conexos, incluidas las disposiciones administrativas

aplicables y cuya observancia es obligatoria. También puede incluir prescripciones en materia de terminología, símbolos, embalaje, marcado o etiquetado, aplicables a un bien, proceso o método de producción u operación o tratar exclusivamente de ellas.

Por su parte, la norma se entiende como un documento aprobado por una institución reconocida que establece para un uso común y repetido reglas, directrices o características para bienes o procesos y métodos de producción conexos o para servicios y métodos de operación conexos y cuya observancia es obligatoria. También puede incluir prescripciones en materia de terminología, símbolos, embalaje, marcado o etiquetado, aplicables aun bien, proceso o método de producción u operación o tratar exclusivamente de ellas.

Se considera que una medida, ya sea reglamento técnico o norma, no crea obstáculos técnicos al comercio cuando su finalidad demostrable sea lograr un objetivo legítimo y que tal medida no funcione de manera que excluya bienes de otra parte que cumplan con ese objetivo legítimo.

El Artículo 915 entiende como objetivo legítimo los siguientes: seguridad; protección de la vida o salud humana, animal y vegetal, del medio y de los consumidores, incluyendo asuntos relativos a la calidad e identidad de bienes o servicios; y, el desarrollo sostenible, considerando entre otros aspectos, factores fundamentales de tipo climático, geográfico, tecnológico o de infraestructura o justificación científica, pero no incluye la protección a la producción nacional.

Por otro lado, el TLCAN incorpora una figura muy novedosa a nivel internacional, más no para México. Se trata del estudio denominado "Evaluación de Riesgo", el cual se realiza con motivo de la elaboración de reglamentos técnicos, y que deberá tomar en cuenta, entre otros factores, los siguientes: la evidencia científica, el uso final previsto, los procesos o métodos de prueba de producción, de operación, de inspección o de muestreo y las condiciones ambientales.

Con respecto a la certificación, conocida internacionalmente como "Evaluación de la Conformidad", en el TLCAN incluye dos procedimientos: el de evaluación de la conformidad y el de aprobación.

1. **Procedimiento de evaluación de la conformidad.-** Es cualquier procedimiento utilizado directa o indirectamente para determinar que los reglamentos técnicos o normas pertinentes se cumplan, incluidos el muestreo de pruebas; inspección, evaluación, verificación, seguimiento, auditoría, aseguramiento de la conformidad, acreditación, registro o aprobación, empleados con tales propósitos, pero no significa un procedimiento de aprobación.

2. **Procedimiento de aprobación.-** Es el registro, notificación o cualquier otro procedimiento administrativo obligatorio para la obtención de un permiso con el fin de que un objeto o servicio sea producido, comercializado o utilizado para fines definidos, conforme a condiciones establecidas.

Las partes tienen el deber mandatorio de acreditar, aprobar, otorgar licencias o reconocer de cualquier forma a los organismos de evaluación de la conformidad en territorio de otra parte, en condiciones menos favorables que las otorgadas a esos organismos en su territorio.

México se reserva la aplicación de esta disposición por un lapso de cuatro años, salvo en lo referente a los órganos gubernamentales de evaluación de la conformidad.

Los principios rectores de la evaluación de la conformidad en el TLCAN son los siguientes:

1. Los procedimientos no serán más estrictos que los empleados para sus propios productos, y solamente constituirán métodos claros y precisos para la constatación de que el bien o servicio cumple con el reglamento técnico.
2. Los procedimientos deberán ser lo más expeditos posible.
3. El trámite se llevará a cabo según se presenten las solicitudes, sin discriminación de ningún tipo.
4. Se hará de conocimiento público la duración normal de los trámites, o lo hará del conocimiento del solicitante a petición suya.
5. El órgano competente de tramitar el procedimiento deberá verificar que la solicitud presentada esté completa en cuanto al contenido y los documentos pertinentes que deben presentarse, comunicando al solicitante el estado que guarda su solicitud y el resultado de las evaluaciones de manera precisa y completa. Cuando la solicitud sea deficiente, si así lo requiere el peticionario, se deberá continuar con el procedimiento hasta donde sea posible.
6. Se limitará la información que el solicitante deba presentar a la necesaria para llevar a cabo el procedimiento y para fijar los cargos pertinentes.
7. Se deberá otorgar el carácter de Confidencialidad a la información que presente el solicitante.
8. Los cargos por el procedimiento deberán ser equitativos.
9. La ubicación de las instalaciones en donde se lleve a cabo el procedimiento no deberá causar molestias innecesarias al solicitante o a su representante.

10. Se limitará el procedimiento de certificación de un bien o servicio que haya sido modificado con posterioridad, a lo necesario para certificar que se sigue cumpliendo con el reglamento técnico o norma.
11. Se limitará a lo razonable cualquier requisito relativo a muestras de un bien y se asegurará que la selección de las mismas no cause molestias innecesarias al solicitante o a su representante.

Para la aplicación de este documento, se crea un Comité de Medidas Relativas a la Normalización, el cual facilitará el proceso de compatibilidad de normas de los tres países, fungiendo como un foro de consulta. Además, fortalecerá la cooperación el desarrollo, aplicación y cumplimiento de estas medidas y tomará en consideración los acontecimientos sobre medidas relativas a la normalización a nivel gubernamental, regional y multilateral, incluidas las del GATT.

Este comité tiene facultades para crear diferentes subcomités, según sean las necesidades de trabajo. Sin embargo, los anexos del Capítulo IX de este documento señalan la obligación expresa de crear cuatro subcomités trinacionales sobre el transporte terrestre, telecomunicaciones, normas automotrices y etiquetado de bienes textiles y del vestido.

Igual que en el GATT existe la obligación de los tres países de notificar las medidas que sean adoptadas. Sin embargo, para el TLCAN se deberán notificar todas las regulaciones técnicas, y las normas cuando difieran de normas internacionales, no se sustenten en las mismas o afecten sensiblemente el comercio internacional.

CONCLUSIONES

Las disposiciones del TLCAN son simples medidas tendientes a facilitar el comercio entre las partes contratantes. Por tanto, no se deben entender como la solución a todos los problemas que existen en la región en materia de normalización y certificación.

Su contenido tampoco deberá ser comparado con las reglamentaciones a este respecto de la Unión Europea, ya que se trata de la conformación de zonas totalmente diferentes entre sí.

Por tanto, se debe entender el contenido y alcance de este documento como un importante avance en la compatibilidad de las regulaciones técnicas, normas y procedimientos de evaluación de la conformidad.

III. MOTORES DE INDUCCIÓN DE CORRIENTE ALTERNA

1. OBJETIVOS Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma tiene por objeto establecer las características y los métodos de prueba aplicables a motores de inducción, del tipo de rotor en corto o de jaula, en potencias desde 0.062 kW (1/12 Caballo de Potencia).

2. REFERENCIAS

En la aplicación de esta norma es necesario consultar las siguientes Normas Oficiales Mexicanas, vigentes:

NMX-J-098	Tensiones Normalizadas
NMX-J-153	Clasificación de Materiales Aislantes
NMX-J-226	Motores de Inducción de Tipo Rotor en Circuito Corto o de Jaula hasta 37.5 W de Polos Sombreados de Capacitor Permanente Conectado y Universales hasta 750 W.
NMX-J-262	Motores Eléctricos a prueba de Explosión para Usarse en Lugares que Contengan Atmósferas Peligrosas, Clase II Grupos E, F y G
NMX-J-283	Motores Eléctricos a Prueba de Explosión para Usarse en Lugares que Contengan Atmósferas Peligrosas, Clase I Grupos C y D
NOM-Z-001	Sistema General de Unidades de Medida Sistema Internacional de Unidades
NOM-Z-12/1	Muestreo para la Inspección por Atributos

Sección I: DEFINICIÓN DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA

I.1 Términos generales

- I.1.1 Motor Eléctrico**
Máquina para convertir energía eléctrica en mecánica.
- I.1.2 Motor de Inducción**
Es un motor eléctrico, en el cual solamente una parte, el rotor o el estator, se conecta a la fuente de energía y la otra trabaja por inducción electromagnética.
- I.1.3 Motores Monofásicos y Trifásicos**
Son motores que utilizan para su operación energía eléctrica de corriente alterna, monofásica y trifásica, respectivamente.
- I.1.4 Motor con Rotor en Circuito Corto o de Jaula**
Es un motor de inducción en el cual el circuito secundario está formado por barras permanente cerradas en circuito corto, por medio de anillos en sus extremos, dando la apariencia de una jaula.
- I.1.5 Motor de Uso General**
Es aquel cuyas características completas cumplen con esta norma.
- I.1.6 Motor para Aplicación Especial**
Es un motor que en general cumple con esta norma, pero tiene una o más características especiales, no consideradas en esta norma.
- I.1.7 Motor Integral**
Motor cuya potencia es igual o mayor a 0.746 kW (1 CP) a carga plena.
- I.1.8 Motor Fraccionario**
Motor cuya potencia es menor de 0.746 kW (1 CP) a carga plena, pero mayor de 0.0373 kW (1/20 CP).
- I.1.9 Motor Polifásico**
Los motores polifásicos de corriente alterna son de inducción jaula de ardilla, de inducción con rotor devanado y síncronos.

I.2 Motores trifásicos integrales.

- I.2.1 Motor Diseño "A"**
Motor trifásico que soporta la tensión nominal durante el arranque y desarrolla el par de arranque especificado en la tabla 4, y un par máximo según 5.1.11, con una corriente de arranque que excede los valores de la tabla 7, y teniendo un deslizamiento a carga plena, igual o menor al 5%.
- I.2.2 Motor Diseño "B"**
Motor trifásico que soporta la tensión nominal durante el arranque y desarrolla el par de arranque especificado en la tabla 5, y un par máximo según la tabla 11, con una corriente de arranque que no exceda los valores de la tabla 8, teniendo un deslizamiento a carga plena, igual o menor al 5%.
- I.2.3 Motor Diseño "C"**
Motor trifásico que soporta la tensión nominal durante el arranque y desarrolla un par de arranque especial para aplicaciones de alto par de arranque, según los valores de la tabla 6; su corriente de arranque no debe exceder los valores mostrados en la tabla 8, así como su par máximo debe ser según los valores de la tabla 12, con un deslizamiento a carga plena, igual o menor al 5%.
- I.2.4 Motor Diseño "D"**
Motor trifásico que soporta la tensión nominal durante el arranque y desarrolla un par de arranque no menor de 275% del par a carga plena, con una corriente de arranque que no exceda los valores de la tabla 8 y con un deslizamiento a carga plena, como sigue:
- Diseño 1D del 5 al 8%
 - Diseño 2D del 8 al 13%
 - Diseño 3D mayor del 13%
- I.2.5 Motor diseño "F"**
Motor trifásico que soporta y desarrolla un par de arranque no menor de 125% del par a carga plena con un par máximo según la tabla 11, y con una corriente de arranque que exceda los valores de la tabla 8, con un deslizamiento a carga plena, igual o menor al 5%

1.3 Motores monofásicos

- 1.3.1 Motor Diseño "N"**
Motor monofásico fraccionario, diseñado para arrancar con la tensión nominal, y con una corriente e arranque que no exceda los valores de la tabla 7.
- 1.3.2 Motor Diseño "O"**
Motor monofásico fraccionario, diseñado para arrancar con la tensión nominal y con una corriente de arranque que no se exceda los valores de la tabla 7.
- 1.3.3 Motor Diseño "L"**
Motor monofásico integral, para arrancar con la tensión nominal y desarrollar un par máximo de acuerdo con las tablas 9 y 10, con una corriente de arranque que no exceda a los valores de tabla 7.
- 1.3.4 Motor Diseño "M"**
Motor monofásico integral, para arrancar a tensión nominal y desarrollar un par máximo según las tablas 9 y 10. Con una corriente de arranque que no exceda a los valores de la tabla 7.
- 1.3.5 Motor de Fase Dividida**
Motor monofásico que incorpora una bobina auxiliar, desfasada en su posición magnética, con respecto a la bobina principal, y conectada en paralelo con ella. (A menos que se especifique en otra forma, el circuito auxiliar se desconecta cuando el motor tiene una velocidad predeterminada. Este motor no usa ninguna otra impedancia, fuera de las de sus embobinados).
- 1.3.6 Motor de Arranque por Resistencia.**
Motor monofásico de fase dividida, con una resistencia conectada en serie con la bobina auxiliar. El circuito auxiliar se desconecta cuando el motor ha obtenido una velocidad predeterminada.
- 1.3.7 Motor con Capacitador**
Motor monofásico cuya bobina principal se conecta directamente a la fuente de energía y su bobina auxiliar se conecta en serie con un capacitor. Existen 3 tipos de motor con capacitor, los cuales son:
- 1.3.7.1 Motor de arranque por Capacitor**
Motor monofásico en el cual el capacitor permanece conectado al circuito, únicamente durante el arranque.

- 1.3.7.2 Motor con Capacitor Permanentemente Conectado**
Motor monofásico con el mismo valor de capacitancia tanto durante el arranque, como durante el trabajo.
- 1.3.7.3 Motor con dos Capacitores**
Motor monofásico con dos capacitores conectados durante el arranque y solo uno de ellos permaneciendo conectado, durante la operación normal. (No se incluye en esta norma).

1.4 Motores abiertos

- 1.4.1 Motor Abierto**
Motor que tiene aberturas para ventilación que permiten el paso del aire exterior de enfriamiento, sobre y a través del embobinado del motor.
- 1.4.2 Motor abierto a Prueba de Goteo**
Motor que tiene las aberturas de ventilación en tal forma que, gotas de un líquido o partículas sólidas que caigan sobre el motor a un ángulo no mayor de 15°, con respecto a la vertical, no puedan penetrar al interior motor, ya sea directamente o pegando en él y resbalando hacia adentro.
- 1.4.3 Motor abierto a Prueba de Salpicaduras**
Motor que tiene aberturas para ventilación en tal forma, que gotas de un líquido o partículas sólidas que caigan sobre él, a cualquier ángulo no mayor de 100° con respecto a la vertical, no puedan penetrar al interior del motor, ya sea directamente o pegando en él y resbalando hacia adentro.
- 1.4.4 Motor abierto con Guarnición**
Motor en el que todas las aberturas que dan acceso directo a partes vivas o rotatorias (excepto ejes lisos) están limitadas en tamaño por el diseño estructural de las partes o cubiertas de mallas o telas metálicas, o materiales equivalentes, con el objeto de prevenir un contacto accidental con dichas partes. Estas aberturas no pueden permitir el paso de una barra cilíndrica de 13 mm de diámetro, excepto cuando la distancia de protección a las partes vivas o rotativas es mayor de 100 mm, en cuyo caso no deben permitir el paso de una barra cilíndrica de 19 mm de diámetro.
- 1.4.5 Motor abierto Semiguarnecido**
Motor en el cual parte de las aberturas de ventilación, generalmente la mitad superior, están protegidas como se indica para el motor con guarnición.

- 1.4.6 Motor abierto a Prueba de Goteo, con Guarnición**
En aquel motor a prueba de goteo en el cual las aberturas de ventilación están protegidas, como se indica para el motor con guarnición (véase 3.23 y 3.25).
- 1.4.7 Motor abierto Protegido para Intemperie tipo I**
Motor con pasajes de ventilación que reduce a un mínimo la entrada de lluvia, nieve o partículas suspendidas en el aire, a las partes eléctricas del mismo. Su construcción es tal, que una barra cilíndrica de 19 mm de diámetro como máximo, no puede penetrar por los pasajes de ventilación.
- 1.4.8 Motor abierto Protegido para Intemperie tipo II**
Motor que además de tener lo indicado para el tipo I, sus ductos de ventilación tanto de entrada como de salida, están diseñados para que cuando el viento sopla a alta velocidad, estas corrientes, junto con las partículas de impureza, pueden ser conducidas al exterior a través de los pasajes de ventilación sin entrar a los conductos internos de ventilación que van directamente al sistema eléctrico del motor. La corriente de ventilación debe hacer, cuando menos, tres cambios bruscos en su dirección, ninguno de los cuales debe ser menor de 90°. Además, la velocidad de entrada del aire debe reducirse a un valor igual o menor a 183 m/min.

I.5 Motores cerrados

- I.5.1 Motor Totalmente Cerrado**
Es aquel cuya armazón impide el cambio libre de aire entre el interior y el exterior del motor, sin llegar a ser hermético.
- I.5.2 Motor Totalmente Cerrado, sin Ventilador**
Es aquel que no está equipado con medios mecánicos de enfriamiento externo.
- I.5.3 Motor Totalmente Cerrado, Enfriado por Ventilador**
Motor con uno o más ventiladores, formando parte integral de él pero externos al armazón, provistos con cubiertas.
- I.5.4 Motor a Prueba de Explosión Clase I (Gases o Vapores Inflamables o Explosivos)**
Motor totalmente cerrado, cuya armazón está diseñada y construida para soportar una explosión de gas o vapor especificados, que pueda ocurrir dentro de ella por diversas causas y para prevenir la ignición de gas o vapor que rodea al motor.

- I.5.5 Motor a Prueba de Explosión Clase II (Polvos Inflamables o Explosivos)**
Motor totalmente cerrado, cuya armazón está diseñada y construida para que los polvos o mezclas de polvo-aire inflamables presentes en la atmósfera ambiente, no penetren en su interior ni se inflamen o se quemem debido a su funcionamiento.
- I.5.6 Motor totalmente cerrado enfriado con intercambiador aire-aire**
Es un motor totalmente cerrado, enfriado por aire, que a su vez es enfriado en un intercambiador de calor con aire exterior.
- I.5.7 Motor totalmente cerrado, enfriado con intercambiador agua-aire**
Es un motor totalmente cerrado, enfriado por aire, que a su vez es enfriado por agua a través de un intercambiador de calor.
- I.5.8 Motor a Prueba de Agua**
Motor totalmente cerrado, construido en tal forma que un chorro de agua no haga contacto con su lubricante, chumaceras o embobinados.

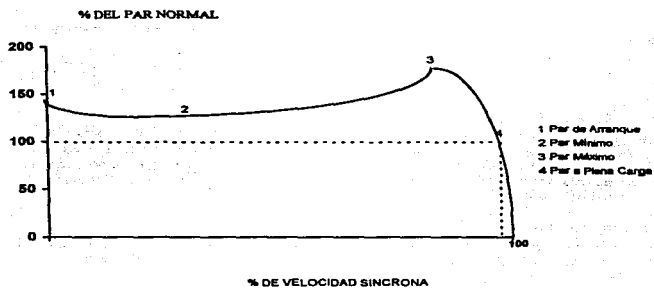
I.6 Características mecánicas y eléctricas

- I.6.1 Potencia Nominal de un Motor**
Es la potencia que puede entregar el motor en su flecha, bajo características de tensión, frecuencia, velocidad, corriente y temperatura nominales, de acuerdo con los datos especificados en la placa.
- I.6.2 Eficiencia**
La eficiencia es la relación entre la potencia útil en la flecha del motor y la potencia recibida de la línea. Generalmente se expresa en porciento y se puede formular por una de las siguientes relaciones:
- a) $(\text{Potencia de salida} / \text{potencia de entrada}) \times 100.$
 - b) $(\text{Potencia de entrada} - \text{pérdidas}) / \text{potencia de entrada} \times 100.$
 - c) $(\text{Potencia de salida} / (\text{potencia de salida} + \text{pérdidas}) \times 100.$
- I.6.3 Factor de Potencia**
El factor de potencia de un motor de corriente alterna se define como la relación entre la potencia activa en wats y la potencia aparente en volts-amperes.

- 1.6.4 Factor de Servicio**
Es un factor que aplicado a la potencia nominal indica la sobrecarga máxima permisible, que puede soportar el motor sin que exceda las elevaciones de temperatura del aislamiento (correspondiente al factor de servicio) especificado en la placa.
- 1.6.5 Par a Carga Plena**
El par a carga plena de un motor, es el necesario para producir la potencia nominal a su velocidad especificada en la placa. Véase figura 1.
- 1.6.6 Par de Arranque (Rotor Bloqueado)**
Es el par que desarrolla un motor al arrancar y corresponde al menor par medido con el rotor frenado a velocidad cero, para varias posiciones angulares del mismo, aplicando tensión y frecuencia nominales a no menos de 293.15 K (20° C) y no más de 308.15 K (35° C) en sus embobinados. Véase figura 1.
- 1.6.7 Par Mínimo**
Es el menor par desarrollado durante el periodo de aceleración comprendido desde el arranque hasta la velocidad en que el par máximo ocurre. Véase figura 1.
- 1.6.8 Par Máximo**
Es aquel desarrollado bajo frecuencia y tensión nominales, sin que suceda un descenso marcado en la velocidad del motor debiendo estar los devanados del motor a una temperatura entre 293.115 K (20° C) y 308.15 K (35° C). Véase figura 1.

Figura 1

CURVA PAR-VELOCIDAD



- I.6.9 **Corriente de Arranque (Rotor Bloqueado)**
Es la corriente que toma el motor al arrancar, que corresponde a la del motor cuando el rotor está frenado a velocidad cero, bajo tensión y frecuencia nominales.
- I.6.10 **Temperaturas Específicas de un Motor**
Son las distintas temperaturas que alcanzan las partes componentes de un motor, durante su funcionamiento bajo una carga especificada.
- I.6.11 **Temperatura Ambiente**
Es la temperatura del medio que rodea al motor y que está en contacto con sus partes exteriores
- I.6.12 **Prueba de Potencial Aplicado**
Consiste en la aplicación al motor de una tensión mayor a su tensión nominal, por un tiempo normalizado.
- I.6.13 **Protector Térmico y de Sobrecorriente**
Es un dispositivo que protege al motor contra el calentamiento excesivo y que responde, tanto a la corriente del motor como a su temperatura, interrumpiendo automáticamente el circuito de alimentación.

- I.6.14 Régimen Nominal**
El régimen nominal de un motor es el conjunto de características indicadas en su placa, con las cuales debe cumplir durante su funcionamiento, tales como potencia útil, velocidad, eficiencia, tensión, frecuencia y corriente.
- I.6.15 Régimen Continuo**
Es el régimen nominal con el cual debe cumplir un motor en funcionamiento continuo, indefinidamente.
- I.6.16 Régimen Temporal**
Es el régimen nominal con el cual debe cumplir un motor en funcionamiento durante un tiempo especificado.
- I.6.17 Servicio**
Estipulación y definición de las cargas de un motor, tomando en cuenta su duración y secuencia.
- I.6.18 Servicio Periódico**
Operación en serie de ciclos idénticos, compuesto cada uno de ellos de un periodo de operación a carga nominal, seguido de un periodo de reposo durante el cual el motor permanece totalmente estático, con su alimentación suprimida. Estos periodos deben ser suficientes para alcanzar el equilibrio térmico, ya sea durante el funcionamiento, o reposo del motor.
- I.6.19 Servicio Continuo con Carga Intermitente**
Es una serie de ciclos idénticos, compuestos cada uno de un periodo a carga normal, seguido de un periodo sin carga, significando la operación sin carga, la liberación de la carga únicamente. Estos periodos deben ser suficientes para alcanzar el equilibrio térmico, ya sea durante el funcionamiento con carga o sin ella.
- I.6.20 Equilibrio Térmico**
Es el que se obtiene cuando la variación del incremento de temperatura de las diferentes partes del motor, trabajando a carga plena, no excede de 1° C en un periodo de 30 min.
- I.6.21 Motor con Armazón Tipo NEMA**
Es aquel cuyas dimensiones están de acuerdo con las tablas 20 y 21. (Véase equivalencia en tabla 19).
- I.6.22 Motor con Armazón Tipo IEC**
Es aquel cuyas dimensiones están de acuerdo con la tabla 23. (Véase equivalencia en tabla 19).

- 1.6.23 Sonido**
Un cambio alternativo de presión, esfuerzo, velocidad de partícula, etc., que ocurre en un medio elástico (aire) dentro de una gama de frecuencias que causa sensación auditiva en una persona con sentido del oído normal.
- 1.6.24 Ruido**
Sonido indeseable
- 1.6.25 Nivel de Ruido**
Es el sonido generado por una máquina y registrado en un medidor de nivel de ruido en dB en escala A.
- 1.6.26 Ruido del Medio Ambiente**
Es el ruido del ambiente en el lugar donde se va a probar la máquina y que no es producido por ella.
- 1.6.27 Reflexión del Sonido**
Es el sonido que entra al micrófono después que ha sido reflejado por uno o varios objetos, por ejemplo: paredes, pisos, etc.
- 1.6.28 Pérdidas en un motor**
Las pérdidas en un motor son la diferencia de la potencia recibida de la línea y la potencia útil en la flecha del motor.
- 1.6.28.1 Pérdidas del núcleo**
Son debidas a las alteraciones del campo magnético en el material activo del estator y el rotor por efectos de histéresis y corriente de Eddy.
- 1.6.28.2 Pérdidas por fricción y ventilación**
Son debidas a la resistencia que oponen los dispositivos tales como ventiladores y rodamientos al movimiento mecánico.
- 1.6.28.3 Pérdidas por efecto Joule ($I^2 R$)**
Son debidas a la circulación de corriente eléctrica por el conductor, que se manifiesta en forma de calor y se produce en los devanados del estator y del rotor.
- 1.6.28.4 Pérdidas indeterminadas o parásitas**
Son aquellas pérdidas difíciles de medir separadamente y son debidas a fenómenos diversos tales como los flujos de dispersión, número de ranuras tanto en el estator como en el rotor, la geometría de los dientes, efectos de saturación e imperfecciones en los procesos de fabricación.

Sección II: MOTORES TIPO JAULA EN POTENCIAS DE 0.062 (1/12) A 0.7456 kW (1 HP)

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta sección tiene por objeto establecer las especificaciones y pruebas aplicables a motores de inducción, del tipo de rotor en circuito corto o de jaula de ardilla desde 0.062 kW (1/12 CP) hasta 0.746 kW (1 HP).

VELOCIDAD SINCRONA	LÍMITE SUPERIOR DE LA POTENCIA NOMINAL MOTORES DE INDUCCIÓN	MOTORES SINCRONOS (CP)	
		FACTOR DE POTENCIA UNITARIO	0.8
3600	500	500	400
1800	500	500	400
1200	350	350	300
900	250	250	200
720	200	200	150
600	150	150	125
514	125	125	100

Nota: Se excluyen los motores de polos sombreados y de capacitor permanentemente conectado.

2. CLASIFICACIÓN

- II.2.1 De acuerdo con su potencia:
 - Motor fraccionario.
 - Motor integral.
- II.2.2 De acuerdo con su aplicación:
 - Motor de uso general.
 - Motor para aplicación especial.
- II.2.3 De acuerdo con su diseño eléctrico:
 - II.2.3.1 Trifásicos
 - Diseño A
 - Diseño B
 - Diseño C
 - Diseño D

II.2.3.2 Monofásicos

- Diseño L
- Diseño M
- Diseño N
- Diseño O

II.2.4 Para Monofásicos, de acuerdo con su Tipo de Arranque:

- Motor de fase dividida
- Motor de arranque por resistencia
- Motor con capacitor en sus tres tipos:
 - a) Motor de arranque por capacitor
 - b) Motor de capacitor permanentemente conectado (no se incluye en esta norma)
 - c) Motor con dos capacitores (no se incluye en esta norma)
- Motor de polos sombreados (no se incluye en esta norma)

II.2.5 De acuerdo con su Protección Mecánica y Sistema de Enfriamiento:

- Motor abierto
- Motor abierto a prueba de goteo
- Motor abierto a prueba de salpicadura
- Motor abierto de guarnición
- Motor abierto semiguarnecido
- Motor abierto a prueba de goteo, con guarnición
- Motor abierto protegido para intemperie en sus dos tipos:
 - a) Tipo I
 - b) Tipo II
- Motor totalmente cerrado, no ventilado
- Motor totalmente cerrado, enfriado por ventilador
- Motor a prueba de explosión en sus dos clases:
 - a) Clase I (gases o vapores inflamables o explosivos)
 - b) Clase II (polvos inflamables o explosivos)
- Motor a prueba de agua

II.2.6 De acuerdo con su Velocidad:

- Motor de velocidad constante
- Motor de varias velocidades
- Motor de velocidad variable

II.2.7 De acuerdo con su Armazón:

- Motor con armazón tipo I
- Motor con armazón tipo II

II.2.8 De acuerdo con su eficiencia

- Motor estándar
- Motor alta eficiencia

3. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS

Las características para un motor eléctrico de acuerdo con esta norma son las siguientes:

- II.3.1 Características Físicas
- II.3.2 Características Térmicas
- II.3.3 Dimensiones Generales

II.3.1 Características Físicas:

Las características físicas en general para un motor son:

- II.3.1.1 Velocidad y Deslizamiento
- II.3.1.2 Potencias Nominales
- II.3.1.3 Variación de la Velocidad Nominal, Motores Monofásicos y Trifásicos
- II.3.1.4 Par de Arranque, Motores Monofásicos
- II.3.1.5 Par de Arranque, Motores Trifásicos, Diseños "A", "B" y "C."
- II.3.1.6 Par de Arranque, Motores Trifásicos, Diseño "D"
- II.3.1.7 Corriente de Arranque, Motores Monofásicos
- II.3.1.8 Corriente de Arranque, Motores Trifásicos
- II.3.1.9 Par Máximo, Motores Monofásicos
- II.3.1.10 Par Máximo, Motores Trifásicos, Régimen Continuo, Diseños "A", "B" y "C."
- II.3.1.11 Par Mínimo, Motores Trifásicos, Régimen Continuo
- II.3.1.12 Tensión Nominal
- II.3.1.13 Frecuencia Nominal
- II.3.1.14 Variación de la Tensión Nominal
- II.3.1.15 Variación de la Frecuencia Nominal
- II.3.1.16 Variación Combinada de Tensión y Frecuencia
- II.3.1.17 Determinación de la Eficiencia
- II.3.1.18 Eficiencia en Motores Trifásicos Estándar
- II.3.1.19 Eficiencia de Motores Trifásicos Alta Eficiencia
- II.3.1.20 Letra clave, Potencia Reactiva (kVA) a Rotor Bloqueado por kW
- II.3.1.21 Letra clave, Motores de Varias Velocidades
- II.3.1.22 Letra clave, Motores de una Velocidad, con conexión Estrella-Delta
- II.3.1.23 Letra clave, Motores de Doble Frecuencia
- II.3.1.24 Letra clave, Motores de Arranque con Devanado Bipartido
- II.3.1.25 Aislamiento
- II.3.1.26 Relación entre la Vida de Aislamiento y Aplicación del Factor de Servicio

- II.3.1.27 Vibración
 II.3.1.28 Ruido

II.3.1.1 Velocidad y Deslizamiento

La velocidad sincrónica de cualquier motor de inducción se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$RPM = \frac{f \times 120}{p}$$

Donde: RPM ~ Velocidad sincrónica en revoluciones per minuto
 f ~ Frecuencia de Hertz
 p ~ Número de polos
 120 ~ Factor de constante

Para motores monofásicos y trifásicos, las velocidades sincronas, de acuerdo al número de polos y a la frecuencia son las que se indican en la tabla 1.

TABLA 1. Velocidades sincronas en RPM

Frecuencia	60 Hz						
Número de polos	2	4	6	8	10	12	14
Velocidad sincrónica (RPM)	3600	1800	1200	900	720	600	514

Sin embargo, el motor gira a una velocidad menor a la sincrónica por la relación de deslizamiento, la cual se calcula como sigue:

$$S = \frac{V_{sincrona} - V_{plenacarga}}{V_{sincrona}} \cdot 100$$

Donde: $S \sim$ Deslizamiento en por ciento

II.3.1.2 Potencias Nominales, Motores Monofásicos y Trifásicos.

Las potencias nominales en kW (CP), para las que se construyen los motores monofásicos son:

0.062 (1/12)	0.249 (1/3)	1.119 (1 1/2)
0.093 (1/8)	0.373 (1/2)	1.492 (2)
0.124 (1/6)	0.560 (3/4)	2.238 (3)
0.187 (1/4)	0.746 (1)	
0.600 (4/5)		

Las potencias nominales en kW (CP), para las que se construyen los motores trifásicos son:

0.187 (1/4)	0.560 (3/4)	1.492 (2)
0.249 (1/3)	0.746 (1)	2.24 (3)
0.373 (1/2)	1.119 (1 1/2)	

II.3.1.3 Variación de la Velocidad Nominal, Motores Monofásicos y Trifásicos

Es la variación de la velocidad de un motor de corriente alterna con respecto al valor de placa que debe ser menor del 20% de la diferencia entre la velocidad sincrónica y la velocidad de placa, cuando esta velocidad sea medida a tensión, frecuencia y carga nominales y a una temperatura ambiente de 298.15 K (25° C).

II.3.1.4 Par de Arranque, Motores Monofásicos

El par de arranque para motores monofásicos con tensión y frecuencia nominales, no debe ser menor de los valores dados en las tablas 2 y 3, debiéndose efectuar la prueba para determinar el par de arranque en 127 volts para motores entre 0.062 a 0.746 kW (1/12 a 1 CP). Para motores de 1.119 kW (1 1/2 CP) o mayores la prueba se debe efectuar a 220 volts.

TABLA 2 Valores mínimos de par de arranque (N . m) x 10³, para motores monofásicos de arranque por capacitor.

Potencia (kW)	Potencia (CP)	(RPM)		
		3600	1800	1200
0.062	1/12	---	---	---
0.093	2/8	---	2030	2720
0.124	2/6	1270	2790	3650
0.187	1/4	1780	3890	5000
0.249	1/3	2200	4820	6180
0.373	1/2	3140	7210	8480
0.560	3/4	4220	10100	10980
0.746	1	5170	12210	13040
1.119	1½	6180	17170	17850
1.492	2	7550	22060	22060
2.238	3	10300	30400	31380
3.73	5	15100	45110	---

TABLA 3 Valores mínimos de Par de arranque (lb . pie), para motores monofásicos de arranque por capacitor.

Potencia (kW)	Potencia (CP)	(RPM)		
		3600	1800	1200
0.062	1/12	---	---	---
0.093	1/8	---	1.5	2.0
0.124	1/6	1	2.1	2.7
0.187	1/4	1.3	2.9	3.7
0.249	1/3	1.6	3.6	4.6
0.373	1/2	2.3	5.3	6.3
0.560	3/4	3.1	7.4	8.0
0.746	1	3.8	9.0	9.5
1.119	1½	4.5	12.5	13.0
1.492	2	5.5	16	16.0
2.238	3	7.5	22	23.0
3.73	5	11	33	---

II.3.1.5 Par de Arranque, Motores Trifásicos, Diseños "A", "B" y "C", 60 Hz.

Estos pares no deben ser menores de los valores expresados en porcentaje del par a carga plena, representados en las tablas 4 y 5 con tensión y frecuencia nominales.

TABLA 4. Valores mínimos de par de arranque para motores trifásicos diseños "A" y "B", 60 Hz, en porcentaje del par a plena carga.

Potencia (kW)	Potencia (CP)	(RPM)						
		3600	1800	1200	900	720	600	514
0.187	¼	190	275	190	170	170	---	---
0.249	1/3	190	275	190	170	170	---	---
0.373	½	190	275	190	140	140	115	110
0.560	¾	180	275	175	135	135	115	110
0.746	1	180	275	170	135	135	115	110
1.119	1½	175	250	165	130	130	115	110
1.492	2	170	235	160	130	125	115	110
2.238	3	160	215	155	130	125	115	110

II.3.1.6 Par de Arranque, Motores Trifásicos, Diseño "D", 60 Hz, 4, 6 y 8 Polos.

Estos pares no deben ser menores del 275% de su par a carga plena a tensión y frecuencia nominales, para motores hasta 111.9 kW (150 CP).

II.3.1.7 Corriente de Arranque, Motores Monofásicos.

La corriente de arranque para este tipo de motores, no debe exceder de los valores indicados en la tabla 6.

TABLA 5. Valores mínimos de par de arranque, para motores trifásicos, diseño "C", 60 Hz, por ciento del par a plena carga.

Potencia (kW)	Potencia (CP)	(RPM)		
		1800	1200	900
2.238	3	—	250	225

TABLA 6. Valores máximos de la corriente de arranque, en amperes para motores monofásicos, 60 Hz.

Potencia (kW)	Potencia (CP)	127 V		220 V			
		Diseño		Diseño			
		O	N	O	N	L	M
0.124 o menos	1/6 ó menos	55	22	24	12	-	-
0.187	1/4	55	29	24	15	-	-
0.249	1/3	55	34	24	17	-	-
0.373	1/2	55	50	24	24	-	-
0.560	3/4	-	67	-	34	-	-
0.746	1	-	88	-	44	-	-
1.119	1 1/2	-	-	-	-	48	38
1.492	2	-	-	-	-	62	48
2.238	3	-	-	-	-	86	67

II.3.1.8 Corriente de Arranque, Motores Trifásicos.

La corriente de arranque para motores trifásicos, de velocidad constante, a tensión y frecuencia nominales, no debe exceder de los valores indicados en la tabla 7.

II.3.1.9 Par Máximo, Motores Monofásicos

Los valores de par máximo para motores monofásicos de inducción, fraccionarios e integrales, de acuerdo con su velocidad y potencia se indican en las tablas 8 y 9.

II.3.1.10 Par Máximo, Motores Trifásicos a Régimen Continuo, Diseños "A", "B" y "C" 60 Hz.

El par máximo para motores diseños "A", "B" y "C" a tensión y frecuencia nominales deben estar de acuerdo con los valores expresados en por ciento del par a carga plena, en las tablas 10 y 11.

II.3.1.11 Par Mínimo, Motores Trifásicos, Régimen Continuo, 60 Hz.

El par mínimo en motores trifásicos de diseño "A" y "B" a tensión y frecuencia nominales, no debe ser menor que lo indicado en la tabla 13.

El par mínimo de los motores de diseño "C", con tensión y frecuencia nominales no debe ser menor del 70% del par a rotor bloqueado del correspondiente al diseño "C" de la tabla 6.

TABLA 7. Valores máximos de la corriente de arranque (A), a 220 volts, y 60 Hz.

Capacidad (kW)	Capacidad (CP)	Corriente (A)	Diseño		
			B	D	
0.187	¼	15	B	D	
0.249	1/3	17	B	D	
0.373	½	21	B	D	
0.560	¾	26	B	D	
0.746	1	31	B	D	
1.119	1½	42	B	D	
1.492	2	52	B	D	
2.238	3	67	B	C	D

1. Para diseño "A" los valores máximos de la corriente de arranque, exceden a los estipulados en esta tabla.
2. La corriente a rotor bloqueado de los motores diseñados para tensiones diferentes a 220 volts debe ser inversamente proporcional a las tensiones.

II.3.1.12 Tensión Nominal

Las tensiones nominales deben ser:

- Para motores monofásicos: 127,220 y 127/220 volts.
- Para motores trifásicos: 220, 230, 440, 220/440, 460, 2,300, 4,000, 4,160 y 6,600 volts.

II.3.1.13 Frecuencia Nominal

La frecuencia nominal debe ser: 60 Hz.

II.3.1.14 Variaciones de la Tensión Nominal

Los motores deben operar correctamente a carga y frecuencia nominales, aceptando una variación de $\pm 10\%$ en la tensión nominal. (Véase nota en inciso II.3.1.16).

TABLA 8. Par máximo en (N . m) x 10³ motores monofásicos, frecuencia a 60 Hz, velocidad sincrona (RPM)

Potencia (CP)	Potencia (kW)	(RPM)			
		3600	1800	1200	900
1/12	0.062	315 - 500	600 - 971	884 - 1393	1138 - 1824
1/8	0.093	501 - 735	972 - 1393	1394 - 2040	1825 - 2667
1/6	0.124	736 - 971	1394 - 1814	2041 - 2667	2668 - 3432
1/4	0.187	972 - 1393	1815 - 2667	2668 - 3726	3433 - 4913
1/3	0.249	1394 - 1824	2668 - 3432	3727 - 4913	4914 - 6531
1/2	0.373	1825 - 2667	3433 - 4913	4914 - 6992	
3/4	0.560	2668 - 3726	4914 - 6992	6993 - 8826	
1	0.746	3727 - 4903	6993 - 8826	8827 - 11768	
1 1/2	1.119	4904 - 4884	8827 - 13729	11769 - 18632	
2	1.492	5885 - 7845	13730 - 17652	18633 - 24516	
3	2.238	7846 - 11768	17652 - 25497	24517 - 34323	

TABLA 8. Par máximo en (lb . pie) para motores monofásicos, frecuencia 60 Hz, velocidad sincrona (RPM)

Potencia (kW)	Potencia (CP)	(RPM)			
		3600	1800	1200	900
0.062	1/12	232.2 - 368.9	61.1 - 99.0	90.1 - 142.0	116.1 - 186.0
0.093	1/8	369.0 - 592.4	99.1 - 142.0	142.1 - 208.0	186.1 - 272.0
0.124	1/6	542.5 - 716.0	142.1 - 185.0	208.1 - 272.0	272.1 - 350.0
0.187	1/4	716.1 - 1027.0	185.1 - 272.0	272.1 - 380.0	350.1 - 501.0
0.249	1/3	1027.1 - 1345.3	272.1 - 350.0	380.1 - 501.0	501.1 - 666.0
0.373	1/2	1345.4 - 1967.4	350.1 - 501.0	501.1 - 713.0	
0.560	3/4	1967.5 - 2748.5	501.1 - 713.0	713.1 - 900.0	
0.746	1	2748.6 - 36165	713.1 - 900.0	900.1 - 1200.0	
1.119	1 1/2	3616.5 - 4339.9	900.1 - 1400.0	1200.1 - 1900.0	
1.492	2	4400.0 - 5786.4	1400.1 - 1800.0	1900.1 - 2500.0	
2.238	3	5786.5 - 8679.9	1800.1 - 2600.0	2500.1 - 3500.0	

II.3.1.15 Variaciones de la Frecuencia Nominal

Los motores de corriente alterna deben operar correctamente a su carga y tensión nominal bajo una variación de frecuencia $\pm 5\%$ de su valor nominal (Véase nota en inciso II.3.1.16).

II.3.1.16 Variación Combinada de Tensión y Frecuencia

Los motores de corriente alterna deben operar correctamente con su carga nominal, bajo una variación combinada de tensión y frecuencia de tal manera que la suma de ambos porcentajes no exceda de $\pm 10\%$ de sus valores nominales, (suma de sus valores absolutos), con tal que la variación de frecuencia no exceda de un $\pm 5\%$.

Nota: El funcionamiento dentro de esta variación no necesariamente estará de acuerdo con las normas establecidas para su operación a tensión y frecuencia nominales. Pudiendo ser diferentes su corriente, velocidad, par, temperatura, eficiencia, factor de potencia, etc.

TABLA 10. Valores mínimos de par máximo para motores trifásicos, Diseño "A", "B", 60 Hz, en por ciento del par a plena carga.

Potencia (kW)	Potencia (CP)	(RPM)						
		3600	1800	1200	900	720	600	514
0.187	¼	265-380	250-370	240-335	230-330	---	---	---
0.249	1/3	285-370	275-350	251-330	250-330	---	---	---
0.373	½	250-360	235-335	220-315	225	200	200	200
0.560	¾	245-335	225-315	275	220	200	200	200
0.746	1	225-330	300	265	215	200	200	200
1.119	1½	250	280	250	210	200	200	200
1.492	2	240	270	240	205	200	200	200
2.238	3	230	250	230	205	200	200	200

II.3.1.17 Determinación de la Eficiencia

Para la determinación de la eficiencia de motores de inducción en potencias menores de 149.2 kW (200 CP) se precisa como prueba única el método 3.5 "Método para la determinación de la eficiencia", para motores de mas de 149.2 kW (200 CP) se usará indistintamente cualquiera de los métodos descritos en la sección IV.

II.3.1.18 Eficiencia de Motores Trifásicos Estándar.

Cualquier motor de uso general estándar, fabricado o importado (solo o como parte de un equipo) tendrá que cumplir con los valores de eficiencia a plena carga de las tablas 13 y 14.

II.3.1.19 Eficiencia de Motores Trifásicos Alta Eficiencia.

Cualquier motor de uso general alta eficiencia, fabricado o importado (solo o como parte de otro equipo) tendrá que cumplir con los valores de eficiencia a plena carga de las tablas 15 y 16.

II.3.1.20 Letra Clave, kVa a Rotor Bloqueado por kW.

La placa de características de cualquier motor de corriente alterna, puede ser marcada con una letra clave, seleccionada de acuerdo con la tabla 17, para indicar los kVa a rotor bloqueado por kW o por CP.

La designación de letras de kVa a rotor bloqueado por kW o por CP, debe ser a tensión y frecuencia nominales.

II.3.1.21 Letra Clave, Motores de Varias Velocidades

La letra clave que designa los kVa a rotor bloqueado por kW, para motores de varias velocidades, debe referirse a la máxima velocidad.

TABLA 11 Valores mínimos de par máximo, para motores trifásicos, Diseño "C", 60 Hz, en porcentaje del par a plena carga.

Potencia (kW)	Potencia (CP)	(RPM)		
		1800	1200	900
2.238	3	---	225	200

TABLA 13. Par mínimo para motores trifásicos a régimen continuo, 60 Hz.

Par a rotor bloqueado tabla 5 Columna 1	Par mínimo en porcentaje Columna 2
110% o menor Mayor de 110% y menor de 145% Mayor o igual a 145%	90% de la columna 1 100% del par a plena carga 70% de la columna 1

II.3.1.22 Letra Clave, Motores de una Velocidad, con Conexión Estrella-Delta.

La letra clave que designa los kVA a rotor bloqueado por kW, para motores que arrancan en estrella y operan en delta, debe referirse a la conexión estrella.

II.3.1.23 Letra Clave, Motores de Doble Frecuencia.

Las letras que designan los kVA a rotor bloqueado por kW deben referirse a la frecuencia correspondiente.

II.3.1.24 Letra Clave, Motores de Arranque con Devanado Bipartido.

La letra clave que designa los kVA a rotor bloqueado por kW, para motores de arranque con devanado bipartido, debe referirse al embobinado completo del motor.

II.3.1.25 Sistema de Aislamiento.

Durante la vida útil de los motores y en condiciones normales de operación sus aislamientos deben operar sin falla bajo las siguientes circunstancias: esfuerzos eléctricos y mecánicos, esfuerzos electromecánicos y termomecánicos y condiciones ambientales.

TABLA 13. Valores de eficiencia a plena carga para motores estándar cerrados.

CAPACIDAD (CP)	2 POLOS		4 POLOS		6 POLOS		8 POLOS	
	Efic. Nom.	Efic. Min.	Efic. Nom.	Efic. Min.	Efic. Nom.	Efic. Min.	Efic. Nom.	Efic. Min.
1.0	74.0	70.0	75.0	71.5	75.0	71.5	72.0	68.0
3.0	81.0	78.0	81.5	78.5	80.0	77.0	75.5	72.0

TABLA 14. Valores de eficiencia a plena carga para motores estándar abiertos.

CAPACIDAD (CP)	2 POLOS		4 POLOS		6 POLOS		8 POLOS	
	Efic. Nom.	Efic. Min.	Efic. Nom.	Efic. Min.	Efic. Nom.	Efic. Min.	Efic. Nom.	Efic. Min.
1.0	72.0	68.0	72.0	68.0	72.0	68.0	72.0	68.0
3.0	80.0	77.0	81.0	78.0	80.0	77.0	78.0	75.0

TABLA 15. Valores de eficiencia a plena carga para motores de alta eficiencia cerrados.

CAPACIDAD (CP)	2 POLOS		4 POLOS		6 POLOS		8 POLOS	
	Efic. Nom.	Efic. Mín.	Efic. Nom.	Efic. Mín.	Efic. Nom.	Efic. Mín.	Efic. Nom.	Efic. Mín.
1.0	---	---	80.5	77.0	75.5	72.0	72.0	68.0
3.0	82.5	80.0	84.0	81.5	84.0	81.5	81.5	78.5

TABLA 16. Valores de eficiencia a plena carga para motores alta eficiencia abiertos.

CAPACIDAD (CP)	2 POLOS		4 POLOS		6 POLOS		8 POLOS	
	Efic. Nom.	Efic. Mín.	Efic. Nom.	Efic. Mín.	Efic. Nom.	Efic. Mín.	Efic. Nom.	Efic. Mín.
1.0	---	---	82.5	80.0	77.0	74.0	72.0	68.0
3.0	82.5	80.0	86.5	84.0	85.5	82.5	86.5	84.0

TABLA 17. Letra clave para kVA a rotor bloqueado, por kW.

Letra Clave	kVA/kW	kVA/CP	Letra Clave	kVA/kW	kVA/CP
A	0 - 4.21	0 - 3.14	L	12.06 - 13.39	9.00 - 9.99
B	4.22 - 4.75	3.15 - 3.54	M	13.40 - 15.00	10.00 - 11.19
C	4.76 - 5.35	3.55 - 3.99	N	15.01 - 16.74	11.20 - 12.49
D	5.36 - 6.02	4.00 - 4.49	P	16.75 - 18.76	12.50 - 13.99
E	6.03 - 6.69	4.50 - 4.99	R	18.77 - 21.43	14.00 - 15.99
F	6.70 - 7.49	5.00 - 5.59	S	21.44 - 24.12	16.00 - 17.99
G	7.50 - 8.44	5.60 - 6.29	T	24.13 - 26.80	18.00 - 19.99
H	8.45 - 9.50	6.30 - 7.09	U	26.81 - 30.01	20.00 - 22.39
J	9.51 - 10.71	7.10 - 7.99	V	30.02 mayores	22.40 mayores
K	10.72 - 12.05	8.00 - 8.09			

II.3.1.26 Aislamiento de los Motores y Aplicación del Factor de Servicio

Es un motor de uso general, cuando la tensión y la frecuencia son mantenidas en el valor especificado en la placa de características, el motor puede ser sobrecargado arriba de los kW nominales, multiplicando éstos por el factor de servicio indicado sobre la placa. Cuando es operado con esa sobrecarga, el motor tendrá una elevación de temperatura mayor, de acuerdo al factor de servicio de placa y la clase de aislamiento usado y puede tener por tanto diferente eficiencia, factor de potencia y velocidad, que las que posee a carga nominal. Al mismo tiempo debe permanecer constante el par de arranque, la corriente de arranque y el par máximo.

II.3.1.27 Vibración

La amplitud total de la onda vibratoria no debe exceder los valores indicados en la tabla 2 sección IV, cuando se prueba de acuerdo al método estipulado en 1.5 sección IV.

II.3.1.28 Ruido

II.3.2 Características Térmicas

Las características térmicas son:

- II.3.2.1 Temperatura
- II.3.2.2 Clases de Aislamiento

II.3.2.1 Elevación de temperatura

La temperatura máxima a la cual puede trabajar un motor, sumando la temperatura ambiente más la temperatura propia de funcionamiento, queda limitada por la temperatura correspondiente a la clase de aislamiento con que está construido. Véase tablas para motores (ver Tablas 18.II.A.1, 18.II.A.2 y 18.II.A.3).

11.3.2.2 Clases de Aislamiento

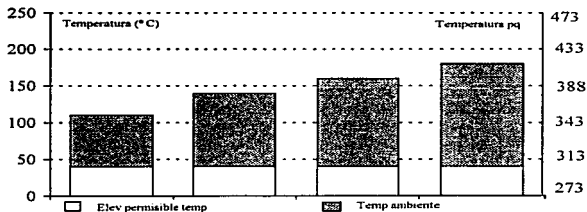
Las clases de aislamiento para motores son divididos en cuatro clases: A, B, F y H de acuerdo a la capacidad para soportar los efectos térmicos del sistema específico a capacidad nominal

TABLA 18. CLASES DE AISLAMIENTO

Nomenclatura	Clase de Aislamiento	Temperatura K (° C)
A	105	478.15 K (105 ° C)
B	13°	503.15 K (130 ° C)
F	155	528.15 K (155 ° C)
H	180	573.15 K (180 ° C)

Nota: La vida promedio para las diferentes clases de aislamiento esta indicada en la figura 3.

TEMPERATURA PARA LAS DISTINTAS CLASES DE AISLAMIENTO



II.3.3 Dimensiones Generales

Las características sobre las dimensiones generales de los motores son:

- II.3.3.1 Motores Horizontales, Brida C y D
- II.3.3.2 Dimensiones de las Cajas de Terminales para motores de CA
- II.3.3.3 Conexiones a Tierra

Existen dos tipos de armazones, la tabla 19 presenta las equivalencias de dichos tipos.

II.3.3.1 Motores horizontales, bridas C y D

Las dimensiones y nomenclatura para motores horizontales y para las bridas C y D, establecen en las figuras 3 y 4 y en las tablas 20, 21, 22, 23 y 24.

II.3.3.1.1

Literales utilizadas.

H	→	Diámetro de los barrenos de la base
2E	→	Distancia entre los centro de barrenos de las patas (viendo al motor de frente a la flecha)
N-W	→	Longitud de flecha útil
2F	→	Distancia entre los centros de barrenos de las patas (viendo al motor por un costado).
U	→	Diámetro exterior de la flecha
BD	→	Diámetro externo de la brida
AK	→	Diámetro de la guía para montaje de la brida
AJ	→	Diámetro de la circunferencia para localización de centros de barreno
BC	→	Distancia entre la superficie de montaje de la cara brida o base de la máquina al hombro de la flecha
AH	→	Longitud de la punta de la flecha a la superficie de apoyo de la brida
BA	→	Distancia del hombro de la flecha al centro del barreno de anclaje más próximo en la base
BB	→	Profundidad de la guía para montaje de la brida
BE	→	Espesor de la brida
AA	→	Diámetro de salida de caja de conexiones
D	→	Altura del centro de la flecha a la base del motor
XH	→	Número de barrenos

TABLA 19. Equivalencia entre armazones NEMA e IEC para motores horizontales

Armazón Tipo NEMA	D Nominal (mm)	Armazón Tipo IEC	D Nominal (mm)
42	67	56	56
48	76	63	63
		71	71
		80	80
56	89	90 S	90
143	89	90 L	90
145	89		
		100S	
		100L	
182	114	112 S	112
184	114	112 M	112
		112 L	112
213	133	132 S	132
215	133	132 M	132
		132 L	132
254	159	160 S	160
256	159	160 M	160
		160 L	160
284	178	180 S	180
286	178	180 M	180
		180 L	180
324	203	200 S	200
326	203	200 M	200
		200 L	200
364	228	225 S	225
365	228	225 M	225
		225 L	225
404	254	250 S	250
405	254	250 M	250
		250 L	250
445	280	280 S	280
445	280	280 M	280
		280 L	280
505	318	315 S	315
507	318	315 M	315
580	368	315 L	315
680	432		

TABLA 20. Dimensiones generales para motores horizontales, con armazón tipo I.

Armazón tipo NEMA	2E (mm)	2F (mm)	BA (mm)	U (mm)	N-W (mm)	D (mm)	AA (mm)	H (mm)
42	90	43	52	9.53	28.45	66.7	---	---
48	108	70	64	12.70	38.10	76.2	---	---
56	124	76	70	15.88	47.80	88.0	---	---
143 T	140	102	57	22.23	57.15	88.9	19	8.7
145 T	140	127	57	22.23	57.15	88.9	19	8.7
182 T	190	114	70	28.58	69.85	114.3	19	10.4
184 T	190	140	70	28.48	69.85	114.3	19	10.4
213 T	216	140	89	34.93	85.85	133.4	25.4	10.4
215 T	216	178	89	34.93	85.85	133.4	25.4	10.4
254 T	254	210	108	41.28	101.60	158.8	31.7	13.5
256 T	254	254	108	41.28	101.60	158.8	31.7	13.5
284 T	279	241	121	47.63	117.35	177.8	38.1	13.5
284 TS	279	241	121	41.28	82.55	177.8	38.1	13.5
286 T	279	279	121	47.63	117.35	177.8	38.1	13.5
286 TS	279	279	121	41.28	82.55	177.8	38.1	13.5
324 T	317	267	133	53.98	133.35	203.2	50.8	16.7
324 TS	317	267	133	47.63	95.25	203.25	50.8	16.7
326 T	317	305	133	53.98	133.35	203.25	50.8	16.7
326 TS	317	305	133	47.63	95.25	203.2	50.8	16.7
364 T	356	286	149	60.33	149.35	228.6	76.2	16.7
364 TS	356	286	149	47.63	95.25	228.6	76.2	16.7
365 T	356	311	149	60.33	149.35	228.6	76.2	16.7
365 TS	356	311	149	47.33	95.25	228.6	76.2	16.7
404 T	406	311	168	73.03	184.15	254.0	76.2	20.6
404 TS	406	311	168	53.98	107.95	254.0	76.2	20.6
405 T	406	349	168	73.03	184.15	254.0	76.2	20.6
405 TS	406	349	168	53.98	107.95	254.0	76.2	20.6
444 T	457	368	190	95.25	216.00	279.4	76.2	20.6
444 TS	457	368	190	60.33	120.65	279.4	76.2	20.6
445 T	457	419	190	95.25	216.00	279.4	76.2	20.6
445 TS	457	419	190	60.33	120.65	279.4	76.2	20.6
447 T	457	508	190	85.73	216.00	279.40	76.2	20.6
447 TS	457	508	190	60.33	120.65	279.4	76.2	20.6
449 T	457	399	190	95.25	216.00	279.4	76.2	20.6
449 TS	457	399	190	60.33	120.65	279.4	76.2	20.6
505	508	457	216	73.03	213.00	317.5	76.2	23.8
507	508	559	216	73.03	213.00	317.5	76.2	23.8

Nota: Ver figuras 3 y 4.

TABLA 21. Dimensiones generales para motores horizontales, con armazón tipo NEMA.

Familia de Armazón	Armazón tipo NEMA	2E (mm)	2F (mm)	BA (mm)	D (mm)	H (mm)
5000	5006	508	508	216	317.5	23.9
	5008	508	635	216	317.5	23.9
	5009	508	711	216	317.5	23.9
	5010	508	813	216	317.5	23.9
5800	5808	584	711	254	368.3	23.9
	5809	584	812	254	368.3	23.9
	5810	584	914	254	368.3	23.9
6800	6808	686	914	292	431.8	26.9
	6809	686	1016	292	431.8	26.9
	6810	686	1143	292	431.8	26.9

TABLA 22. Dimensiones de la flecha armazón tipo NEMA

Familia de armazón	Tipo de flecha	U (mm)		N-W (mm)		AA (mm)
		Cerrado	Abierto	Cerrado	Abierto	
5000	H	60.3	60.3	114.3	114.3	en acero son: 177.8 mm, 254.0 mm, 504.0 mm. en hierro colado son: 279.4 mm, 355.6 mm.
	S	71.0	70.0	139.7	139.7	
	L	85.7	85.7	165.1	165.1	
	U	104.8	—	307.9	—	
5800	H	73.0	73.0	139.7	139.7	en acero son: 177.8 mm, 254.0 mm, 504.0 mm. en hierro colado son: 279.4 mm, 355.6 mm.
	S	85.7	85.7	165.1	165.1	
	L	98.4	111.1	190.5	190.5	
	U	104.8	—	307.9	—	
6800	H	85.7	85.7	139.7	165.1	en acero son: 203.2 mm, 330.2 mm, 660.4 mm. en hierro colado son: 279.4 mm, 355.6 mm.
	S	98.4	111.1	177.8	215.9	
	L	104.8	123.8	203.2	241.3	

TABLA 23. Dimensiones generales para motores horizontales, con armazón tipo II.

Armazón tipo IEC	2E (mm)	2F (mm)	BA (mm)	U (mm)	N-W (mm)	D (mm)	AA (mm)	H (mm)
56	90	71	35	14	30	56	12.7	6
63	100	80	40	14	30	63	12.7	7
71	112	90	45	14	30	71	19.0	7
80	125	100	50	19	40	80	19.0	9
90 S	140	100	56	24	50	90	19.0	9
90 L	140	125	56	24	50	90	19.0	9
100 S	160	112	63	28	60	100	19.0	12
100 L	160	140	63	28	60	100	19.0	12
112 S	190	114	70	28	60	112	19.0	12
112 M	190	140	70	28	60	112	19.0	12
112L	190	159	70	28	60	112	25.4	12
132 S	216	140	89	38	80	132	25.4	12
132 M	216	178	89	38	80	132	25.4	12
132 L	216	203	89	38	80	132	25.4	12
160 S	254	178	108	42	110	160	31.7	14
160 M	254	210	108	42	110	160	31.7	14
160 L	254	254	108	42	110	160	31.7	14
180 S	279	203	121	48	110	180	31.7	14
180 M	279	241	121	48	110	180	31.7	14
180 L	279	279	121	48	110	180	31.7	14
200 S	318	228	133	55	110	200	50.8	18
200 M	318	267	133	55	110	200	50.8	18
200 L	318	305	133	55	110	200	50.8	18
225 S	356	286	149	60	140	225	76.2	18
225 M	356	311	149	60	140	225	76.2	18
225 L	356	356	149	60	140	225	76.2	18
250 S	406	311	168	65	140	250	76.2	22
250 M	406	349	168	65	140	250	76.2	22
250 L	406	406	168	65	140	250	76.2	22
280 S	457	368	190	75	140	280	76.2	22
280 M	457	419	190	75	140	280	76.2	22
280 L	457	457	190	75	140	280	76.2	22
315 S	508	406	216	85	170	315	76.2	27
315 M	508	457	216	85	170	315	76.2	27
315 L	508	508	216	85	170	315	76.2	27

Nota: Ver figuras 4 y 5.

TABLA 24. Dimensiones generales para bridas tipo C

Armazón tipo NEMA	Armazón tipo IEC	Brida	BD max. (mm)	AK (mm)	AJ (mm)	BB min. (mm)	Barrenos (BF)				U (mm)	AH (mm)
							SH	ϕ (mm)	h/25 (mm)	Prof. (mm)		
42 C	56	C1	127	76	95	4.0	4	6.4	20	12.7	9.5	33
48 C	63	C1	143	76	95	4.0	4	6.4	20	12.7	12.7	43
56 C	71	C1	165	114	149	4.0	4	9.5	16	14.3	15.9	52
143 TS-145 STC	80-90	C1	165	114	149	4.0	4	9.5	16	14.3	22.2	54
182 TC-184 TC	100	C2	229	216	184	6.4	4	12.7	13	19.1	28.6	66
213 TC-215 TC	112	C2	229	216	184	6.4	4	12.7	13	19.1	34.9	79
254 TC-256 TC	132	C2	254	216	184	6.4	4	12.7	13	19.1	41.3	95
284 TC-286 TC	160	C2	286	267	229	6.4	4	12.7	13	19.1	47.6	111
324 TC-326 TC	180-200	C2	356	267	279	6.4	4	15.9	11	23.8	54.0	127
324 TSC-326 TSC		C2	356	318	279	6.4	4	15.9	11	23.8	47.6	89
364 TC-365 TC	225	C2	356	318	279	6.4	8	15.9	11	23.8	60.3	143
364 TSC-365 TSC		C2	356	318	279	6.4	8	15.9	11	23.8	47.6	89
404 TC-405 TC	250	C2	394	318	279	6.4	8	15.9	11	23.8	73.0	178
404 TSC-405 TSC		C2	394	318	279	6.4	8	15.9	11	23.8	74.0	102
444 TC-445 TC	280	C2	457	406	356	6.4	8	15.9	11	23.8	85.7	210
444 TSC-445 TSC		C2	457	406	356	6.4	8	15.9	11	23.8	60.3	114
447 TC-449 TC		C2	457	406	356	6.4	8	15.9	11	23.8	85.7	210
447 TSC- 449 TSC		C2	457	406	356	6.4	8	15.9	11	23.8	60.3	114

Notas: La primera y segunda columnas no indican una equivalencia entre armazones. Para esta equivalencia vease la tabla 20.

Las tolerancias en la dimensión de AK será de 0.00,-0.08 mm y la excentricidad permisible será de 0.10 mm.

TABLA 25. Dimensiones generales para bridas tipo D.

Armazón tipo NEMA	Armazón tipo IEC	AK (mm)	BB (mm)	BC (mm)	BD max. (mm)	BE (mm)	Barrenos (BF)		Flecha		AJ (mm)
							HG	φ (mm)	U (mm)	AH (mm)	
143 TD - 145 TD	80-90	228.6	6.3	0	279	12.7	4	13.5	22.22	57	254
182 TD - 184 TD	100	228.6	6.3	0	279	12.7	4	13.5	28.58	70	254
213 TD - 215 TD	112	228.6	6.3	0	279	12.7	4	13.5	34.93	88	254
254 TD - 256 TD	132	279.4	6.3	0	356	19.1	4	20.6	41.28	102	318
284 TD - 286 TD	160	279.4	6.3	0	356	19.1	4	20.6	47.63	117	318
324 TD - 326 TD	180	355.6	6.3	0	457	19.1	4	20.6	53.98	133	406
364 TD - 365 TD	200	355.6	6.3	0	457	19.1	4	20.6	60.33	149	406
404 TD - 405 TD		457.2	6.3	0	559	25.4	8	20.6	73.03	184	508
444 TD - 445 TD	225	457.2	6.3	0	559	25.4	8	20.6	85.73	216	508
447 TD - 449 TD		457.2	6.3	0	559	25.4	8	20.6	85.73	216	508

Notas: La primera y segunda columnas no indican una equivalencia entre armazones. Para esta equivalencia vease la tabla 20.

Las tolerancias en la dimensión de AK será de 0.00,-0.08 mm y la excentricidad permisible será de 0.10 mm.

Las tolerancias en la dimensión de BB será de 0.00 y -1.5 mm.

Vease las figuras 6 y 7 respectivamente.

II.3.3.1.2 Dimensiones de las Cajas de Terminales para Motores de CA

- a) Las cajas de conexiones deben ser de metal y de construcción sólida. Para motores arriba de 178 mm de diámetro, las cajas de terminales serán capaces de soportar sin falta una carga normal a las superficies horizontales de 13.78 N/cm² (1.4 kgf/cm²) hasta un máximo de 1030 N (105 kgf). Esta carga se aplicará a través de una superficie metálica plana de 5 cm. de diámetro.

El doblado o la deformación de la caja no se considerará como una falla a menos que afecte el espaciamiento mínimo entre la caja a las terminales vivas montadas rigidamente, respecto a los valores dados en el inciso c).

- b) Cuando las cajas de terminales encierren conexiones entre alambres, éstas deberán tener las dimensiones máximas y volúmenes útiles de acuerdo con las tablas 26 y 27. Las terminales de equipo auxiliar como frenos, termostatos, calentadores de espacio, etc. pueden ser despreciadas si su sección no excede del 25% de la sección de las terminales principales de fuerza.

TABLA 26. Motores de 28 cm de diámetro y menores

Capacidad kW (CP)	Apertura mínima (cm)	Volumen útil mínimo (cm ³)
0.746 (1) y menores ^a	4.1	122.9
1.119 (1½), 1.492 (2) y 2.238 (3) ^b	4.5	196.6

- 1 Este es un diámetro medio en el plano de la laminación del círculo que circunscribe el armazón del estator, excluyendo agarraderas, aletas, cajas, etc.
- 2 Para motores con rangos de 0.746 kWQ y menores, con cajas de terminales parcial o completamente integrales a la armazón o tapas, el volumen de la caja de terminales no deberá ser menor a 13 cm³ para conexión alambre-alambre.
La dimensión mínima para la abertura no está especificada.
- 3 Para motores con rango de 1.119, 1.492 y 2.238 kW, con la caja de terminales parcial o completamente integrales a la armazón o tapas, el volumen de la caja de terminales no debe ser menor a 16 cm³ para conexión alambre-alambre.
La dimensión mínima para la abertura no está especificada.
- c) Cuando las cajas de conexiones encierren terminales para motores rigidamente montadas, la caja de conexiones deberá ser de suficiente tamaño para proveer un mínimo espaciamiento entre terminales y tener volúmenes útiles de acuerdo con las tablas 28 y 29.

TABLA 28. Espaciamiento entre terminales

Voltaje (V)	Espaciamiento mínimo (cm)	
	Entre líneas terminales	Entre línea y otra parte metálica no aislada.
250 o menores	0.64	0.64
251 a 600 inclusive	1.00	1.00

TABLA 29. Volúmenes útiles.

Calibre del conductor de alimentación (mm ²) (AWG)	Volumen útil mínimo por conductor de alimentación (cm ³)
0.825 (18) a 2.100 (14)	16.4
3.300 (12) y 5.300 (10)	20.5
8.400 (8) y 13.30 (6)	36.9

II.3.3.1.3 Conexión a tierra

En motores de 37.3 kW(50 CP) y potencias mayores, estos llevarán un barreno con roscas M8, de 13 mm (½ plg) de profundidad.

El barreno debe ser localizado en el lado izquierdo de la caja de conexiones, sobre la base o carcasa del motor. También puede localizarse el barreno machuelado sobre una de las paredes de la caja de conexiones.

II.4 MUESTREO

Cuando se requiera el muestreo para una inspección, este podrá ser establecido de común acuerdo entre productor y comprador, recomendándose el uso de la Norma Oficial Mexicana NOM-Z-012. Para efectos oficiales el muestreo estará sujeto a las disposiciones reglamentarias de la inspección que se efectúe.

IL.5. PRUEBAS Y COMPORTAMIENTO

Las pruebas que se realicen a cualquier motor de esta norma serán bajo los protocolos de la sección IV y las pruebas no implementadas en ellas serán acordadas entre el cliente y el fabricante.

IL.6 MARCADO

IL.6.1 Datos característicos por placa

La siguiente información o datos son los mínimos que debe llevar la placa de características, de cualquier motor de corriente alterna monofásico o trifásico de jaula, indeleble y en lugar visible:

- Nombre o marca registrada del fabricante.
- Modelo (identificación del fabricante)
- Tipo de armazón*
- Tipo de protección mecánica y sistema de enfriamiento
- Potencia en CP y/o kW
- Tensión nominal, en volts
- Corriente a plena carga, en amperes
- Frecuencia, en Hertz
- Monofásico o Trifásico
- Diagrama de conexiones terminales **
- Letras de clave, para kVA a rotor bloqueado por kW o por CP *
- Letra de diseño *
- La eficiencia nominal a plena carga en por ciento (2 dígitos enteros y 1 decimal)
- Factor de servicio y corriente a factor de servicio (si existe)
- Tipo de servicio *
- Clase de aislamiento *
- Velocidad a plena carga, en RPM
- Temperatura ambiente máxima *
- Tipo de rodamientos
- Características de lubricación **
- Símbolo de autorización para la fabricación, venta y uso NOM
- La leyenda "Hecho en México" o indicación del país de origen

* Para motores fraccionarios estos datos pueden omitirse.

** Opcional en placa adicional

II.7 BIBLIOGRAFÍA

- | | | |
|----|-----------------|---|
| a) | ANSI-S-1.1 1960 | Acoustical Terminology |
| b) | ANSI-S-1.4 1961 | General-Purpose Sound Level Meters |
| c) | CSA-C390-M 1985 | Energy Efficiency Test Methods for Three-Phase Induction Motors (Revisión 1991) |
| d) | DIN 5045 | Messgerät für DIN-Lautstärken |
| e) | DIN 45632 | Gerüschmessung und Elektrischen en Maschinen |
| f) | IEC 72 | Dimension and Output Ratings of Encycrinal Machines |
| g) | IEC 34 | Rotating Electrical Machines |
| h) | NEMA MG-1 1987 | Motors and Generators (Revisión 1991) |
| i) | IEC 72A | Dimensions and Output Rating for Foot-Mounted Electrical Machines with Fame Number 355 to 1000 |
| j) | IEC 85 | Recomendations for the Classification of Materials for the Insulation of Electrical Machinery and Apparatus in Relation to their Thermal Stability in Service |
| k) | IEEE 112-1984 | Standard Test Procedure for Polyphase Induction Motors and Generators (Revisión 1991) |
| l) | IEEE 114-1969 | Test Procedure for Single-Phase induction Motors |
| m) | NEMA MG-3 1974 | Sound and Level Prediction for Installed Rotating Electrical Machines |
| n) | JEC-37 1961 | Standard of the Japanese Electrotechnical Commission |

II.8 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Existe concordancia en lo que respecta a dimensiones generales para armazones y potencia nominales preferentes de conformidad con la norma IEC-72 1971 "Dimensions and Output Ratings for Rotating Electrical Machines -Frame Numbers 56 to 400 and Flange Numbers FF55 to FF1080 and FT55 to FT1080" cambiando solamente letras y símbolos. En lo que respecta a pruebas de temperatura los métodos son iguales existiendo concordancia con la IEC 34-1 "Rating and Performance".

Con lo que respecta a la determinación de eficiencia el método de prueba es correspondiente al Canadiense CSA-C390-M 1985 (Revisión 1991) "Energy Efficiency Test Methods for Three-Phase Induction Motors" y al norteamericano IEEE 112-1984 "Standard Test Procedure for Polyphase Induction Motors and Generators" (Revisión 1991).

TABLA 18.II.A.1

Clases de sistemas de aislamiento Clasificación del tiempo Elevación de temperatura (basada en una temperatura ambiente de 40° C), en grados centígrados.	A	B	F	H
1. Devanados				
a). Motores abiertos u otros excepto aquellos que se indican en 1.b y 1.d resistencia o termopar	60	80	105	125
b) Motores abiertos con un factor de servicio superior a 1.15 -resistencia o termopar	70	90	115	—
c) Totalmente cerrados no ventilados y motores con ventilador enfriador incluyendo variaciones de esos resistencia o termopar	65	85	110	135
d) Cualquier motor con armadura menor de 42 resistencia o termopar	65	85	110	135
2. La temperatura conseguida por el núcleo, el rotor jaula de ardilla y otras partes (como portaescobillas, escobillas, etc.) no deberán averiar el aislamiento o la máquina en cualquier parte.				

TABLA 18.II.A.2

Clases de sistemas de aislamiento Clasificación del tiempo Elevación de temperatura (método de determinación de la temperatura empleando esta indicación) en grados centígrados.	A	B	F	H
1. Devanados				
a) Motores abiertos, resistencia o termopar	60	80	105	125
b) Totalmente cerrados no ventilados y motores con ventilador enfriador incluyendo variaciones de estos resistencia o termopar	65	85	110	135
2. La temperatura conseguida por el núcleo, el rotor jaula de ardilla y otras partes (como portaescobillas, escobillas, etc.) no deberán averiar el aislamiento o la máquina en cualquier parte.				

TABLA 18.II.A.3.

Clases de sistemas de aislamiento Clasificación del tiempo Elevación de temperatura (basada en una temperatura ambiente de 40° C), en grados centígrados.	A	B	F	H
1. Devanados, por el método de resistencia				
a). Motores con un factor de servicio de 1.0 excepto aquellos que se indican en 1.c y 1.d	60	80	105	125
b). Todos los motores con un factor de servicio de 1.5 y mayor	70	90	115	—
c). Motores totalmente cerrados no ventilados con un factor de servicio de 1.0	65	85	110	135
d). Motores con devanado encapsulado y factor de servicio de 1.0 totalmente cerrados ..	65	85	110	—
2. La temperatura conseguida por el núcleo, el rotor jaula de ardilla, conmutador, anillo colector y otras partes (como portaescobillas, escobillas, bobina de arranque, etc.) no deberán avertir el aislamiento o la máquina en cualquier parte.				

IV METODOS DE PRUEBA PARA MOTORES DE INDUCCION DE C.A.

IV.1 OBJETIVO Y CAMPO DE ACCION

Esta sección tiene por objetivo establecer los métodos de prueba aplicables a motores de inducción del tipo jaula de ardilla, en potencias de 0.062 kW (1/12 CP) y mayores y que están incluidos en las secciones II y III.

IV.2 CARACTERISTICAS

En esta norma no se encuentran características y se remiten a las secciones correspondientes.

IV.3 METODOS DE PRUEBA

Las pruebas de un motor se dividen en tres grupos:

IV.3.1 Pruebas de Rutina

Son las mínimas que deben hacerse a todos y cada uno de los motores y tiene por objetivo verificar la calidad de fabricación y son las siguientes:

- IV.3.1.1 Inspección visual
- IV.3.1.2 Prueba en vacío
- IV.3.1.3 Resistencia de aislamiento

IV.3.2 Pruebas Complementarias de Aceptación

Cuando el cliente requiera pruebas adicionales a las de rutina para la aceptación de los motores, estas se efectuarán a una muestra representativa cuyo tamaño se determina de común acuerdo entre fabricante y usuario y pueden ser las siguientes:

- IV.3.2.1 Par, Potencia y Corriente de arranque
- IV.3.2.2 Características de funcionamiento por el método del circuito equivalente
- IV.3.2.3 Prueba de nivel de ruido
- IV.3.2.4 Prueba de par máximo

Nota: La prueba de par máximo se realizará para motores cuya capacidad sea igual o menor de 373 kW (500 CP).

IV.3.3 Pruebas de Prototipo

Son aquellas que se efectúan a un motor de un diseño que no ha sido probado y que tiene por finalidad verificar que éste cumpla con los valores establecidos por la norma.

Los resultados de estas pruebas son válidos para todos los motores que se construyen con el mismo diseño y no se harán a ningún otro motor del mismo diseño. Estas pruebas son las siguientes:

- IV.3.3.1 Potencia Nominal y Corriente a Plena Carga
- IV.3.3.2 Determinación del incremento de temperatura
- IV.3.3.3 Prueba de sobrevelocidad. Para motores de más de 500 HP
- IV.3.3.4 Prueba para la determinación de eficiencia
- IV.3.3.5 Prueba de potencial aplicado
- IV.3.3.6 Prueba de vibración

Nota: La prueba para la determinación de la eficiencia de los motores se realizará a una muestra de un lote de acuerdo al inciso 6 "Muestreo sencillo", de la sección 1, de la norma NOM-Z-12/1-1987. La prueba de sobrevelocidad se efectuará únicamente para motores cuya capacidad sea superior a 373 kW (500 CP)

DESCRIPCION DE LA PRUEBA

IV.3.1. Prueba de rutina

IV.3.1.1 Inspección visual

Consta de las verificaciones de las dimensiones de montaje y acoplamiento, recubrimiento, acabados y datos de placa.

IV.3.1.2 Prueba en vacío

Se efectúa para verificar las características eléctricas y mecánicas sin carga. El procedimiento es el siguiente:

- (I) Para motores de más de 373 kW (500 CP) medir la resistencia entre las terminales del motor por medio de un óhmetro, y se anotan los tres valores. Estas mediciones deben realizarse antes de energizar el motor. Los valores deben estar balanceados en $\pm 5\%$ del valor promedio de los tres.
- (II) Se arranca el motor sin carga a frecuencia y tensión nominales se medirán y registrarán los siguientes parámetros:
 - a) Promedio de corriente de línea (A)
 - b) Promedio de voltaje aplicado (V)
 - c) Potencia de entrada sin carga (kW) y
 - d) Velocidad (RPM)

IV.3.1.3 Prueba de potencial aplicado

El motor tiene que ser nuevo y completo en todas sus partes, para motores de más de 373 kW (500 CP) esta prueba se efectuará una sola vez y no es recomendable una segunda prueba, pero en caso de requerirse, el valor de la tensión de prueba no deberá exceder el 80% del valor especificado en IV.3.1.1.1; para motores de 373 kW (500 CP) o menores se utilizará un probador de alta tensión (con capacidad de 0.5 kVA como mínimo) se aplica sucesivamente la tensión de prueba especificada, entre cada circuito eléctrico y el armazón de acuerdo con los siguientes pasos:

ESTÁ
TESIS
NO
DEBE
ESTAR
DE
LA
BIBLIOTECA

- a) La tensión aplicada durante la prueba debe ser de corriente alterna, y la onda senoidal, con un factor de desviación máximo de 0.1 y a frecuencia nominal.
- b) Activar accesorios preventivos de seguridad.
- c) Se aplica inicialmente no más de la mitad del valor de tensión de prueba.
- d) Se incrementa el valor de la tensión progresivamente o por pasos que no excedan del 5% de dicha tensión. El tiempo permitido para el aumento de la tensión, desde la mitad hasta el valor de prueba, debe ser mayor de 10 seg.
- e) Una vez alcanzado este valor de prueba se mantiene durante un minuto
- f) Como resultado no deben presentarse fallas en el aislamiento, como flameos o descargas disruptivas, los zumbidos no se toman en consideración.
- g) Como alternativa la tensión de prueba puede ser de 1.2 veces los valores indicados en la tabla 1 y aplicados durante un segundo. Esta alternativa debe emplearse cuando se tengan las condiciones:
 - Que se trate de fabricación en serie.
 - Que la tensión de prueba sea igual o menor a 2500 volts.

No es recomendable una segunda prueba de alta tensión, pero en caso de requerirse el valor de la tensión de prueba no debe exceder del 85% del valor especificado para la prueba.

Tabla 1. Tensiones de prueba para aislamiento

Motores con potencia hasta de 0.373 kW (½ CP)	1000 volts
Motores con potencia mayor de 0.373 kW (½ CP)	1000 + 2 veces la tensión nominal del motor.

Nota: Como medida de seguridad, terminada la prueba deben descargarse a tierra los devanados.

IV.3.1.4

Resistencia de aislamiento

El motor tiene que ser nuevo y completo en todas sus partes, el procedimiento es el siguiente:

- a) Se unen entre sí todas las terminales del motor, y se unen al borne positivo de un óhmetro de magneto con alimentación de 500 V o más.
- b) Se conecta el borne negativo al cuerpo del motor, asegurándose que exista una buena conexión a tierra.
- c) Activar accesorios preventivos de seguridad.
- c) Se aplica el potencial del óhmetro de magneto al devanado y se toman las lecturas de resistencia.
- d) Se aplica el potencial del óhmetro de magneto al devanado y se toman las lecturas de resistencia.
- e) Como resultado se reportará el valor leído, que no debe ser menor al establecido en el inciso II.3.1.26 o II.3.1.13.

Nota: Como medida de seguridad, terminada la prueba deben descargarse a tierra los devanados.

IV.3.1.5

Prueba de vibración

Debe cumplirse lo especificado en el inciso II.3.1.27 o III 3.3.3, en el caso que la flecha tenga cuñero, éste debe rellenarse con una cuña de material similar al de la flecha sin sobresalir la periferia y longitud de la misma, el procedimiento es el siguiente:

- a) Se coloca el motor sobre una base elástica y se hace funcionar sin carga a su tensión y frecuencia nominales.
- b) Se coloca un vibrómetro sobre las tapas del motor, lo más cerca posible de los rodamientos, durante el tiempo necesario para estabilizar la amplitud de la vibración en las 3 direcciones (vertical, horizontal y axial).
- c) La amplitud máxima obtenida debe estar dentro de los valores de la tabla 2, cuando se mide con la flecha del motor en posición normal de operación.

- d) Como resultado debe reportarse la amplitud de las vibraciones obtenidas en el vibrómetro en las 3 direcciones.

Nota: La base elástica deberá comprimirse, por lo menos, en las cantidades indicadas en la tabla 2, al colocar el motor sobre ella, y la compresión no deberá exceder en ningún caso del 50% del espesor original. El vibrómetro será del tipo caratula, ó equivalente, con un rango de 0 a 250 centésimas de milímetro y una resolución mínima de 2.5 centésimas de milímetro.

IV.3.2 Pruebas Complementarias de Aceptación

IV.3.2.1 Determinación del Par y la Corriente de Arranque

Existen dos tipos de pruebas que son el Método directo y Métodos analíticos, se sugiere el uso de cualquiera de los métodos analíticos para motores de más de 373 kW (500 CP).

Tabla 2. Valores máximos permisibles para amplitud de vibración, en motores eléctricos de armazón 143 tipo NEMA o armazón 90 S tipo IEC en adelante.

Gama de Velocidades RPM	Amplitud de la onda vibratoria pico a pico en mm.
	Hasta 149.2 kW (200 CP)
3000 y mayores	0.025
1500 a 2999	0.388
1000 a 1499	0.051
999 y menores	0.064

IV.3.2.1.1 Método Directo

Consiste en la medición de los parámetros de arranque del motor, con voltaje y frecuencia nominal.

IV.3.2.1.2 Métodos Analíticos

El Método Directo de prueba, en la práctica, resultan difícil de llevarse a cabo, particularmente para motores de más de 373 kW (500 CP), debido a los problemas y riesgos que implica el bloqueo del rotor y las elevadas corrientes que se manejan.

Por lo anterior, son ampliamente utilizados los métodos de prueba de rotor bloqueado a tensión reducida que son:

- Método proporcional directo.
- Método proporcional logarítmico.

Para los dos métodos el motor tiene que ser nuevo y completo en todas sus partes; ninguna reparación especial es necesaria y además debe cumplir con lo siguiente:

- a) El motor debe estar aproximadamente a la temperatura ambiente antes de iniciar la prueba.
- b) Verificar la dirección de rotación del motor.
- c) Asegurar que los medios de bloqueo del rotor sean lo suficientemente fuertes para evitar la posibilidad de daños al personal y/o equipo.
- d) Las mediciones de tensión, corriente y potencia deben tomarse tan rápido como sea posible.

IV.3.2.1.2.1 Método proporcional directo

El procedimiento es el siguiente:

- a) Una vez bloqueado el rotor, aplicar aproximadamente la corriente nominal al devanado primario del motor a frecuencia nominal.
- b) Hacer las mediciones de la tensión de prueba, corriente de prueba y potencia de entrada.
- c) Medir la resistencia del estator tan pronto como se interrumpa la corriente de prueba.
- d) Proceder a calcular corriente, potencia y par de arranque como sigue:

$$I_a = I_{sl} \frac{V_{nom}}{V_{sl}}$$

$$W_a = W_{sl} \frac{I_a^2}{I_{sl}^2}$$

$$T_a = T_{nom} \frac{(1-S)(W_a - 1.5 r_{sl} \times I^2 a)}{W_{nom}} 100$$

Donde:

I_a	Corriente de arranque (A)
I_{sl}	Corriente de prueba (A)
V_{nom}	Tensión nominal (V)
V_{sl}	Tensión de prueba (V)
W_a	Potencia de arranque (W)
W_{sl}	Potencia de prueba (W)
T_a	Par de arranque (kgf . m)
T_{nom}	Par nominal (kgf . m)
S	Deslizamiento a plena carga
r_{sl}	Resistencia del estator al término de la prueba (Ω)
W_{nom}	Potencia de salida nominal (W)

IV.3.2.2

Método del cálculo del circuito equivalente para determinar las características de funcionamiento de motores de inducción trifásicos.

El motor de inducción trifásico, en condiciones estables de operación, puede representarse mediante el circuito equivalente mostrado en la figura 1. Todas las características importantes de funcionamiento para un valor dado de carga como son corriente, velocidad, eficiencia, factor de potencia, etc., pueden determinarse a partir del circuito equivalente, cuyos parámetros se obtienen de los datos de prueba en vacío y prueba de impedancia.

IV.3.2.2.1

Medición de resistencia en frío.

Medición de la resistencia de línea del estator en frío y se corrige a la temperatura de referencia de acuerdo a la clase de aislamiento aplicado al estator. (ver tabla 3).

IV.3.2.2.2

Prueba en vacío

Se efectúa operando el motor a tensión y frecuencia nominales sin carga alguna acoplada a la fecha.

Para obtener un valor correcto de pérdidas de fricción y ventilación el motor deberá cumplir el inciso 5.3.4.4. Determinar los siguientes parámetros.

- a) Corriente en vacío (A)
- b) Potencia de entrada en vacío (W)
- c) Pérdidas por fricción y ventilación (W) y
- d) Pérdidas del núcleo (W)

A partir de la ecuación:

$$W_h = W_o - W_f - (I^2 R_{estator})$$

donde:

W_o	Potencia de entrada en vacío (W)
W_f	Pérdidas de fricción y ventilación (W) y
W_h	Pérdidas del núcleo (W)

Para calcular las pérdidas por efecto Joule en los devanados del estator se usará la siguiente ecuación:

$$I^2 R_{estator} = I^2 R_s$$

donde:

I	Promedio de la corriente de línea (A) de acuerdo al inciso IV.3.2.2.2(b)
R_s	Promedio de la resistencia de línea (Ω) como fue medida en el inciso IV.3.2.2.2.1 (a) corregidas a la temperatura de los devanados como sigue:

$$R_s = R_t \frac{t_s + K}{t_t + K}$$

donde

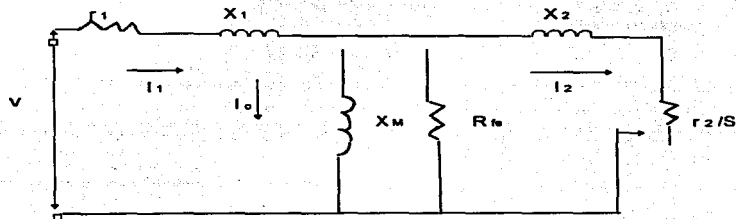
R_t	Valor medido de la resistencia del devanado (Ω) (ver inciso IV.3.2.2.1)
t_s	Temperatura del devanado ($^{\circ}\text{C}$) (ver inciso IV.3.2.2.1)
t_t	Temperatura del devanado en frío ($^{\circ}\text{C}$) (ver inciso IV.3.2.2.1)
K	234.5 para cobre puro
K	225.0 para aluminio basado en un volumen de conductividad del 62%.

La separación de las pérdidas del núcleo, de las de fricción y ventilación, se lleva a cabo mediante la variación de la tensión de entrada de acuerdo con el inciso IV.3.3.4.7 (e).

Tabla 3. Temperatura de referencia de acuerdo a la clase de aislamiento

Clase de aislamiento	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)
105 (A)	75
130 (B)	95
155 (F)	115
180 (H)	130

Figura 1. Circuito equivalente de motor de inducción



IV.3.2.2.3

Prueba de impedancia (rotor bloqueado)

El procedimiento es el siguiente:

- a) Se utilizan los mismos procedimientos que se indican en los incisos IV.3.2.1.1 o IV.3.2.1.2 con la única diferencia de que la prueba se efectúa al 25% de la frecuencia nominal. El valor exacto de la frecuencia debe de ser anotado.
- b) Es necesario que los datos de impedancia se obtengan haciendo la prueba a frecuencia reducida a fin de obtener lo más exacto posible los valores de resistencia del rotor y de reactivancias requeridos para el cálculo.

IV.3.2.2.4

Cálculo para la determinación de los parámetros

La secuencia de cálculos en la determinación de los parámetros IV.3.2.2.4 (A).

Determinación de las características de funcionamiento. Una vez obtenidos los parámetros del circuito equivalente, las características de funcionamiento del motor a cualquier valor dentro del rango de carga se obtienen siguiendo la secuencia de cálculo mostrados en la figura IV.3.2.2.4 (B). Los cálculos se han ordenado de tal forma que su programación en una computadora puede hacerse fácilmente.

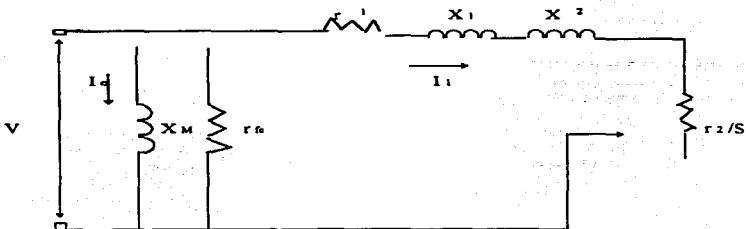
En la forma IV.3.2.2.4 (C), los resultados de las pruebas en vacío de impedancia, los parámetros del circuito equivalente y las características de funcionamiento a 25, 50, 75, 100 y 125% de carga nominal son resumidos.

IV.3.2.2.5

Circuito equivalente modificado

El circuito equivalente mostrado en la figura 2 es una modificación del circuito equivalente de la figura 1, a partir del cual se determina el valor de par máximo.

Figura 2. Circuito equivalente modificado de motor de inducción



IV.3.2.2.5.1

Potencia máxima

En el circuito de la figura 2 se tendrá una máxima potencia en r_2/s cuando:

$$r_2/s = \sqrt{r_1^2 + (X_1 + X_2)^2} \quad (1)$$

$$P_{max} = (m I_1^2) (r_2/s) \quad (2)$$

donde:

$$I_1 = \frac{V}{\sqrt{(r_1 + r_2/s)^2 + (X_1 + X_2)^2}} \quad (3)$$

Sustituyendo (3) en (2), tenemos:

$$P_{max} = \frac{m V^2}{2 (r_1 + \sqrt{r_1^2 + (X_1 + X_2)^2})} \quad (4)$$

Ahora bien, para un circuito trifásico $m = 3$ (número de fases), por lo que la ecuación queda:

$$P_{max} = \frac{3 V^2}{2 (r_1 + \sqrt{r_1^2 + (X_1 + X_2)^2}} \quad (5)$$

Expresando el par máximo en función de la potencia máxima:

$$T_{nom} = \frac{\frac{P_{max}}{2 \pi f}}{P/2} \quad (6)$$

El par nominal del motor viene dado por:

$$T_{nom} = \frac{1000 W_{nom}}{\frac{2 \pi f}{P/2} (1 - S_{nom})} \quad (7)$$

Finalmente el par máximo expresado en porcentaje del par nominal será:

$$T_{max} (\%) = \frac{3 V^2 (1 - S_{nom})}{2 (r_1 + \sqrt{r_1^2 + (X_1 + X_2)^2}) 1000 W_{nom}} 100 \quad (8)$$

IV.3.2.2.4 (A)

Forma de cálculos

Forma para la secuencia de cálculos en la determinación de los parámetros del circuito equivalente:

a) Nomenclatura.

A menos de que otra cosa se especifique, todas las impedancias, admittancias y tensiones son por fase y en conexión estrella. Los valores de potencia real y aparente son totales del motor.

V	-	Tensión (V)
f	-	Frecuencia (Hz)
I _l	-	Corriente de línea o del estator (A)
I ₂	-	Corriente del rotor (A)
S	-	Deslizamiento expresado por unidad
m	-	Número de fases
r ₁	-	Resistencia del estator (Ω) corregida a la temperatura de referencia
r ₁₀	-	Resistencia del estator (Ω) a la temperatura durante la prueba de vacío
r _{1L}	-	Resistencia del estator (Ω) en la prueba de impedancia
r ₂	-	Resistencia del rotor (Ω) referida al estator y corregida a la temperatura de referencia
R _{2L}	-	Resistencia del rotor (Ω) referida al estator en la prueba de impedancia
X ₁	-	Reactancia de dispersión del estator (Ω)
X ₂	-	Reactancia de dispersión del rotor (Ω) referida al estator
X _m	-	Reactancia de magnetización (Ω)
b _m	-	Susceptancia de magnetización (Ω^{-1})
r _{fe}	-	Resistencia del núcleo (Ω)
g _{fe}	-	Conductancia del núcleo (Ω^{-1})
VAR	-	Potencia reactiva nominal (VAR)
W _{nom}	-	Potencia real nominal (W)
W _h	-	Pérdidas del núcleo (W)
W _f	-	Pérdidas de fricción y ventilación (W)
W _{ax}	-	Pérdidas Extrañas o Indeterminadas (W)
I _{nom}	-	Corriente a plena carga de diseño o placa (A)

Subíndices

L	-	Cantidades pertenecientes a la prueba de impedancia
O	-	Cantidades pertenecientes a la prueba en vacío

b) Procedimiento

- b.1) Estimación del valor X_1 / X_2 . Cuando los detalles de diseño están disponibles, use la razón calculada (X_1 / X_2), de otra forma use los valores de la tabla 4.

Tabla 3 Valores de la razón (X_1 / X_2), estimados de acuerdo al diseño del motor.

Diseño del motor	Razón (X_1 / X_2)
A y D	1.00
B	0.67
C	0.43

b.2) Determinación del valor (X_1 / X_2)

$$VAR_o = \sqrt{(m V I_o)^2 - W^2_o}$$

$$VAR_L = \sqrt{(m V_L I_{IL})^2 - W^2_L}$$

Resuelva la siguiente ecuación para X_m , asumiendo un valor de X_1 / X_m

$$X_m = \frac{mV^2_o \quad I^2}{VAR_o - m P^2_{10} X_1 \quad I + X_1 / X_m} \quad (1)$$

Resuelva la siguiente ecuación para X_{IL} , usando el valor de X_m obtenido anteriormente.

$$X_{IL}^2 \frac{VAR_L}{(I + X_1 / X_2 + X_1 / X_m) (m I_{IL})^2} = \left(\frac{X_1}{X_2} + \frac{X_1}{X_m} \right) \quad (2)$$

Resuelva la siguiente ecuación para X_1

$$X_1 = \frac{f}{f_L} X_{IL} \quad (3)$$

Resuelva la ecuación (1) para X_m usando el valor de X_1 obtenido en el paso anterior. Calcule la relación entre (X_1 / X_m) de cálculo de (X_1 / X_m) asumida, la cual deberá estar dentro del rango de 1.00 ± 0.01 , sino es así continúe iterando hasta obtenerlo.

b.3) Una vez obtenido lo anterior, solución de las siguientes ecuaciones:

$$b_m = \frac{I}{X_m} \quad (4)$$

$$X_2 = \frac{X_1}{(X_1 / X_2)} \quad (5)$$

$$W_b = W_o - W_r - m I^2 r_{10} \quad (6)$$

$$g_{fs} = \frac{W_b}{m V^2 o} (1 + X_1 / X_m)^2 \quad (7)$$

$$r_{fs} = \frac{I}{g_{fs}} \quad (8)$$

$$r_{2L} = \frac{\frac{W_L}{m I^2 I_L} - r_{1L}}{1 + \frac{X_1}{X_2} \frac{X_1^2}{X_m} - \frac{X_2^2}{X_1}} (X^2 I_L g_{fs}) \quad (9)$$

$$r_2 = r_{2L} \frac{I_s + K}{I_f + K} \quad (10)$$

donde

t_r	Temperatura de referencia ($^{\circ}$ C) (véase la tabla 3)
t_a	Temperatura ambiente ($^{\circ}$ C) cuando se mide la resistencia del estator en frío.
K	234.5 para cobre puro
K	225.0 para aluminio basado en un volumen de conductividad del 62%.

Para la determinación de las pérdidas indeterminadas o parásitas, una estimación adecuada es la expuesta en la tabla 5, bajo la siguiente ecuación:

$$W_{ax} = K_{ax} W_{nom} \quad (11)$$

Para otras capacidades no incluidas en la tabla anterior se puede seguir la secuencia del inciso IV.3.2.2.4 (B) en la obtención de las pérdidas indeterminadas W_{ax1} (se consideran 0.5% de la potencia nominal a corriente a plena carga):

$$W_{ax1} = 0.005 W_{nom}$$

Tabla 5 Estimación de las pérdidas indeterminadas

Potencia nominal (W_{nom}) de salida (kW) (CP)	Constante de estimación de pérdidas indeterminadas (k_{ax})
Mayor de 37.3 (50) hasta 149.2 (200)	0.018
Mayor de 49.2 (200) hasta 596.8 (800)	0.015
Mayor de 596.8 (800) hasta 1865 (2500)	0.012
Mayor de 1865 (2500)	0.009

IV.3.2.2.4(B)

Determinación de las características de funcionamiento

El cálculo se inicia asumiendo un valor de deslizamiento S, correspondiente al valor esperado de velocidad para plena carga o cualquier otro punto de carga. Para la operación como motor, S es positivo así como todos los valores numéricos anotados en las ecuaciones. Los números entre paréntesis representan el número de ecuación correspondiente.

Número de ecuación

Descripción

1	S = Deslizamiento (por unidad)
2	r_2 / S
3	X_2
4	$Z_2^2 = (2)^2 + (3)^2$
5	$g_2 = (2) / (4)$
6	g_{sp}
7	$g = (5) + (6)$
8	$b_2 = (3) / (4)$
9	b_m
10	$b = (8) + (9)$
11	$Y^2 = (7)^2 + (10)^2$
12	$r_g = (7) / (11)$
13	$r_1 =$ resistencia por fase
14	$r = (12) + (13)$
15	$X_g = (10) / (11)$
16	X_1
17	$X = (15) + (16)$
18	$z = \sqrt{(14)^2 + (17)^2}$
19	$I_1 = V / (18)$
20	$I_2 = I_1 / \sqrt{(4)} (11)$
21	Potencia de entrada = $m (19)^2 (14)$
22	Potencia de entrada por rotor = $m (19)^2 (2)$
23	Pérdidas en el estator = $m (19)^2 (13)$
24	Pérdidas del núcleo = $m (19)^2 (6) / (11)$
25	Pérdidas del rotor = $(1) (22)$
26	Pérdidas de fricción y ventilación = $W r$
27	$W_{ax} = W_{ax1} \{ (20) / I_{nom} \}^2$
28	Pérdidas totales = $(23) + (24) + (25) + (26) + (27)$
29	Potencia de salida (W) = $(21) - (28)$ (véase nota)
30	Eficiencia (%) = $100 (1 - (28) / (21))$
31	Factor de potencia (%) = $100 (14) / (18)$
32	Potencia de salida (CP) = $(29) / 746$
33	Velocidad = $(1 (1))$ Velocidad Sincrona
34	Par = $K_1 (29) / (33)$
	$K_1 = 7.043$ (Si par en Lb r Pie)
	$K_1 = 112.69$ (Si par en oz r Pie)
	$K_1 = 9.549$ (Si par en N m)

Nota: Una vez obtenida la potencia de salida, se compara contra el valor de potencia al cual se quiere conocer las características de funcionamiento. En caso de existir diferencia, el valor de deslizamiento se ajusta hasta obtener la igualdad.

IV. Características de funcionamiento

Parámetros	(% de carga nominal)				
	25	50	75	100	125
Potencia (kW)					
Velocidad (RPM)					
Corriente de línea (A)					
Eficiencia (%)					
Factor de Potencia (%)					

IV.3.2.3 Prueba de nivel de ruido

Se entiende por nivel de ruido los valores que caracterizan todos los ruidos que se originan en una máquina de funcionamiento, sin distinguir entre las propiedades de los ruidos. El motor tiene que ser nuevo y completo en todas sus partes, el procedimiento es el siguiente:

- a) Colocar el motor en un sitio donde exista el menor ruido ambiental.
- b) Colocar los micrófonos y accesorios o el equipo de medición, a 1 m de distancia del cuerpo del motor sobre su línea de centros.
- c) Se hace funcionar el motor a frecuencia y tensión nominales en vacío y se toman las lecturas de nivel de ruidos.
- d) El procedimiento se puede repetir de común acuerdo entre fabricante y el consumidor, para el lado opuesto, tomando como base la media aritmética.
- e) Se reportarán los valores medidos, que no deberán ser mayores a los establecidos en la tabla 8.

IV.3.2.4 Determinación de par máximo

Esta prueba se realizará a motores cuya capacidad sea menor o igual de 373 kW (500 CP). El procedimiento es el siguiente:

- a) Se arranca el motor sin carga acoplado al electrodinamómetro a tensión y frecuencia nominales.
- b) Se comienza a suministrarle carga, aumentándola en incrementos no mayores del 25% de la carga nominal.
- c) Se mide la velocidad y el par a estas diferentes cargas y el momento en que el par medido corresponde al 90% del par máximo supuesto, debe incrementarse hasta donde sea posible el número de lecturas.

Nota: El par máximo es el correspondiente a la lectura de la báscula en el instante en que la velocidad decrete subitamente. Véase curvas de la figura 1 sección II.

IV.3.2.3 PRUEBAS DE PROTOTIPO

IV.3.2.3.1 Potencia nominal y Corriente a Plena Carga

Se utiliza el procedimiento del inciso IV.3.3.4.3, pero solo para el valor a plena carga y se miden y registran los siguientes parámetros:

- a) Promedio de corrientes de línea
- b) Velocidad (RPM)
- c) Par del motor corregido y
- d) Potencia de salida

Nota:

$$P_{\text{salida (kW)}} = \frac{T \times \text{Velocidad (RPM)}}{K_p}$$

donde:

T	(ver inciso IV.3.2.1 (c))
velocidad	(ver inciso IV.3.2.1 (b))
K _p	9549 si el par es dado en N m
K _p	974 si el par es dado en kgf m

IV.3.2.3.2 Determinación del Incremento de Temperatura.

Esta prueba se realiza a cualquier tipo de motores de los clasificados en esta norma.

IV.3.2.3.2.1 Condiciones de prueba

- a) El valor de la temperatura ambiente durante la prueba de un motor deberá ser perfectamente mayor de 283.15 K (10° C) y menor de 313.15 K (40° C)
- b) Tiempo de prueba.
- Para motores de servicio continuo la prueba debe prolongarse hasta que se alcance el equilibrio térmico es decir cuando la temperatura de los devanados es practicamente constante.
- c) Cualquier prueba de temperatura debe efectuarse bajo las condiciones nominales de placa del motor.
- d) El método de carga deberá ser alguno de los siguientes:
- Carga real, la máquina es cargada en condiciones nominales.
 - Carga equivalente la máquina no es cargada.

IV.3.2.3.2.2 Método de carga real

La muestra consiste en un motor nuevo y completo en todas sus partes, no se requiere ninguna preparación especial, el procedimiento es el siguiente:

IV.3.2.3.2.2.1 Determinación de la temperatura ambiente.

La temperatura ambiente, debe mantenerse promediando la temperatura de varios termómetros colocados en diferentes puntos, alrededor y en la parte media superior del

motor, a una distancia de 1 a 2 metros y protegidos de toda radiación de calor y corriente de aire. Cuando la temperatura ambiente pueda variar a tal grado que resulten errores al determinar el diferencial de temperatura, los termómetros deben colocarse en copas con paredes gruesas de metal y llenas de un líquido adecuado como por ejemplo aceite.

Una forma conveniente de esta copa con aceite es la que se obtiene al barrenar un cilindro metálico. Este barreno se llena en aceite y se introduce el termómetro quedando su bulbo completamente sumergido.

Las variaciones en la indicación del termómetro en relación con la rapidez de cambio de temperatura, depende en gran parte del tamaño, la masa y la clase del material del cilindro o copa y pueden ser reguladas mediante la cantidad de aceite que se coloque en la misma.

Mientras más voluminoso sea el aparato que se prueba, mayor debe ser el tamaño del cilindro utilizado como copa. Las dimensiones mínimas de esta copa deben ser: diámetro 25 mm. y altura 50 mm.

El valor adoptado para la temperatura del ambiente durante la prueba, debe ser el promedio de las lecturas de los termómetros, tomadas a intervalos iguales, durante el último cuarto del tiempo de duración de la prueba.

IV.3.2.2.2 Procedimiento

Para determinar la temperatura de los devanados y otras partes del motor, se usa uno de los siguientes métodos: de termómetros, de resistencia o de detector de temperaturas preinsertado (termopar o detector de temperatura tipo resistencia).

- (a) Método del termómetro. Este método se aplica en el caso en que el detector interno de temperatura o el método de resistencia no son aplicables.

La temperatura se determina colocando termómetros en las superficies accesibles del motor. El término termómetro comprende también a los termopares y termómetros de resistencia, aplicados a los puntos inaccesibles para termómetros de bulbo.

Si se emplean termómetros de bulbo en lugares en donde exista campo magnético o vibración, deben preferirse los termómetros de alcohol a los termómetros de mercurio, por su mayor exactitud.

- (b) Método de resistencia. Este método se usa para determinar el incremento de temperatura de los devanados que no emplean detectores de temperatura internos.

En este método la elevación de temperatura en los devanados, se termina por los incrementos de resistencia de los mismos.

Para la determinación del aumento de temperatura $t_2 - t_1$ de los devanados de cobre o aluminio, por el incremento de resistencia, se aplica la siguiente fórmula:

$$R_2 = R_1 \frac{t_2 + K}{t_1 + K}$$

donde:

R 1	Resistencia inicial del devanado en frío (Ω)
R 2	Resistencia del devanado al final de la prueba (Ω)
t 1	Temperatura en grados K ($^{\circ}$ C), del devanado en frío, en el momento inicial de la prueba.
t 2	Temperatura en grados K ($^{\circ}$ C), del devanado al final de la prueba.
K	234.5 para cobre puro
K	225.0 para aluminio basado en un volumen de conductividad del 62%.
Δt	Incremento de temperatura en grados K ($^{\circ}$ C)

Para propósitos prácticos, puede emplearse la siguiente forma, de la fórmula anterior:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{R_2}{R_1} (t_1 + K) - (t_1 + K)$$

agrupando se tiene:

$$R_2 = R_1 \frac{(t_2 - t_1) + (t_1 + K)}{(t_1 + K)}$$

Cuando la temperatura del devanado vaya a determinarse por el método de resistencia, antes de la prueba, debe comprobarse por termómetro que sea prácticamente la misma que la del ambiente.

- (c) **Método del detector de temperatura preinsertado.** Los detectores de temperatura preinsertados, son termómetros de resistencia o termopares preinsertados en el embobinado durante la construcción del motor, en los puntos que son inaccesibles, con el motor y ensamblado.

Deben montarse, convencionalmente distribuidos alrededor de la circunferencia y colocados en la parte media del núcleo, en lugares donde puedan ocurrir las mayores elevaciones de temperatura. Cada detector se instala en contacto directo, con la superficie cuya temperatura debe medirse, y en tal forma que quede protegido contra el contacto del aire de enfriamiento. En casos en que no se desee el uso de detectores internos de temperatura, pueden omitirse de común acuerdo entre el cliente y el fabricante, debiendo entonces emplearse el método de resistencia con el mismo límite de elevación de temperatura.

Los detectores deben colocarse de la siguiente forma:

- (I) **Para motores de devanados con dos lados de bobina por ranura:**

Se coloca cada detector entre los lados aislados de bobinas, dentro de la ranura.

- (II) **Para motores con devanados con más de dos lados de bobina por ranura:**

Cada detector se debe colocar entre los lados aislados de bobinas, en el lugar donde se espera se produzca la mayor elevación de temperatura.

- (III) **Para motores de devanados con un lado de bobina por ranura:**

No es recomendable usar en este tipo de devanados, un detector interno de temperatura, por lo que es más conveniente usar el método de resistencia.

Para medir la temperatura de estos devanados en servicio, el uso de un detector interno en el fondo de la ranura es de poco valor, porque registra principalmente la temperatura del núcleo de hierro. Un detector colocado entre la bobina y la muñ, acusa mejor la temperatura del devanado, obteniéndose mejores resultados, aún cuando la temperatura en ese punto sea menor.

- d) Alcanzando el equilibrio térmico (ver inciso IV.3.3.2.1 (b)), desenergizar el motor y en el intervalo indicado en la tabla 6, medir y registrar los siguientes parámetros:
- Resistencia de línea del estator (Ω)
 - Temperatura de los devanados (K) o ($^{\circ}$ C)

Tabla 6. Período para la medición de parámetros (ver inciso IV.3.3.2.2 (d))

Capacidad en kW (CP)	Tiempo de retardo para la medición en seg.
37.3 (50) ó menor	30

Nota: Si el tiempo de retardo dado en la tabla anterior es excesivo, graficar una curva basada en la resistencia a través de las terminales con al menos 5 puntos en un intervalo de 60 segundos para determinar los valores de retardo dados en la tabla.

IV.3.3.2.3 Método de carga equivalente

El método de carga equivalente es de gran utilidad para medir la elevación de temperatura de máquinas de inducción especialmente de gran tamaño por las siguientes razones:

- No requiere equipo de carga y generación de energía de capacidad comparable con la de la máquina que se quiere probar.
- No necesita acoplarse ninguna carga, lo cual ahorra mucho tiempo, especialmente en motores de gran capacidad o motores verticales.
- No hay elementos de carga que consuman energía en forma de calor, lo cual es bastante significativo en motores de gran capacidad.

La prueba consiste en aplicar simultáneamente dos tensiones de diferente magnitud y frecuencia al motor bajo prueba. Una de las tensiones será de magnitud y frecuencia nominales, la otra será de una frecuencia que usualmente es menor y su magnitud debe ajustarse para que en las terminales del motor exista la corriente nominal equivalente al valor a plena carga.

La figura 3 muestra un arreglo típico de conexiones para realizar la prueba. Al operar el motor en las condiciones anteriormente mencionadas, el motor girará a una velocidad menor a la sincrónica con respecto a la fuente de frecuencia nominal, por lo que trabajará como motor; sin embargo, respecto a la fuente de menor frecuencia, el motor actuará como un generador de inducción.

Las pérdidas en el cobre ($I^2 R$) del primario del motor, cuando el valor de corriente sea igual, serán las mismas que en una prueba con carga real. La tensión en las terminales del motor también se ajusta al valor nominal de tensión del motor y por tanto, se puede esperar que el flujo magnético y las pérdidas del núcleo sean aproximadamente iguales a las obtenidas en una prueba con carga real.

Nota: Antes de aplicarle al motor las dos fuentes de tensión simultáneamente, debe verificarse que la secuencia de fases sea la misma, ya que de lo contrario puede provocarse un sobrecalentamiento excesivo del motor. Para verificar el sentido puede conectarse por separado ambas fuentes y si el motor gira en la misma dirección en ambos casos, la secuencia de fases será la misma, en caso contrario intercambie dos fases de la fuente que haga girar el motor en el sentido inverso al establecido.

El procedimiento es el siguiente.

- a) Se arranca el motor con la fuente de tensión y frecuencia nominales únicamente; luego aplique la tensión de la fuente auxiliar incrementando lentamente la corriente de excitación del generador auxiliar.
- b) En general, la magnitud de la tensión de la fuente auxiliar es aproximadamente el 20% de la tensión nominal del motor. En cuanto a la proporción de las frecuencias, se recomienda una separación entre ellas de aproximadamente 10 Hz. Una combinación de frecuencia adecuada es de 50 y 60 Hz.
- c) Una vez que se obtengan en las terminales del motor la tensión y las frecuencias nominales, se mantiene el motor operando hasta que se logre el equilibrio térmico, y entonces se mide la temperatura de los devanados (ver inciso IV.3.3.2.1 (b)).
- d) El incremento de temperatura debe de ser la diferencia entre el valor medido y la temperatura ambiente al momento de realizar la prueba y este valor debe cumplir con los valores de la tabla 3.

Nota: Es posible que se necesite hacer ajustes a las tensiones de ambas fuentes (inciso IV.3.3.2(a)) para lograr la tensión y la corriente nominales, en las terminales del motor.

Las temperaturas obtenidas por el método de carga equivalente en general son mayores que las obtenidas por el método de carga real.

Este método sirve únicamente para medir la elevación de temperatura y no para calcular eficiencia, factor de potencia o medir vibración.

IV.3.3.3 Prueba de sobrevelocidad

Se efectuará a motores de más de 373 kW (500 CP) y servirá para verificar que el rotor soporte, sin daño o deformación permanente, la sobrevelocidad definida en la tabla 6, el procedimiento es el siguiente:

- (a) Se opera el motor en vacío y se varia la velocidad a través de una fuente de frecuencia variable o un motor auxiliar de velocidad variable y se hace girar hasta la velocidad especificada en la tabla 7 y se mantiene funcionando así durante 2 minutos.
- (b) Al finalizar la prueba, se mide el entrehierro para verificar que el motor no sufrió deformaciones permanentes.
- (c) Como resultado de la prueba, no deben presentarse ruidos extraños o de contacto entre el rotor y el estator, ni deben presentarse deformaciones en el rotor. No se toman en cuenta los ruidos provocados por los abanicos del motor.

Figura 3. Diagrama esquemático de conexión para la prueba de carga equivalente.

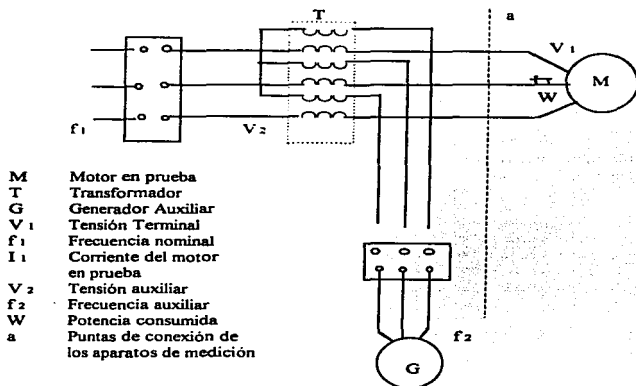


Tabla 7. Sobrevelocidad que deben soportar, en caso de emergencia, los motores sin sufrir daño mecánico.

Velocidad sincrona del motor (RPM)	Sobrevelocidad, porciento de la velocidad sincrona
1800 o menor	25
mayor de 1800	20

IV.3.3.4 Método para la determinación de eficiencia

Este método tiene como particularidad la medición indirecta de las pérdidas indeterminadas y medición directa de las pérdidas por efecto Joule en los devanados del estator y rotor (I^2R) y las pérdidas por fricción y ventilación.

IV.3.3.4.1 Temperatura inicial.

La medición de las temperaturas iniciales de los devanados se hace de acuerdo a cualquiera de los incisos IV.3.3.2.2.2(a,b,c), registrándose los siguientes parámetros:

- (a) resistencia de línea del estator y
- (b) Temperatura de los devanados.

IV.3.3.4.2 Parámetros de funcionamiento

Alcanzando el equilibrio térmico (ver inciso IV.3.2.2.1 (b)) a tensión y frecuencia nominales y a plena carga, medir y registrar los siguientes parámetros:

- (a) Resistencia de línea del estator ver inciso IV.3.3.2.2.2 (d).
- (b) Temperatura de los devanados ver inciso IV.3.3.2.2.2 (d).
- (c) Temperatura ambiente ver inciso IV.3.3.2.2.1.

IV.3.3.4.3 Prueba con carga

Aplicando el voltaje y la frecuencia nominal al motor y variando la carga desde 25% hasta 100%, inclusive determinar 4 puntos espaciados aproximadamente igual y dos puntos que se escojan desde 100% y que no excedan 150% de la carga. Determinar los siguientes parámetros por cada uno de los 6 puntos.

- (a) Par del motor corregido (ver Apéndice B).
- (b) Potencia de entrada
- (c) Promedio de las corrientes de línea
- (d) Velocidad (RPM)
- (e) Promedio de temperaturas de los devanados por cada punto
- (f) Temperatura ambiente
- (g) Promedio del voltaje en terminales y
- (h) Potencia de salida

Nota: Las mediciones se iniciarán en el mayor valor de carga e irá descendiendo hasta el menor.

$$P_{\text{salida}} \text{ (kW)} = \frac{T \times \text{Velocidad (RPM)}}{K_p}$$

donde:

T	(ver inciso IV.3.3.4.3 (a))
velocidad	(ver inciso IV.3.3.4.3 (d))
K_p	9549 si el par es dado en N m
K_p	974 si el par es dado en kgf m

IV.3.3.4.4 Pérdidas en vacío

Desconecte la carga del motor y aplique el voltaje y la frecuencia nominales hasta que las pérdidas en vacío se establezcan. Las pérdidas en vacío se estabilizan cuando la potencia de entrada varíe 3% o menos, después de 2 mediciones consecutivas con un lapso de 30 minutos entre mediciones.

IV.3.3.4.5 Pruebas de vacío

Con el motor operando en vacío a frecuencia nominal se variará el voltaje entre el 125% y 60% del voltaje nominal para 3 puntos separados aproximadamente igual y para otros 3 puntos menores al 50% y hasta aproximadamente 20% del voltaje nominal o el punto donde la corriente de línea alcance el valor mínimo antes de la inestabilidad, para cada punto de voltaje medir y registrar los siguientes parámetros:

- Promedio del voltaje aplicado
- Promedio de la corriente de línea
- Potencia de entrada sin carga y
- Promedio de Temperatura de los devanados en cada punto

IV.3.3.4.6 Pérdidas por efecto Joule I^2R_{estator}

Para calcular las pérdidas por efecto Joule en los devanados del estator en cada uno de los 6 puntos del inciso IV.3.3.4.3 se usará la siguiente ecuación:

$$I^2R_{\text{estator}} = 0.0015 I^2 R_s \text{ (kW)}$$

donde:

- I Promedio de la corriente de línea de acuerdo al inciso IV.3.3.4.3
R. Promedio de la resistencia de línea como fue medida en el inciso IV.3.3.4.1 (a) corregidas a la temperatura de los devanados del inciso IV.3.3.4.3 (e) como sigue.

$$R_s = R_t \frac{t_s + K}{t_t + K}$$

donde:

- R_s: Valor medido de la resistencia del devanado (ver inciso IV.3.3.4.1 (a))
t_s: Temperatura del devanado (° C) (ver inciso IV.3.3.4.3 (e))
t_t: Temperatura del devanado en frío (ver inciso IV.3.3.4.1.(b))
K: 234.5 para cobre puro
K: 225.0 para aluminio basado en un volumen de conductividad del 62%.

Nota: Para otros materiales de los devanados el valor de K será el especificado para el material.

IV.3.3.4.7 Segregación de pérdidas en vacío

Para determinar las pérdidas del núcleo y las pérdidas por fricción y ventilación a partir de las pérdidas sin carga (calculadas en el inciso IV.3.3.4.5) seguir el siguiente procedimiento:

- (a) Las pérdidas del núcleo y las pérdidas de fricción y ventilación, serán consideradas independientes a la carga por este método y los valores calculados sin carga pueden ser usados para cada uno de los 6 puntos del inciso IV.3.3.4.3.
(b) Para cada uno de los valores de voltaje del inciso IV.3.3.4.5 restar de la potencia de entrada sin carga (ver inciso IV.3.3.4.5 (c)) de las pérdidas en los devanados del estator que se calculan con la siguiente ecuación:

$$I^2 R_{\text{estator}} = 0.0015 I^2 R_s \text{ (kW)}$$

donde

- I Corriente de línea sin carga (ver inciso IV.3.3.4.5 (b))
 R_s Promedio de la resistencia de línea como fue medida en el inciso IV.3.3.4.1 (a) corregidas a la temperatura de los devanados del inciso IV.3.3.4.5 (d) como sigue:

$$R_s = R_t \frac{t_s + K}{t_t + K}$$

donde:

- R_t Valor medido de la resistencia del devanado (ver inciso IV.3.3.4.1 (a))
 t_s Temperatura del devanado (° C) (ver inciso IV.3.3.4.5 (d))
 t_t Temperatura del devanado en frío (ver inciso IV.3.3.4.1 (b))
 K 234.5 para cobre puro
 K 225.0 para aluminio basado en un volumen de conductividad del 62%

Nota: Para los otros materiales de los devanados el valor de K será el especificado para el material.

- (c) Para cada valor de voltaje entre 125% y 60% del valor nominal graficar una curva de la potencia de entrada sin carga menos las pérdidas en los devanados del estator según inciso IV.3.3.4.7 (b), contra el voltaje;
- (d) Para cada valor de voltaje entre 50% y 20% del valor nominal o hasta el punto donde la corriente de línea alcanza el valor mínimo, graficar los valores de potencia sin carga menos las pérdidas en los devanados del estator según inciso IV.3.3.4.7 (b), contra el cuadrado del voltaje, para determinar las pérdidas por fricción y ventilación se extrapolará esta línea a voltaje igual a cero;
- (e) De la curva obtenida del inciso IV.3.3.4.7 (c) al 100% del voltaje nominal, el valor de las pérdidas del núcleo se encontrará restando de la potencia de entrada sin carga los valores de las pérdidas en los devanados del estator según inciso IV.3.3.4.7 (b) y las pérdidas de fricción y ventilación según inciso IV.3.3.4.7 (d).

IV.3.3.4.8 Pérdidas por efecto Joule I² R rotor

Para calcular las pérdidas por efecto Joule en el devanado del rotor (I² R) en cada uno de los 6 puntos medidos en el inciso IV.3.3.4.3 se usará la siguiente ecuación:

$$\text{Pérdida I}^2 \text{ R rotor} = (\text{potencia entrada (inciso IV.3.3.4.3 (b))} - \text{pérdida I}^2 \text{ R estator (inciso IV.3.3.4.6)} - \text{pérdidas del núcleo (inciso IV.3.3.4.7 (e))}) \times S$$

donde:

S es el deslizamiento en por unidad de una velocidad sincrónica.

$$S = \frac{\text{velocidad sincrónica} - \text{velocidad media (inciso IV.3.3.4.3 (d))}}{\text{velocidad sincrónica}}$$

IV.3.3.4.9 Pérdidas Indeterminadas.

Para calcular las pérdidas indeterminadas o parásitas en cada uno de los 6 puntos medidos en el inciso IV.3.3.4.3 primero se calcula la potencia residual como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Potencia residual} &= \text{Potencia entrada (ver inciso IV.3.3.4.3 (b))} - \\ &\quad \text{Potencia salida (ver inciso IV.3.3.4.3 (h))} - \\ &\quad \text{Pérdida I}^2 \text{ R estator (ver inciso IV.3.3.4.6))} - \\ &\quad \text{Pérdidas del núcleo (ver inciso IV.3.3.4.7 (e))} - \\ &\quad \text{Pérdida por fricción y ventilación (ver inciso} \\ &\quad \text{IV.3.3.4.7 (d))} - \\ &\quad \text{Pérdida I}^2 \text{ R rotor (ver inciso IV.3.3.4.8)} \end{aligned}$$

Para suavizar la curva de la potencia residual será usado el análisis de regresión lineal (ver Apéndice A):

$$\text{Potencia residual} = AT^2 + B$$

donde:

- T Par del motor corregido (ver inciso IV.3.3.4.3 (a))
- A Pendiente de la curva
- B Ordenada al origen

Si el coeficiente de correlación es menor que 0.9, elimine el peor punto y recalculé A y B. Si el valor se incrementa p.e. y > 0.9 use el segundo cálculo. Si no, la prueba fue insatisfactoria, indicando errores en la instrumentación o de lectura de valores, o ambas. La fuente de estos errores debe ser investigada y corregida, para posteriormente repetir las pruebas. Cuando el valor de A (pendiente de la curva) es establecida de acuerdo al párrafo anterior, las pérdidas indeterminadas o parásitas para cada uno de los 6 puntos del inciso IV.3.3.4.3 pueden ser calculados como sigue:

$$Pérdidas Indeterminadas = AT^2$$

donde:

- T Par del motor corregido (ver inciso IV.3.3.4.3 (a))
- A Pendiente (ver inciso IV.3.3.4.9)

IV.3.3.4.10 Corrección por temperatura para pérdidas $I^2 R$ estator

Para calcular las pérdidas por efecto Joule en los devanados del estator corregidas de la temperatura medida en el inciso IV.3.3.4.2 a una temperatura ambiente de 25° C para cada uno de los 6 puntos medidos en el inciso IV.3.3.4.3 se usará la siguiente ecuación:

$$I^2 R_{estator} (corregida) = 0.0015 I^2 R_s (corregida) (kW)$$

donde:

- I Promedio de la corriente de línea medida según el inciso IV.3.3.4.3 (c)
- R_s Promedio de la resistencia del estator medida según el inciso IV.3.3.4.2 (a) y corregida a una temperatura ambiente de 25° C de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$R_s (corregida) = R_s \frac{t_s + K}{t_t + K}$$

donde:

- R: Promedio de la resistencia del estator (ver inciso IV.3.3.4.2. (a))
- t_s: Temperatura del devanado (° C) (ver inciso IV.3.3.4.2 (b)) corregida a una temperatura ambiente de 25° C (t_a = IV.3.3.4.2 (b) + 25° C - IV.3.3.4.2. (c))
- t_f: Temperatura del devanado en frío (ver inciso IV.3.3.4.2 (b))
- K: 234.5 para cobre puro
- K: 225.0 para aluminio basado en un volumen de conductividad del 62%.

IV.3.3.4.11 Corrección por temperatura para pérdidas I²R rotor

Para calcular las pérdidas por efecto Joule en los devanados del rotor corregidas de la temperatura medida en el inciso IV.3.3.4.2 a una temperatura ambiente de 25° C para cada uno de los 6 puntos medidos en el inciso IV.3.3.4.3 se usará la siguiente ecuación:

$$\text{Pérdida I}^2 \text{R rotor (corregida)} = (\text{potencia entrada (IV.3.3.4.3 (b))} \\ - \text{pérdida I}^2 \text{R estator (corregida) (inciso IV.3.3.4.10)} - \\ \text{pérdidas del núcleo (inciso IV.3.3.4.7 (e))}) \times S \\ \text{(corregido)}$$

donde:

$$S \text{ (corregido)} = S \frac{t_s + K}{t_f + K}$$

donde:

- S (corregido): Deslizamiento en por unidad de la velocidad sincrona corrigiendo de la temperatura del devanado del estator del inciso IV.3.3.4.2. (b) a una temperatura ambiente de 25° C.
- S: Deslizamiento en p.u. de la velocidad sincrona medida de acuerdo al inciso IV.3.3.4.3 (d) y previamente calculado en el inciso IV.3.3.4.8.
- t_s: Temperatura del devanado de estator (inciso IV.3.3.4.2 (b)) y corregida a una temperatura ambiente de 25° C. (t_a = IV.3.3.4.2 (b) + 25° C - IV.3.3.4.2 (c)).
- t_f: Temperatura del devanado del estator en frío (ver inciso IV.3.3.4.3 (e))
- K: 234.5 para cobre puro

K

225.0 para aluminio basado en un volumen de conductividad del 62%.

IV.3.3.4.12 Potencia de salida

Para calcular la potencia de salida corregida a la temperatura para cada uno de los 6 puntos del inciso IV.3.3.4.3 utilice la siguiente ecuación:

$$\text{Potencia salida (corregida)} = \text{potencia entrada} - \text{pérdidas (corregidas)}$$

donde:

$$\begin{aligned} \text{potencia entrada} \\ \text{pérdidas (corregidas)} \end{aligned} = \begin{aligned} &\text{medida de acuerdo al inciso IV.3.3.4.3 (b)} \\ &\text{pérdidas del núcleo (inciso IV.3.3.4.7 (e)) +} \\ &\text{pérdida por fricción y ventilación (inciso IV.3.3.4.7} \\ &\text{(d)) +} \\ &\text{pérdida } I^2 R_{\text{estator}} \text{ (corregida) (inciso IV.3.3.4.10) +} \\ &\text{pérdida } I^2 R_{\text{rotor}} \text{ (corregida) (inciso IV.3.3.4.11)} \end{aligned}$$

IV.3.3.4.13 Eficiencia

Para calcular la eficiencia η en cada uno de los 6 puntos del inciso IV.3.3.4.3 se usará la siguiente ecuación:

$$\eta = \frac{\text{Potencia salida (corregida)}}{\text{Potencia entrada}}$$

donde:

$$\begin{aligned} \text{potencia salida (corregida)} &\text{ calculada en el inciso IV.3.3.4.12} \\ \text{potencia entrada} &\text{ medida de acuerdo al inciso IV.3.3.4.3 (b)} \end{aligned}$$

IV.3.3.4.14 Eficiencia a cualquier punto de carga

Para determinar la eficiencia en algún punto preciso de carga graficar la eficiencia calculada según el inciso IV.3.3.4.13 contra la potencia salida (corregida) calculada en el inciso IV.3.3.4.12.

**V. VERIFICACIÓN DE PRUEBA
A MOTORES**

ROTOR EN VACIO

V= 220	V= 200	V= 180	V= 160	V= 140	V= 120
A ₁ = 6	A ₁ = 4.95	A ₁ = 4.15	A ₁ = 3.6	A ₁ = 3	A ₁ = 2.6
A ₂ = 5.5	A ₂ = 4.65	A ₂ = 3.9	A ₂ = 3.5	A ₂ = 2.8	A ₂ = 2.2
A ₃ = 5.6	A ₃ = 4.8	A ₃ = 4.15	A ₃ = 2.5	A ₃ = 3	A ₃ = 2.5
W ₁ = 80	W ₁ = 70	W ₁ = 60	W ₁ = 55	W ₁ = 40	W ₁ = 40 + 29
W ₂ = 360	W ₂ = 430	W ₂ = 330	W ₂ = 240	W ₂ = 170	W ₂ = 120
W ₃ = 640	W ₃ = 500	W ₃ = 400	W ₃ = 300	W ₃ = 220	W ₃ = 160

V= 100	V= 80	V= 60	V= 40	V= 30	V= 20
A ₁ = 2.05	A ₁ = 1.75	A ₁ = 1.45	A ₁ = 1.24	A ₁ = 1.22	A ₁ = 1.75
A ₂ = 2	A ₂ = 1.5	A ₂ = 1.1	A ₂ = 0.92	A ₂ = 1.06	A ₂ = 1.26
A ₃ = 1.95	A ₃ = 1.65	A ₃ = 1.39	A ₃ = 1.16	A ₃ = 1.3	A ₃ = 1.45
W ₁ = 25	W ₁ = 20	W ₁ = 20	W ₁ = 18	W ₁ = 17	W ₁ = 18
W ₂ = 80	W ₂ = 50	W ₂ = 30	W ₂ = 10	W ₂ = 2	W ₂ = 0
W ₃ = 110	W ₃ = 80	W ₃ = 50	W ₃ = 30	W ₃ = 20	W ₃ = 18

VALORES PROMEDIO DE POTENCIA = CORRIENTE

V= 220	V= 200	V= 180	V= 160	V= 140	V= 120	V= 100	V= 80
A _r = 5.7	4.8	4.06	3.53	2.93	2.43	2.15	1.63
w _r = 1280	1000	790	595	430	320	215	150

Voltaje de Arranque

V= 60	V= 40	V= 30	V= 20
A _r = 1.31	1.10	1.19	1.48
w _r = 100	58	39	36

$$I_{\min} = \underline{1.10} \text{ Amp.}$$

$$W_{\min} = \underline{5.8} \text{ w.}$$

$I = 1 \text{ min.}$ cto. estrella

$$I = 1.10 \text{ Amp.}$$

$$R_{c'd} = \frac{234.5 + 29}{234.5 + 19} (1.147) \Rightarrow \frac{263.5}{263.5} (1.147) = 1.192$$

$$R_{c'd} = 1.192 \Omega$$

Cálculo de la componente indeterminada

$$R'_{1} = \frac{234.5 + 19}{234.5 + 89} (0.15) (1.147) \Rightarrow \frac{253.5}{263.5} (0.15) (1.147) = 0.165$$

$$R'_{1} = 0.165 \Omega$$

Resistencia efectiva corregida.

$$R' = R_{c'd} + R'_{1} \quad 1.192 + 0.165 = 1.357$$

$$R' = 1.357 \Omega$$

Pérdidas eléctricas mínimas de arranque para los tres pasos:

$$PE_a = 3 I_{\min}^2 R' \Rightarrow 3 (1.10)^2 (1.357) = 4.92 \text{ w}$$

$$PE_a = 4.92$$

Pérdidas mecánicas

$$PM = W_{\min} - PE_a \Rightarrow 58 - 4.92 = 53.08$$

$$PM = 53.08$$

Cálculo de pérdidas magnéticas

$$I_0 = I_{220} = 5.70 \text{ amp.} \quad W_0 = W_{220} = 1280 \text{ w}$$

$$I_0 = 5.70 \text{ amp. (cto. estrella)}$$

$$PE_0 = 5 I_0^2 R \Rightarrow 5 (5.70)^2 (1.357) = 132.26$$

$$PE_0 = 132.26 \text{ watts.}$$

$$P_{mag} = W_0 - P_M - PE_0 \Rightarrow 1280 - 53.08 - 132.26$$

$$P_{mag} = 1094.66 \text{ w.}$$

PRUEBA A ROTOR BLOQUEADO

Distancia de brazo = 0.115 mts.
de Palanca

$$V = 90$$

$$A_1 = 20.5$$

$$A_2 = 18.75$$

$$A_3 = 17.5$$

$$W_1 = 590$$

$$W_2 = 980$$

$$W_3 = 380$$

$$F = 5.7 \text{ kg.}$$

$$V = 80$$

$$A_1 = 18$$

$$A_2 = 17.0$$

$$A_3 = 15.4$$

$$W_1 = 450$$

$$W_2 = 770$$

$$W_3 = 320$$

$$F = 4.43 \text{ kg.}$$

$$V = 70$$

$$A_1 = 15.5$$

$$A_2 = 14.5$$

$$A_3 = 14.1$$

$$W_1 = 338.82$$

$$W_2 = 590.2$$

$$W_3 = 250.60$$

$$F = 3.39$$

$$Par \Rightarrow T = Fd \quad T = 0.65 \text{ kgm.} \quad T = 0.54 \text{ kgm.} \quad T = 0.40 \text{ kgm.}$$

Obtendremos valores del 60, 80 y 100% aprox. del voltaje nominal por medio de la extrapolación matemática.

$$I_0 = \frac{V_0}{V_p} I_p \quad W_0 = \left(\frac{V_0}{V_p} \right)^2 W_p \quad T_0 = \left(\frac{V_0}{V_p} \right)^2 T_p$$

$$V = 90 \text{ volts}$$

$$I_L = 18.91 \text{ A}$$

$$W_3 \varnothing = 1950 \text{ w}$$

$$T = 0.65 \text{ kgm.}$$

$$V = 80$$

$$16.80$$

$$1540$$

$$0.51$$

$$V = 70$$

$$14.70$$

$$1179.62$$

$$0.39$$

Para un vector
car Inom.

$$V = 40$$

$$I_L =$$

$$W = 385.18$$

Valores extravaluados con base 90 volts.

$$\begin{aligned} V &= 130 \text{ volts} \\ I_L &= 27.31 \text{ Amp.} \\ W_3 \text{ } \varnothing &= 4068.5 \text{ watts.} \\ T &= 1.35 \text{ kgm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= 170 \\ &35.71 \\ &6957.40 \\ &2.31 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= 220 \\ &46.22 \\ &11651.85 \\ &3.88 \end{aligned}$$

DATOS PARA PRUEBA No. 3

OBTENCION DEL CIRCUITO EQUIVALENTE Y DIAGRAMA DE HAYLAND

Valores dados para voltaje nominal

Prueba en vacío

$$\begin{aligned} I_o &= 5.7 \text{ amp.} \\ W_o &= 1280 \text{ watts.} \end{aligned}$$

Prueba a rotor bloqueado

$$\begin{aligned} I_a &= 46.22 \text{ amp.} \\ W_a &= 11651.85 \text{ watts.} \\ T &= 3.88 \text{ kgm.} \end{aligned}$$

$$V_{r1} = \frac{V_3 \varnothing}{\sqrt{3}} = \frac{220}{\sqrt{2}} = 127 \text{ volts (Estrella)}$$

$$I_{\alpha} = I_o \quad (\text{Estrella})$$

$$S_o = V_{r1} I_{\alpha} = (127)(507) \quad \text{Potencia aparente}$$

$$S_o = 723.9$$

$$P_o = \frac{W_k}{3} = \frac{1280}{3} \quad \text{Potencia real}$$

$$P_o = 426.66$$

$$Q_o = \sqrt{S_o^2 - P_o^2} = (\text{VA}) \quad \text{Potencia reactiva}$$

$$Q_o = 584.80$$

$$V_{mhe} = \frac{V_r^2}{P_o} = \frac{(127)^2}{426.66}$$

$$V_{mhe} = 37.80$$

$$X_m = \frac{V_r^2}{Q_o} = \frac{(127)^2}{584.80}$$

$$X_m = 27.58$$

$$I_a = 46.22$$

$$W_a = 11651.85$$

$$T = 3.88 \text{ kgm}$$

$$V_r = 127 \text{ volts}$$

$$I_{ar} = I_a$$

(circuito estrella)

$$S_a = V_r I_{ar} = (127)(46.22) \quad \text{potencia aparente}$$

$$S_a = 5869.94$$

$$P_a = \frac{W_a}{3} = \frac{11651.85}{3}$$

$$Q_a = \sqrt{S_a^2 - P_a^2}$$

$$Q_a = 4401.26 \quad (\text{VA})$$

$$R = \frac{P_a}{I_a^2} = \frac{3383.95}{(46.22)^2} = \frac{3383.95}{2136.28}$$

$$R = 1.81 \Omega$$

$$X = \frac{Q_a}{I_a^2} = \frac{4401.26}{2136.28}$$

$$X = 2.06 \Omega$$

OBTENCION DE VALORES A PARTIR DEL CIRCUITO EQUIVALENTE

$$r_s = 1.357 \Omega$$

$$a^2 r_r = R - r_s$$

$$V_{whe} = 37.8$$

$$a^2 r_r = (1.81) - (1.357)$$

$$X_w = 27.58$$

$$a^2 r_r = 0.455 \Omega$$

$$R = 1.81$$

$$X = 2.06$$

S

R c

$$0.01$$

$$44.84$$

$$0.02$$

$$22.64$$

$$0.03$$

$$14.64$$

$$0.04$$

$$10.87$$

$$0.05$$

$$8.60$$

$$S = 0.01$$

$$R_c = 0.453 \left(\frac{1-0.01}{0.01} \right) = 44.84$$

$$S = 0.02$$

$$R_c = 0.453 \left(\frac{1-0.02}{0.02} \right) = 22.19$$

$$S = 0.03$$

$$R_c = 0.453 \left(\frac{1-0.03}{0.03} \right) = 14.64$$

$$S = 0.04$$

$$R_c = 0.453 \left(\frac{1-0.04}{0.04} \right) = 10.87$$

$$S = 0.05$$

$$R_c = 0.453 \left(\frac{1-0.05}{0.05} \right) = 8.60$$

Procedimiento de análisis

(Valores para S = 0.01)

- 1.- Obtención de la velocidad del motor.

$$N_r = N_s (1-S) \quad \text{donde } N_s = 1800 \\ S = 0.01$$

$$N_r = 1800 (1-0.01) = 1782$$

Solo en estos casos se tuvieron cifras significativas por redondez

- 2.- Corriente de línea

$$I_m = \frac{V_r}{V_{mhe}} - j \frac{V_r}{X_m}$$

$$I_m = \frac{127}{37.8} - j \frac{127}{27.58}$$

$$I_m = 3.36 - j 4.60 \quad \text{Corriente de magnetización}$$

$$I_m = \frac{V_r}{\sqrt{(R+R_c)^2 + X^2}} \quad \frac{L_o}{\text{Tag}^{-1} \frac{X}{R+R_c}}$$

$$= \frac{127}{\sqrt{(1.81 + 44.84)^2 + (2.06)^2}} \quad \frac{L_o}{\text{Tag}^{-1} \frac{2.06}{1.81 + 44.84}}$$

$$= \frac{127}{\sqrt{(46.65)^2 + (2.06)^2}} \quad \frac{L_o}{\text{Tan}^{-1} \frac{2.06}{46.65}} \Rightarrow \frac{127}{\sqrt{(2176.2225) + (462436)}} \quad \frac{L_o}{2.53}$$

$$= \frac{127}{49.69} \quad \frac{L_o}{2.53} \Rightarrow 2.72 \quad -2.53$$

$$I_a = 2.72 - 2.53j = 2.717 - j 0.12$$

$$I = I_m + I_a \Rightarrow (3.36 - j 4.60) + (2.717 - j 0.12)$$

$$I = 6.077 - j 4.72$$

$$I_L = 111$$

Para circuito estrella

$$I = 7.69 - 37.83j$$

3.- Factor de potencia

$$L_p = \cos \phi$$

$$L_p = \cos (-37.83) = 0.79$$

4.- Potencia mecánica

$$P_m = \frac{3 I_a^2 R_c}{1000} \text{ kw} \Rightarrow \frac{3 (2.72)^2 (44.84)}{1000} = 0.995 \text{ kw}$$

$$P_m = \frac{3 I_a^2 R_c}{746} \text{ Hp} \Rightarrow \frac{3 (2.72)^2 (44.84)}{746} = 1.334 \text{ Hp}$$

5.- Obtención de la eficiencia.

$$\% \eta = \frac{I_c^2 R_c}{\eta I_{hp}} \times 100 \Rightarrow \frac{(2.72)^2 (44.84)}{(127) (7.69) (0.79)} = 0.43 = 43$$

6.- Obtención del par promedio

$$T = 2.92 \frac{I_c^2 R_c}{W_r} \Rightarrow 2.92 \frac{(2.72)^2 (44.84)}{1782} = 0.54$$

Resultado para $S = 0.02$
 $R_c = 22.19$

1.- $N_r = N_s (1-S)$

$$N_r = 1800 (1-0.02)$$

$$N_r = 1764$$

2.- Corriente de línea

$$I_m = 3.36 - j 4.60$$

$$I_c = \frac{V_r}{\sqrt{(R+R_c)^2 + X^2}} \quad \frac{I_o}{\text{Tang}^{-1}} \quad \frac{X}{R+R_c}$$

$$I_c = \frac{127}{\sqrt{576 + (42436)}} \quad \frac{I_o}{4.9}$$

$$I_c = \frac{127}{24.09} \quad \frac{I_o}{4.9}$$

$$I_c = 5.27 - 4.9 \Rightarrow 5.25 - j 0.45$$

$$I = I_m + I_c \Rightarrow (3.36 - j 4.60) + (5.25 - j 0.45)$$

$$I = 8.61 - j 5.05 \Rightarrow 9.98 \quad -30.39$$

3.- Factor de potencia

$$fp = \cos \phi$$

$$\phi = 30.39$$

$$fp = \frac{0.86}{0.862}$$

4.- Potencia mecánica

$$P_m = \frac{3 \text{ kg}^2 R_c}{1000} = \frac{3(5.27)^2 (22.19)}{1000} = 1.849 \text{ kw}$$

$$P_m = \frac{3 \text{ kg}^2 R_c}{746} = 2.48 \text{ Hp}$$

5.- Porcentaje de eficiencia

$$\% \eta = \frac{I_c^2 R_c}{V_f I_{fp}} \times 100 = \frac{(5.27)^2 (22.19)}{(127) (9.95) (0.86)}$$

$$\% \eta = 56.54$$

6.- Par promedio

$$T = 2.92 \frac{I_a^2 R_c}{N_r} \Rightarrow 2.42 \frac{(5.27) (22.19)}{1764}$$

$$T = 1.02$$

RESULTADOS PARA LOS VALORES

$$S = 0.03$$

$$R_c = 14.64$$

$$S = 0.04$$

$$R_c = 10.87$$

1.- Velocidad del motor

$$N_r = N_s (1-S)$$

$$N_r = 1800 (1-0.03)$$

$$N_r = 1746 \text{ rpm}$$

1.- Velocidad del motor

$$N_r = N_s (1-S)$$

$$N_r = 1800 (1-0.04)$$

$$N_r = 1728 \text{ rpm}$$

2.- Corriente de línea

$$I_m = 5.36 - j 4.60$$

$$I_c = \frac{V_f}{\sqrt{(R+R_c)^2 + X^2}} \quad \frac{L_o}{\tan^{-1} \frac{X}{R+R_c}}$$

$$I_c = \frac{127}{16.58} \quad \frac{L_o}{7.13}$$

$$I_c = 7.66 - j 1.73 \Rightarrow 7.60 - j 0.95$$

$$I = (3.36 - j 4.60) + (7.60 - j 0.95)$$

$$I = (10.96 - j 5.55) \Rightarrow 12.28 \angle -26.88$$

2.- Corriente de $I_m = 5.36 - j 4.60$

$$I_m = 5.36 - j 4.60$$

$$I_c = \frac{V_f}{\sqrt{(P+P_i)^2 + X^2}} \quad \frac{L_o}{\tan^{-1} \frac{X}{R+R_c}}$$

$$I_c = \frac{127}{12.85} \quad \frac{L_o}{9.22}$$

$$I_c = 9.88 - j 9.22$$

$$I_L = I = (3.36 - j 4.60) + (9.75 - j 1.58)$$

$$I = 13.11 - j 6.18 \Rightarrow 14.49 \angle -25.24 \text{ Amp}$$

3.- Factor de potencia

$$fp = \cos \theta$$

$$\theta = 26.86$$

3.- Factor de potencia

$$fp = \cos \theta$$

$$124$$

$$\theta = 25.24$$

$$f_p = \frac{0.89}{0.842} \quad \text{adelantado}$$

$$f_p = 0.90$$

4.- Potencia mecánica

$$P_m = \frac{3Ia^2 R_c}{1000} = \frac{3(7.66)^2(14.64)}{1000} = 2.577 \text{ kw}$$

$$P_m = \frac{3Ia R_c}{746} = 3.454 \text{ Hp}$$

4.- Potencia mecánica

$$P_m = \frac{3Ia^2 R_c}{1000} = \frac{3(9.88)^2(10.87)}{1000} = 3.183 \text{ kw}$$

$$P_m = \frac{3Ia R_c}{746} = 4.267 \text{ Hp}$$

5.- Porcentaje de eficiencia

$$\% \eta = \frac{Ia^2 R_c}{V I I f_p} \times 100 = \frac{(7.66)^2(14.64)}{(127)(12.28)(0.89)}$$

$$\% \eta = 61.89$$

5.- Porcentaje de eficiencia

$$\% \eta = \frac{Ic^2 R_c}{V I I f_p} \times 100 = \frac{(9.88)^2(10.87)}{(127)(14.49)(0.9)}$$

$$\% \eta = 64.06$$

6.- Par promedio

$$T = 6.92 \frac{Ia^2 R_c}{Nr} = 2.92 \frac{(7.66)^2(14.64)}{1746}$$

$$T = 1.436 \text{ Kgm}$$

6.- Par promedio

$$T = 2.92 \frac{Ic^2 R_c}{Nr} = 2.92 \frac{(9.88)^2(10.87)}{1728}$$

$$T = 1.793 \text{ Kgm}$$

RESULTADOS PARA LOS VALORES

$$S = 0.05$$

$$Rc = 8.6$$

1.- Velocidad del motor

$$Nr = N s (1-5)$$

$$Nr = 1800 (1-0.05)$$

$$Nr = 1710 \text{ Rpm}$$

2.- Corriente de línea

$$Im = 5.36 - j 4.6$$

$$Ic = \frac{Vf}{\sqrt{(R + Rc)^2 + X^2}} \quad \frac{Lo}{\tan^{-1} R^* Rc}$$

$$Ic = \frac{127}{10.61} \quad \frac{Lo}{11.19}$$

$$Ic = 11.97 - j 11.19 \Rightarrow (11.74 - j 2.32)$$

$$I_1 = I = (3.36 - j 4.6) + (11.74 - j 2.32)$$

$$I_1 = I = 15.1 - j 6.92 \Rightarrow 16.61 \quad -24.62$$

3.- Factor de potencia

$$fp = \cos \emptyset$$

$$\emptyset 24.62$$

$$fp = 0.91$$

4.- Potencia mecánica

$$Pm = \frac{3 Ic^* Rc}{1000} = \frac{3 (11.97)^2 (8.6)}{1000} = 3.696 \text{ kw}$$

$$Pm = \frac{3 Ic^* Rc}{746} = 4.955 \text{ Hp}$$

5.- Porcentaje de eficiencia

$$\% \eta = \frac{Ic^* Rc}{Vf I fp} \times 100 \}$$

$$\% \eta = \frac{(11.97)^2 (8.6)}{(127) (16.61) (.091)}$$

$$\% \eta = 64.2$$

6.- Par promedio

$$T = 2.92 \frac{Ic^* Rc}{Nr}$$

$$T = 2.92 \frac{(11.97)^2 (8.6)}{1710}$$

$$T = 2.1 \text{ Kgm}$$

VALORES PARA EL DIAGRAMA DE HAYLAND

Datos necesarios

$V_{nom} = 220$

$I_{nom} = 9.4$

$R_{pm} = 1730$

$HP = 3$

En vacío

$S_o = 723.9$

$P_o = 426.66$

$Q_a = 584.80$

$I_o = 5.7$

$W_o = 1280$

Rotor bloqueado

$S_a = 5869.94$

$P_a = 3883.95$

$Q_a = 4401.26$

$I_a = 46.22$

$W_a = 11651.85$

PASOS PARA LA REALIZACION DEL DIAGRAMA DE HAYLAND

- 1.- Voltaje al neutro será el eje vertical

$$V_f = 127 \text{ volts.}$$

- 2.- Corriente de arranque

$$Q_a = \cos^2 \frac{P_a}{S_a} \Rightarrow \cos^2 \frac{3883.95}{5869.94}$$

$$Q_a = 48.57$$

- 3.- Cálculo de escala para corrientes

$$J_a = \frac{I_a}{O_a} = \frac{46.22 \text{ (A)}}{20 \text{ (m)}}$$

$$J_a = 2.311$$

- 4.- Corriente en vacío

$$Q_o = \cos^2 \frac{P_o}{S_o} \Rightarrow \cos^2 \frac{426.66}{723.9}$$

$$Q_o = 53.88$$

$$OB = \frac{I_o}{J_a} = \frac{5.7}{2.311} = 2.466$$

- 5.- Trazo del arco de circunferencia que une los puntos AB con centro en C.

6.- Características de arranque del motor

AD Componente de la Ia

$$AD = OA \cos \phi_a$$

$$Ad\delta_a = I_a \cos \phi_a$$

$$Ad\delta_a V_r = V_{ria} \cos \phi_a \quad (\text{pérdidas totales al arranque})$$

Definiendo una escala de potencias

$$\delta p = \delta_a V_r$$

AD δp = Pérdidas totales al arranque

D Σ δp = Pérdidas magnéticas del arranque

ΣA δp = Pérdidas eléctricas en el estator y rotor al arranque

$$V_r = 127 \text{ volts}$$

$$AD = 13.25 \text{ m}$$

$$\delta p = (2.311) (127) \frac{\text{Amp (volts)}}{\text{cm}}$$

$$\delta_a = 2.311 \frac{\text{Amp}}{\text{cm}}$$

$$\delta p = 293.497 \frac{\text{watts}}{\text{cm}}$$

$$D\Sigma \delta p = (1.5) (293.497)$$

$$P_{mg-a} = 440.24 \text{ (w)}$$

$$E_{adp} = (11.75) (293.497)$$

$$PE_{E-R-a} = 3448.58 \text{ (w)}$$

7.- Determinación del punto F

$$\Sigma = \frac{V_s}{R} EA$$

$$\Sigma F = \frac{(6257)}{1.81} 11.75$$

$$R = 1.81$$

$$V_s = 1.357$$

$$\Sigma F = 8.80 \text{ cm.}$$

8.- Características nominales

$$OG = \frac{I_{nom}}{\delta A} = \frac{9.4}{8.311}$$

$$OG = 4.06$$

INTERPRETACION DEL DIAGRAMA

$$\delta p = 293.49$$

$$GL\delta p = (3.45) (293.49) = 1012.54$$

$$Lk\delta p = (1.5) (293.49) = 440.22$$

$$K3\delta p = (0.12) (293.49) = 35.21$$

$$JH\delta p = (0.08) (293.44) = 23.47$$

Potencia real de entrada por fase.

Pérdidas mecánicas y magnéticas por fase

Pérdidas eléctricas en el estator por fases

Pérdidas eléctricas en el rotor por fases

$$\text{HG}\delta p = (1.75) (293.49) = 513.6 \quad \text{Potencia mecánica de salida por fase}$$

$$\frac{\text{JH}}{\text{HG}} = \frac{0.08}{1.75} = 0.045 = \quad \text{Deslizamiento}$$

$$\frac{\text{HG}}{\text{JG}} N_s = \frac{(1.75)}{(1.83)} (1800) = 1721.31 \quad \text{RPM}$$

$$\text{OG} \delta a = (4.06) (2.311) = 9.38 \quad \text{RMP} \quad \text{Corriente de fase}$$

$$\frac{\text{LG}}{\text{OG}} = \frac{3.45}{4.06} = 0.849 \quad \text{Factor de potencia}$$

$$\frac{3\text{HG} \delta p}{746} = \frac{3(512.6)}{746} = 2.065 \quad \text{Potencia total en la flecha en Hp.}$$

$$\frac{\text{HG}}{\text{LG}} \times 100 = \frac{1.75}{345} \times 100 = 50.75 \quad \text{Porcentaje de eficiencia}$$

$$\frac{2.92 \text{ JG} \delta p}{N_s} = \frac{2.93 (1.83) (293.49)}{1800} = 0.871 \quad \text{Par mecánico en Kgm.}$$

DATOS PARA LA REALIZACION DE PRUEBA DE PAR-VELOCIDAD

Libra = 0.45359 Kg

Par nominal

$$\text{Par nominal } T_{\text{nom}} = 726 \frac{\text{HP}}{\text{N}} \Rightarrow 726 \frac{3}{1730} =$$

$$T = 1.26 \text{ Kg.m} \quad \text{Motor clase "B"}$$

$$\text{Par máximo } T_{\text{max}} = 220 \% T_{\text{nom}} = (2.2) (1.26)$$

$$T_{\text{max}} = 2.77 \text{ Kg.m}$$

$$\text{Par de arranque } T_a = 190\% T_{\text{nom}} = (1.9) (1.26)$$

$$T_a = 2.39 \text{ Kg.m}$$

Par de arranque a voltaje reducido

$$T_a = 0.65 \text{ Kg.m}$$

Brazo de palanca del dinamómetro 0.2667 mts.

Lectura supuesta $F_a' = 2.43 \text{ Kg} = 5.37 \text{ Lb.}$

$\frac{0.4}{0.2667} = 1.50 \text{ Kg}$	$\frac{0.65}{0.2667} \text{ Kg/m} = 2.43 \text{ Kg}$
$P_b = 3.30$	

Par máximo interpolado

T' max = 0.46 Kg.m

$$\left(\frac{90}{220}\right)^2 \cdot 2.77 = 0.46$$

Lectura supuesta

T' max = 1.22 Kg

Lb = 3.79

$$\frac{0.46 \text{ Kg.m}}{0.2667 \text{ m}}$$

75 % = 2.8416

3lb

Rpm = 1650

$$\begin{aligned} W_1 &= 26 \times 10 \\ W_2 &= 23 = 500 \\ W_3 &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_1 &= 1.17 \\ A_2 &= 1.09 \end{aligned} \quad \times 5 = 5.6$$

$$\begin{aligned} A_3 &= 1.10 \\ &2 \text{ lb} \quad 1680 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= 21 \times 10 \\ &19 \\ &1-00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_1 &= .88 \\ A_2 &= .85 \times 5 \\ A_3 &= .92 \end{aligned}$$

$$2.5 \text{ lb} \quad 1670$$

$$\begin{aligned} &23 \\ &21 \times 10 \\ &1-0 \\ &.97 \\ &.95 \times 5 \\ &1.02 \end{aligned}$$

PRACTICA PARA PAR-VELOCIDAD

Distancia de brazo de palanca = 0.875 pie

Libre = lb = 0.45359 Kg

Pie = ft = 0.3048 mts.

Para tener el brazo en mts.

$(0.875) (0.3048) = 0.2667$ mts. brazo de palanca

	Voltaje (V)	Velocidad (RPM)	Corriente línea (A)	Fuerza (Kgf)		PAR "T" (Kgf·m)
1	220	1791	5.55	4.5359	→	1.21
2	220	1788	5.55	4.0823	→	1.09
3	220	1786	5.7	5.443	→	1.45
4	220	1786	5.0	5.443	→	1.45
5	220	1786	5.9	6.3502	→	1.69
6	220	1786	5.9	7.7110	→	2.06
7	220	1773	6.3	8.6182	→	2.30
8	220	1757	6.5	9.0718	→	2.42
9	220	1757	7.3	9.9789	→	2.66
10	220	1750	7.8	10.4325	→	2.78
11	218	1723	10	10.8861	→	2.90
12	213	1681	12.85	12.2469	→	3.27
13	210	1643	16	12.2469	→	3.27
14	209	1621	17.5	12.7005	→	3.39
15	203	1536	21.75	13.1541	→	3.51
16	199	1381	28	13.6077	→	3.63

VI.- ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

PRACTICA N° 1

Para la obtención de las curvas de saturación en vacío se tomaron las medidas necesarias para la obtención de tales, que son las curvas características del comportamiento del circuito magnético del motor en prueba. Estas curvas que tiene su origen en las curvas de magnetización que tienen como abcisa la excitación magnética y como ordenada la densidad del flujo, suelen tener para cada manufactura de un circuito magnético su curva particular, es decir, que una curva es válida solamente para longitud y sección transversal del núcleo, así como para el número de vueltas de su bobina de excitación. La diferencia para la obtención de las curvas de saturación es que las coordenadas serán ahora la corriente de excitación para las abcisas y el flujo magnético en la ordenada. La interpretación de la gráfica se realizó de acuerdo a valores eficaces de variables alternativas, siendo suficiente el primer cuadrante para su representación.

Surgió una dificultad que debido al embobinado del rotor el cual en condiciones estáticas se comporta como el secundario de un transformador en corto circuito y provocaría una corriente considerable en la alimentación del motor en prueba.

Esta dificultad se superó fácilmente alimentando el motor en sus tres fases y permitiendo que el rotor gire libremente, con lo que se consigue una velocidad casi sincrona y se evita la inducción en el rotor.

Para valores pequeños no es válido, el valor en tensión con el cual el motor venía ser inercia y empieza su arranque se empieza a tomar medidas para la obtención de dicha

De manera que se concluye; que la cantidad de fierro adecuada a las bobinas la saturación, ya que la franja de saturación se presentó inmediatamente arriba del voltaje nominal.

Como complemento a esta prueba se realizó el cálculo de las pérdidas mecánicas para motores, que se prenden en la fricción y ventilación.

Las pérdidas mecánicas fueron realizadas cuando la máquina logra su velocidad nominal, para esta prueba la corriente del motor no es la nominal por eso las pérdidas eléctricas se determinaron en las curvas de saturación a rotor bloqueado.

Las pérdidas magnéticas nominales se presentan cuando al motor se excita a su voltaje nominal.

Regresando a lo que fué la obtención de los datos y haciendo referencia a las normas se observa que la corriente de arranque es de 1.31 amperes y la tabla número 7 de la página 55 indica que la corriente de arranque para un motor de 3.0 H.P., diseño "B" sería 67 amperes, sin especificar con carga o sin carga, por lo que se tiene esta dentro de la norma.

PRACTICA N° 2

Para la obtención de las curvas de saturación de rotor bloqueado se tomaron las medidas necesarias para determinar la intensidad de corriente y el par desarrollado en el momento de arranque de la maquina, se obtuvieron los datos como una repetición de las curvas en saturación en vacío, pero esta vez impidiendo el giro del rotor.

En el estado de rotor bloqueado el sistema electromagnético de la maquina opera como un transformador con el secundario en corto circuito, por lo que la corriente en los devanados se elevan peligrosamente, produciendo sobrecalentamientos rápidos por lo que se recomienda tener mucha precaución al efectuar esta prueba pues el motor se podría quemar.

En general, se efectuó a voltajes reducidos, es decir, si se realiza a voltaje nominal la corriente sería según la norma en la tabla 430 -151 página 287 del Reglamento de Instalaciones Eléctricas que expide el Gobierno Federal, aproximadamente seis veces los valores de corriente a plena carga, por nuestro caso particular sería 42.7 amperes. Lo que se concluye, que si no se realiza en un corto periodo la prueba se llegarán a quemar sus devanados.

Una vez trazadas las curvas con valores medidos y explorador, en las cuales se observo que para cualquier voltaje se tiene los diferentes valores de corriente y par. Es por eso que los fabricantes de arrancadores construyen estos con varias derivaciones para poder elegir la opción del porcentaje del voltaje nominal.

En la prueba de rotor bloqueado a corriente nominal se tiene la potencia (watts) que se pierde por calentamiento del cobre, tanto en el estator como en el rotor, y teniendo toda la potencias se procedió a calcular la eficiencia que para nuestro caso fue de 70.5%, quedando un poco abajo de lo que nos marca la norma, esto se debe en parte por los aparatos de precisión que se cuenta al efectuar la prueba.

PRACTICA N° 3

La realización de esta prueba consiste en obtener y construir las curvas típicas de operación del motor, para la realización de dichas curvas fue necesario de valores de la modulación de un circuito eléctrico pasivo que sería el circuito equivalente donde un parámetro importante que sería la carga mecánica se transforma o la tomamos como un elemento resistivo del circuito. Este modelo ha resultado muy útil para entender las características de las máquinas de inducción, pero como se constato no es tan preciso al dar los resultados numéricos de la eficiencia.

Para esta prueba se tomaron los valores de las practicas 1 y 2 se procedió a calcular todos los parámetros del circuito equivalente de los valores de las pruebas anteriores se calculan los parámetros pero por línea y decir tocos las corrientes deben de ser por fase; para datos de las curvas de saturación en vacío se calculo las corrientes de eddy, y son los de saturación a rotor bloqueado, se calculo las reactancias a frecuencia nominal. Se procede a calcular la resistencia de carga, para obtener el circuito exacto la dificultad consiste en determinar en que proporción se divide la reactancia x , pues para ello no se puede efectuar ninguna medición, la norma IEEE N° 112-A. 1 Sept. 1964 en su sección Test procedimiento para motores y generadores de inducción que para nuestro caso nos marca:

Motor diseño B $X_s=0.4x$ y $q2X_r=0.6X$

Con estos valores es posible obtener el circuito equivalente exactos.

En conclusión para el calculo de la eficiencia del motor a cualquier velocidad se puede resumir en los siguientes pasos:

1. Calcular la velocidad sincrónica.
2. Calcular el deslizamiento para la velocidad que se dese.
3. Calcular las impedancias $Z_2 = T2/s + jX_2$.
4. Calcular la impedancia de campo e impedancia de entrada.
5. Calcular la corriente de fase.
6. Calcular el factor de potencia $\cos \theta$.
7. Calcular la potencia de entrada.
8. Calcular la perdida en el cobre del estator.

VII.- BIBLIOGRAFÍA

1. PRUEBAS DE EQUIPO ELÉCTRICO 2
MOTORES TRIFÁSICOS DE INDUCCIÓN
ING. VÍCTOR PÉREZ AMADOR
EDITORIAL LIMOSA

2. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-J-75-1977
(CCONNIE 1-1-1-1971), CALIDAD FUNCIONAMIENTO Y MÉTODOS DE
PRUEBA PARA MOTORES DE INDUCCIÓN DE C.A., DEL TIPO DE
ROTOR EN CIRCUITO - CORTO O JAULA.

3. CONVERSIÓN DE ENERGÍA ELECTROMECAÁNICA
VEMBU GOURISHANKAR
EDITORIAL ALFAOMEGA

4. INTRODUCCIÓN A MAQUINAS ELÉCTRICAS Y TRANSFORMADORES
GEORGE McPHERSON
EDITORIAL LIMUSA, PRIMERA EDICIÓN 1987

5. AGUILAR CAMPUZANO GUILLERMO
CONVERSIÓN DE ENERGÍA ELECTROMECAÁNICA I. INSTRUCTIVO DE
LABORATORIO
FACULTAD E INGENIERÍA 1980

6. PROPUESTA DE MODIFICACIÓN A LA NORMA NOM-J-075 DEL COMITE
CONSULTIVO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN PARA LA
PRESERVACIÓN Y EL USO RACIONAL DE RECURSOS ENERGÉTICOS.
ANTEPROYECTO EFICIENCIA ENERGÉTICA DE MOTORES DE
INDUCCIÓN DE CORRIENTE ALTERNO TIPO JAULA DE ARDILLA EN
POTENCIAS DE 0.746 KW. (1CP) A 149.7 KW (200 CP.).
SUBCOMITE DE NORMALIZACIÓN DE LA EFICIENCIA ELÉCTRICA.

APENDICES

APENDICES

APENDICE A Análisis de Regresión Lineal

El propósito del análisis de regresión lineal es el encontrar una relación matemática entre dos conjuntos de variables, tal que los valores de una variable puedan ser usados para predecir la otra. La regresión lineal asume que los dos conjuntos de variables están relacionados linealmente, esto es que si los pares de valores (X_1 y Y_1) son graficados, los puntos ajustarán una línea recta. El coeficiente de correlación (r) indicará que tan bien está ajustada la línea recta.

La relación de una línea recta se expresa de la siguiente forma:

$$Y = AX + B$$

donde

Y	—	variable dependiente
X	—	variable independiente
A	—	pendiente de la curva
B	—	ordenada al origen

La pendiente de la curva (A) y la ordenada al origen (B) son calculadas usando las dos fórmulas de regresión lineal como sigue:

$$A = \frac{N\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{N\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$B = \frac{\sum Y}{N} - A \frac{\sum X}{N}$$

donde

N — Número de parejas (X_1 Y_1)

El coeficiente de correlación (r) es calculado usando la siguiente fórmula:

$$r = \frac{N\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(N\sum X^2 - (\sum X)^2)(N\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

Los valores del coeficiente de correlación van desde -1 a +1. Un valor negativo indica una relación negativa (es decir, si X aumenta, Y disminuye o viceversa) y un valor positivo indica una relación positiva (es decir, si X aumenta, Y aumenta). Entre más cercano es el valor a -1 o +1 es mejor la relación. Un coeficiente de correlación cercano a cero indica una inexistencia de relación.

APENDICE B **Procedimiento para la corrección de las lecturas de par del dinamómetro.**

B1 Operar el motor acoplado al electrodinamómetro, pero este sin simular carga.

Medir y registrar los siguientes parámetros

- (a) Potencia de entrada (kW)
- (b) Promedio de la corriente de línea (A)
- (c) Velocidad (RPM)
- (d) Par de salida registrado por el electrodinamómetro (N m)
- (e) Promedio de la resistencia de línea del estator (Ω)

Calcular

- (f) Deslizamiento (S)

$$S = \frac{\text{Velocidad sincrona} - (B_1 (c))}{\text{Velocidad sincrona}}$$

- (g) Pérdidas por efecto Joule en el estator

$$Y^2 R_{\text{estator}} = (0.0015) (B (b))^2 (B_1 (e))$$

Nota: La medición de la resistencia de línea se hace con la fuente de alimentación desconectada

B2 Operar el motor desacoplado del electrodinamómetro.

Medir y registrar los siguiente parámetros:

- (a) Potencia de entrada (kW)
- (b) Promedio de la corriente de línea (A)
- (c) Promedio de la resistencia de línea del estator (Ω)
- (d) Pérdidas por efecto Joule en el estator

Nota: La medición de la resistencia de línea se hace con la fuente de alimentación desconectada

$$I^2 R_{\text{estator}} = (0.0015) B_2 (b))^2 (B_2 (c))$$

B3. Calcular la corrección del par del electrodinamómetro (ξ).

$$\xi = \frac{K}{(B_1 (c))} (B_1 (a) - (B_1 (g) - W_h)) 1 - B_1 (f) - B_2 (a) - B_2 (d) - (W_h)) - B_1 (d)$$

donde

k	—	974 si el par es dado en Kgfm
k	—	9549 si el par es dado en Nm
W h	—	Pérdidas en el núcleo con el inciso IV.3.3.4.7

B4. Calcular los valores corregidos de par sumando el valor de ξ a los valores del par medidos.

13.00	_____	11.278
14.00	_____	12.140
15.00	_____	12.860
16.00	_____	13.720
20.00	_____	16.953
25.00	_____	21.188
30.00	_____	24.725
40.00	_____	32.609
50.00	_____	40.756

Para determinar la capacidad en K watts para motores con más de 50 caballos de potencia, multiplicar los caballos de potencia por 0.8.

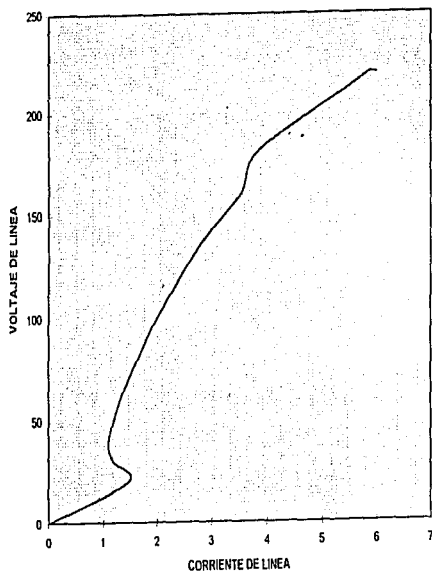
ANEXO 2

CAPACIDAD H.P.		CAPACIDAD Monof. Kw		CAPACIDAD Trif. Kw	
1/20	=	0.0500	0.060		
1/16	=	0.0625	0.080		
1/8	=	0.1250	0.150		
1/6	=	0.1666	0.202		
1/5	=	0.20000	0.233		
0.25	_____	0.293	_____		0.264
0.33	_____	0.395	_____		0.355
0.50	_____	0.527	_____		0.507
0.67	_____	0.700	_____		0.668
0.75	_____	0.780	_____		0.740
1.00	_____	0.993	_____		0.953
1.25	_____	1.236	_____		1.190
1.50	_____	1.480	_____		1.418
1.75	_____	1.620	_____		1.622
2.00	_____	1.935	_____		1.844
2.25	_____	2.168	_____		2.067
2.50	_____	2.290	_____		2.290
2.75	_____	2.574	_____		2.503
3.00	_____	2.766	_____		2.726
3.25	_____		_____		2.959
3.50	_____		_____		3.182
3.75	_____		_____		3.415
4.00	_____		_____		3.618
4.25	_____		_____		3.840
4.50	_____		_____		4.074
4.75	_____		_____		4.266
5.00	_____		_____		4.490
5.50	_____		_____		4.945
6.00	_____		_____		5.390
6.50	_____		_____		5.836
7.00	_____		_____		6.293
7.50	_____		_____		6.577
8.00	_____		_____		7.022
8.50	_____		_____		7.458
9.00	_____		_____		7.894
9.50	_____		_____		8.340
10.00	_____		_____		8.674
11.00	_____		_____		9.535
12.00	_____		_____		10.407

CORRIENTE VOLTAJE

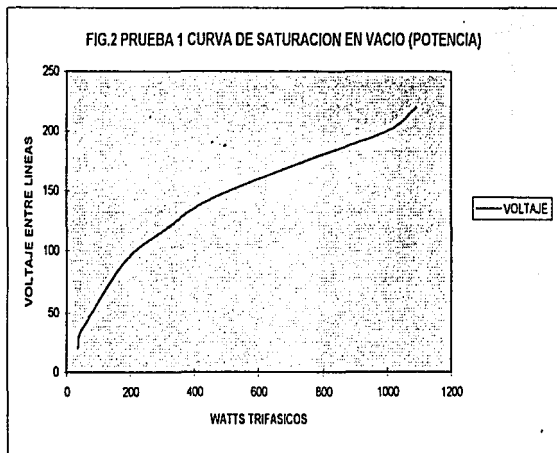
0	0
1.48	20
1.19	30
1.1	40
1.31	60
1.63	80
2	100
2.43	120
2.93	140
3.53	160
3.8	180
4.8	200
5.87	220
6	220
6	220
6	220
6	220
6	220
6	220
6	220

FIG 1 PRUEBA 1 CURVA DE SATURACION EN VACIO



DATOS DE PLACA
MOTOR SF
FREC=48Hz
N 14870 7979
TPO MST 1421(1129) 4
cp 3
rpm=1730
w=492270
I=178 A
AISLAMIENTO F
FS=10 CLAVE KVA
HEMA DISEÑO B
TEMP ANS MAX 40:
TEMP ANS NOM 19:

WATTS	VOLTAJE
36	20
39	30
58	40
100	60
150	80
215	100
320	120
430	140
595	160
790	180
1000	200
1090	220



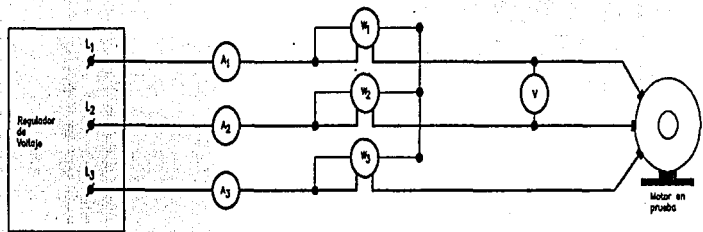
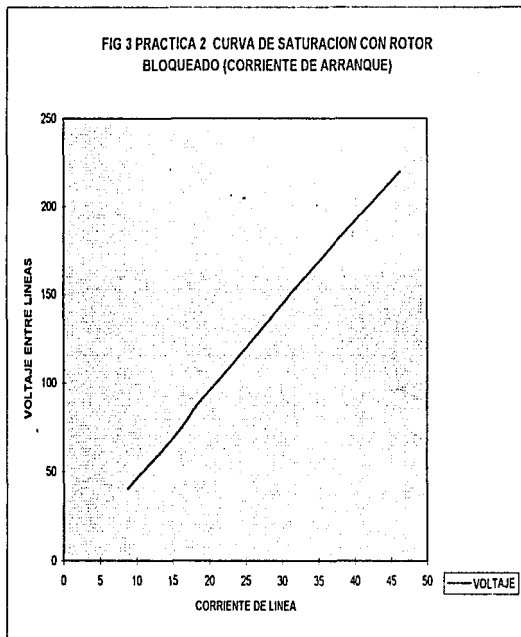


FIGURA 2. Diagrama de circuito para prueba de saturación en vacío (Wattímetros con neutro flotante).

CORRIENTE VOLTAJE

8.7	40
15.33	70
18.91	90
27.44	132
36.58	176
46.22	220

FIG 3 PRACTICA 2 CURVA DE SATURACION CON ROTOR BLOQUEADO (CORRIENTE DE ARRANQUE)



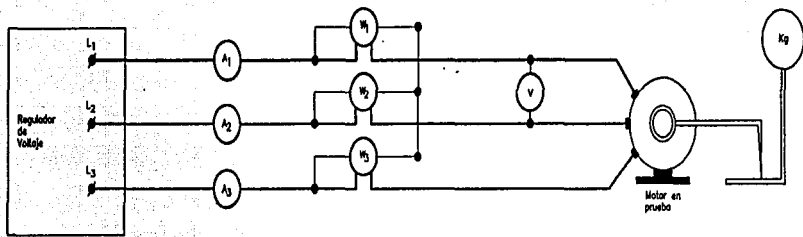
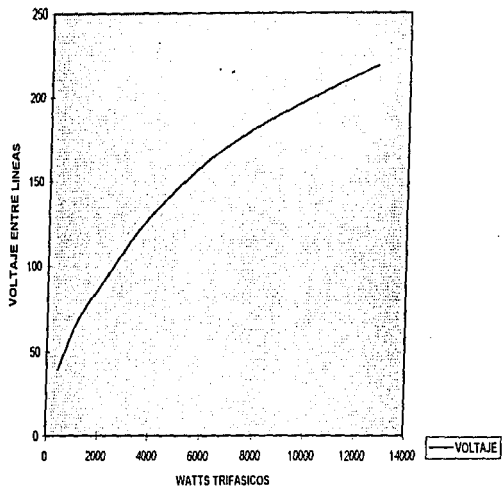


FIGURA 4. Diagrama de circuito para prueba de rotor bloqueado (neutro ficticio).

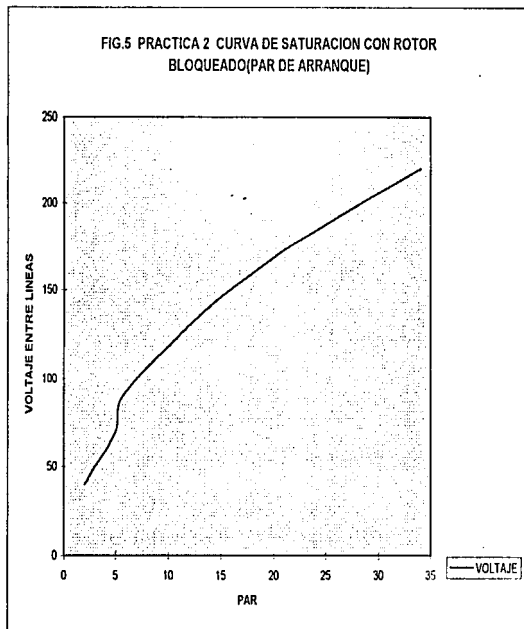
WATTS	VOLTAJE
440	40
1260	70
2130	90
4130	132
7342	176
12727	220

FIG 4 PRACTICA 2 CURVA DE SATURACION CON ROTOR BLOQUEADO(POTENCIA)



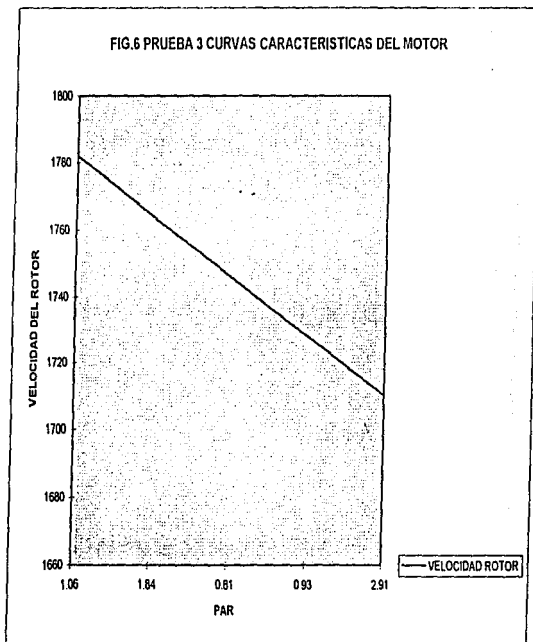
PAR	VOLTAJE
2	40
5	70
5.7	90
12.26	132
21.79	176
34.05	220

FIG.5 PRACTICA 2 CURVA DE SATURACION CON ROTOR BLOQUEADO(PAR DE ARRANQUE)



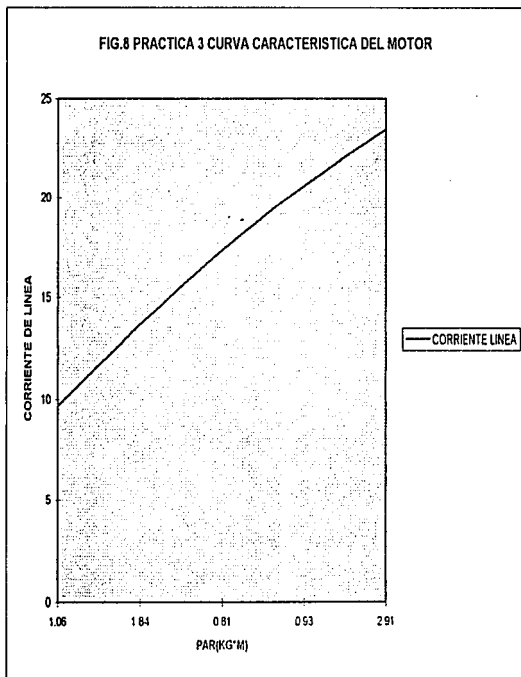
PAR	VELOCIDAD ROTOR
1.06	1782
1.84	1764
0.81	1746
0.93	1728
2.91	1710

FIG.6 PRUEBA 3 CURVAS CARACTERISTICAS DEL MOTOR



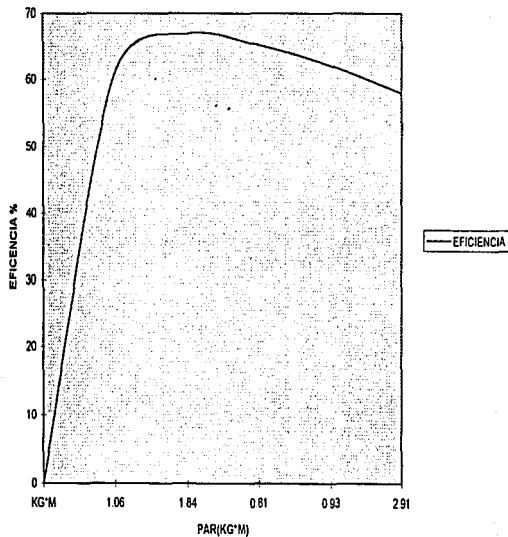
PAR KG'M	CORRIENTE LINEA
1.06	9.65
1.84	13.67
0.81	17.37
0.93	20.61
2.91	23.43

FIG.8 PRACTICA 3 CURVA CARACTERISTICA DEL MOTOR



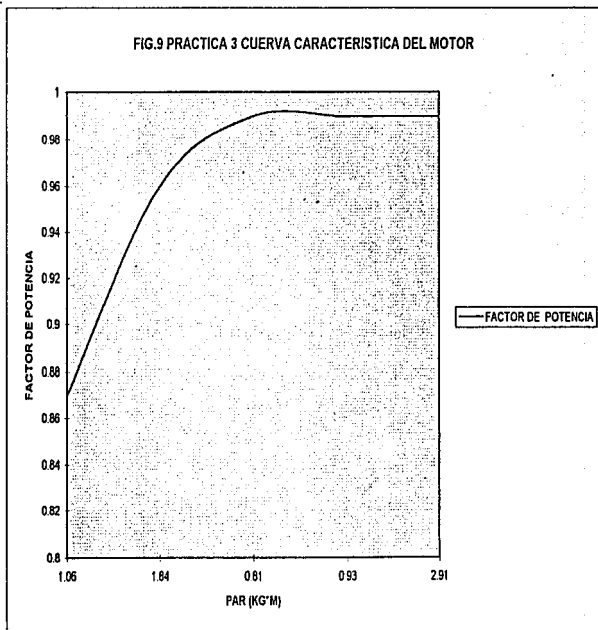
PAR	EFICIENCIA
KG*M	%
1.06	61.13
1.84	66.9
0.81	65.23
0.93	62.12
2.91	58.02

FIG.11 PRACTICA 3 CURVA CARACTERISTICA DEL MOTOR



PAR	FACTOR DE
KG·M	POTENCIA
1.06	0.87
1.84	0.96
0.81	0.99
0.93	0.99
2.91	0.99

FIG.9 PRACTICA 3 CUERVA CARACTERISTICA DEL MOTOR



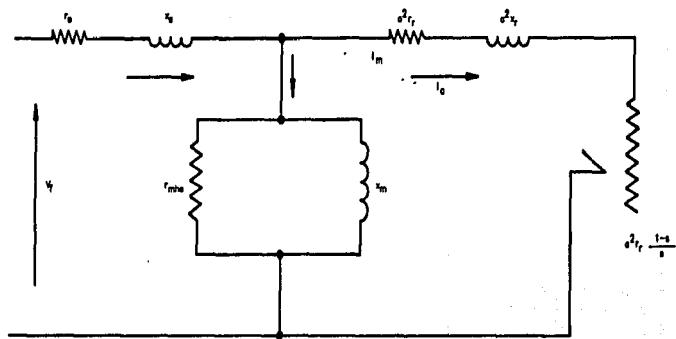


FIGURA 3. Circuito equivalente asincro del motor.

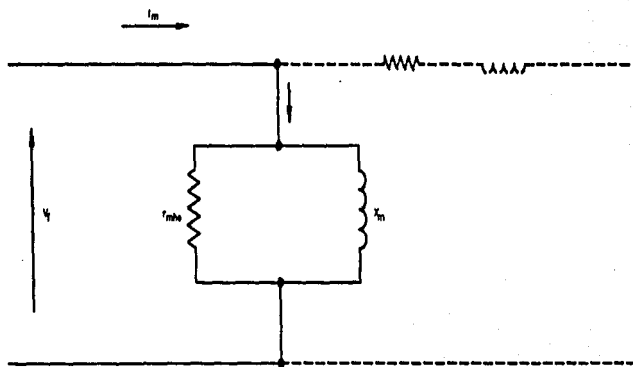


FIGURA 7. Circuito aproximado en vacío.

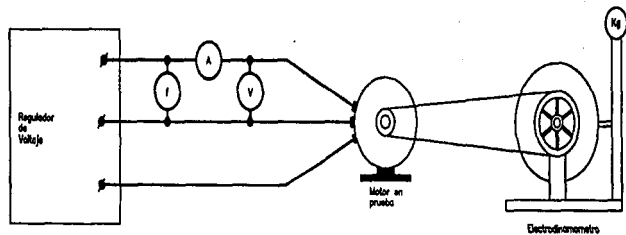


FIGURA 13. Diagrama de conexiones y accionamiento por banco para la prueba de Par-velocidad.

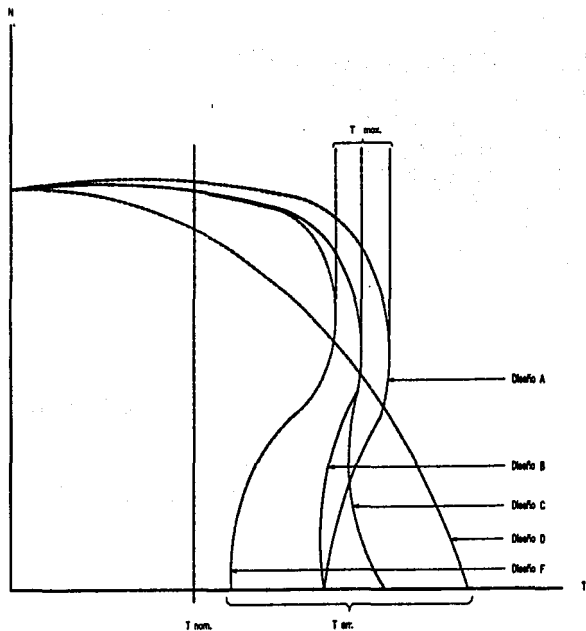


FIGURA 11. Curvas típicas por-resolvidor.