



RTCR 000:2006 Motores de Corriente Alterna, Trifásicos, de Inducción, Tipo Jaula de Ardilla, en Potencia Nominal de 0,746 a 20 kW. Especificaciones. Eficiencia Energética y Etiquetado

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA Y LOS MINISTROS DEL AMBIENTE Y ENERGÍA
Y DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y COMERCIO

En uso de las atribuciones que les confiere los artículos 140 y 146 de la Constitución Política en sus incisos 3) y 18) y los artículos 27, inciso 1) y 28 inciso 2.b) de la Ley General de Administración Pública, No. 6227 del 2 de mayo de 1978; y con fundamento en la:

- i) Ley de Regulación del Uso Racional de la Energía, No. 7447 del 13 de diciembre de 1994.
 - ii) Ley Orgánica del Ambiente, No. 7554, del 13 de noviembre de 1995.
- iii) Ley del Sistema Internacional de Unidades, No. 5292 del 9 de agosto de 1973, sus reformas y su reglamento.
 - iv) Ley Orgánica del Ministerio del Ambiente y Energía, No. 7152 del 21 de junio de 1990.
 - v) Ley Orgánica del Ministerio de Economía, Industria y Comercio, No. 6054 del 14 de junio de 1977 sus reformas y su reglamento.
 - vi) Ley de la Promoción de la Competencia y Defensa Efectiva del Consumidor, No. 7472 del 20 de diciembre de 1994, sus reformas y su reglamento.
 - vii) Ley del Sistema Nacional de la Calidad, No. 8279 del 2 de mayo de 2002.
 - viii) Ley de Aprobación del Tratado de Libre Comercio y de Intercambio Preferencial entre las Repúblicas de Costa Rica y Panamá, No. 5252 del 18 de julio de 1973.
 - ix) Ley de Aprobación del Acta Final en que se incorporan los resultados de Ronda de Uruguay de Negociaciones Comerciales Multilaterales, No. 7475 del 20 de diciembre de 1994.
 - x) Ley de Ejecución de los Acuerdos Ronda Uruguay de Negociaciones Comerciales Multilaterales, No. 7473 del 27 de diciembre de 1994.
 - xi) Ley de Aprobación del Tratado de Libre Comercio entre el Gobierno de la República de Costa Rica y el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, No. 7474 del 20 de diciembre de 1994.
 - xii) Ley de Aprobación del Tratado de Libre Comercio entre Centroamérica y República Dominicana, No. 7882, del 9 de junio de 1999.
 - xiii) Ley de Aprobación del Tratado de Libre Comercio entre Centroamérica y Chile y del Protocolo Bilateral adjunto celebrado entre las Repúblicas de Costa Rica y Chile, No. 8055 del 4 de enero del 2001.
 - xiv) Ley de Aprobación del Tratado de Libre Comercio entre el Gobierno de la República de Costa Rica y el Gobierno de Canadá, No. 8300 del 10 de setiembre del 2002.

Considerando:

- 1.- Que el uso eficiente de los recursos energéticos es una prioridad del gobierno con miras a lograr un desarrollo sostenible.
- 2.- Que la Ley 7447, Ley de Regulación del Uso Racional de la Energía y sus reformas, establece mecanismos para incrementar la eficiencia de los equipos, maquinaria y vehículos, cuyo consumo de energía en forma individual o por su uso masivo tenga incidencia nacional importante.



- 3.- Que la Ley de la Promoción de la Competencia y Defensa Efectiva del Consumidor, No. 7472 en su artículo 31 inciso b), establece que debe informarse al consumidor de manera clara y veraz acerca de los elementos que inciden en su decisión de consumo.
- 4.- Que la Ley del Sistema Internacional de Unidades, No. 5292, establece como uso obligatorio el uso del Sistema Internacional de Unidades; basado en el Sistema Métrico Decimal, en el territorio nacional.
- 5.- Que la Ley de Normas Industriales, No. 1698 en su artículo 1°, establece que el Poder Ejecutivo decretará las normas oficiales de nomenclatura, calidad y funcionamiento aplicables a la industria y a sus productos.
- 6.- Que la Ley Orgánica del Ministerio de Economía, Industria y Comercio en su artículo 4 inciso c), establece la potestad de formular, dirigir y coordinar la política en materia de normalización.
- 7.- Que la Ley de Aprobación, Tratado de Libre Comercio Estados Unidos Mexicanos – Costa Rica, No.7474, establece que las medidas de normalización no restringirán el comercio más de lo que se requiera para el comercio para el logro de sus objetivos legítimos.
- 8.- Que la Ley de Aprobación del Acta Final en que se incorporan los Resultados de la Ronda de Uruguay de Negociaciones Multilaterales, No. 7475, reconoce que no deben impedirse a ningún país que adopte las medidas necesarias para la protección de sus intereses esenciales en materias de seguridad, ambiente y protección de sus intereses esenciales en materias de seguridad, ambiente y protección de la vida o salud animal o vegetal.
- 9.- Que los motores eléctricos representan uno de los usos más importantes de la electricidad, existiendo a la fecha mas de 65000 motores instalados en empresas industriales y de servicios con una edad promedio mayor a los 10 años.
- 10.- Que en el mercado existen tecnologías comercialmente disponibles de una mayor eficiencia a las utilizadas comúnmente en nuestro país.
- 11.- Que la totalidad de los motores eléctricos son importados al no existir fabricación local ni centroamericana.

12.- Que el presente reglamento técnico fue elaborado bajo la Coordinación del Comité Nacional de Eficiencia Energética –INTE-CTN 25 con la colaboración de los siguientes organismos, instituciones y empresas:

XXX
XXXX
XXXXX
XXXXXX

Decretan:

Artículo 1 -Aprobar el siguiente reglamento técnico

RTCR 000:2006 Motores de Corriente Alterna, Trifásicos, de Inducción, Tipo Jaula de Ardilla, en Potencia Nominal de 0,746 a 20 kW. Especificaciones. Eficiencia Energética y Etiquetado



1. Objetivo

Establecer los valores de eficiencia energética nominal y mínima asociada, el método de ensayo para su evaluación y la especificación de etiquetado de la eficiencia nominal en la placa de datos de los motores eléctricos de corriente alterna, trifásicos, de inducción, jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 kW hasta 20 kW, abiertos y cerrados; que se comercialicen en Costa Rica.

Este Reglamento Técnico establece los valores de índices de eficiencia nominal y mínima asociada, el método de ensayo para su evaluación, y la especificación de etiquetado de la eficiencia nominal, en la placa de datos de los motores que se comercializan en Costa Rica.

2. Ámbito de aplicación

Este Reglamento Técnico aplica a motores eléctricos de corriente alterna, trifásicos, de inducción, jaula de ardilla, con potencia nominal de 0,746 kW hasta 20 kW, con tensión eléctrica nominal de hasta 600 V, abiertos y cerrados, de una sola frecuencia de rotación, de posición de montaje horizontal o vertical.

3. Referencias

El Presente Reglamento se complementa con los siguientes reglamentos vigentes:

NCR :26 1994 Metrología. Sistema internacional de Unidades (SI). Unidades legales de medida.

Reglamento de la Ley de Regulación del Uso Racional de la Energía (Ley 7447). Decreto N° 25584

4. Definiciones

Para efectos del presente Reglamento Técnico se establecen las definiciones siguientes:

4.1 Dinamómetro

Aparato para aplicar carga mecánica a un motor en forma continua y controlada, y que puede incluir dispositivos para medir el par torsional y la frecuencia de rotación desarrollados por dicho motor.

4.2 Eficiencia

La eficiencia se define como la razón entre la potencia de salida y la potencia de entrada del motor. Se expresa en por ciento y se calcula con alguna 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) $[\text{Potencia de salida} / (\text{potencia de salida} + \text{pérdidas})] \times 100.$

4.3 Eficiencia mínima asociada

Cada eficiencia nominal tiene una eficiencia mínima asociada especificada en la columna B de la Tabla 1.



4.4 Eficiencia nominal

Es el valor de la eficiencia mostrado en la placa de datos del motor, seleccionado de la Columna A de la Tabla 1 por el fabricante. Este valor no debe ser mayor que la eficiencia promedio de una población grande de motores del mismo diseño.

4.5 Equilibrio térmico a carga plena

Cuando la diferencia entre la temperatura del motor y la temperatura ambiente no excede de 1°C, en un lapso de 30 min trabajando a carga plena.

4.6 Factor de Corrección del Dinamómetro (FCD)

Es el par torsional necesario para vencer la oposición que presenta el dinamómetro al movimiento mecánico, en su condición de carga mínima. Su determinación es importante cuando el dinamómetro está situado entre el motor a probar y el transductor usado para medir el par.

4.7 Motor abierto

Es un motor que tiene aberturas para ventilación que permiten el paso del aire exterior de enfriamiento, sobre y a través del embobinado del motor.

4.8 Motor cerrado

Es un motor cuya armazón impide el intercambio libre de aire entre el interior y el exterior de éste, sin llegar a ser hermético. Dentro de esta clasificación se incluyen los motores a prueba de explosión.

4.9 Motor de eficiencia normalizada

Es aquel que tiene una eficiencia nominal igual o mayor que la indicada en la Tabla 2, según su tipo de enclaustramiento y número de polos.

4.10 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.

4.11 Motor eléctrico

Es una máquina rotatoria para convertir energía eléctrica en mecánica.

4.12 Motor trifásico

Es un motor que utiliza para su operación energía eléctrica de corriente alterna trifásica.

4.13 Motor tipo jaula de ardilla

Es un motor de inducción, en el cual los conductores del rotor son barras colocadas en las ranuras del núcleo secundario, que se conectan en circuito corto por medio de anillos en sus extremos semejando una jaula de ardilla.

4.14 Pérdidas en el núcleo

Son las debidas a las alternaciones del campo magnético en el material activo del estator y el rotor por efectos de histéresis y corrientes parásitas.

4.15 Pérdidas indeterminadas



Son la porción de las pérdidas que no se incluyen en la suma de las pérdidas por efecto Joule en el estator y en el rotor, las pérdidas en el núcleo, y las pérdidas por fricción y ventilación.

4.16 Pérdidas por efecto Joule

Son las debidas a la circulación de corriente eléctrica por los conductores del estator y rotor y se manifiestan en forma de calor.

4.17 Pérdidas por fricción y ventilación

Son las debidas a la oposición que presentan los dispositivos tales como ventiladores y rodamientos al movimiento mecánico.

4.18 Pérdidas totales

Son la diferencia de la potencia de entrada y la potencia de salida del motor.

4.19 Potencia de entrada

Es la potencia eléctrica que el motor toma de la línea.

4.20 Potencia de salida

Es la potencia mecánica disponible en el eje del motor.

4.21 Potencia nominal

Es la potencia mecánica de salida indicada en la placa de datos del motor.

4.22 Régimen continuo

Es el régimen nominal con el cual debe cumplir un motor en funcionamiento continuo.

4.23 Régimen nominal

Es la condición de operación a la tensión y frecuencia eléctricas nominales, medidas en las terminales, en la que el motor desarrolla los parámetros indicados en su placa de datos.

4.24 Resistencia entre terminales del motor

Es la resistencia medida entre dos terminales en la caja de conexiones del motor.

4.25 Torsiómetro

Aparato acoplado entre los ejes del motor y del dinamómetro, que trasmite y mide el par torsional. Algunos tipos, miden además la frecuencia de rotación y permiten determinar la potencia mecánica desarrollada por el motor.

5. Clasificación

Los motores sujetos a este Reglamento Técnico se clasifican por su tipo de enclaustramiento:

- a) Motor abierto
- b) Motor cerrado

6. Especificaciones



6.1 Eficiencia del motor

Un motor será considerado eficiente cuando su eficiencia nominal sea igual o mayor a la especificada en la Tabla 2.

6.2 Eficiencia mínima asociada

Cualquier motor debe tener una eficiencia mayor o igual a la eficiencia mínima asociada a la eficiencia nominal, de acuerdo con la Tabla 1.

Tabla 1.-
Eficiencia nominal y mínima asociada, en por ciento

Columna A Eficiencia Nominal	Columna B Eficiencia Mínima	Columna A Eficiencia Nominal	Columna B Eficiencia Mínima
99,0	98,8	94,1	93,0
98,9	98,7	93,6	92,4
98,8	98,6	93,0	91,7
98,7	98,5	92,4	91,0
98,6	98,4	91,7	90,2
98,5	98,2	91,0	89,5
98,4	98,0	90,2	88,5
98,2	97,8	89,5	87,5
98,0	97,6	88,5	86,5
97,8	97,4	87,5	85,5
97,6	97,1	86,5	84,0
97,4	96,8	85,5	82,5
97,1	96,5	84,0	81,5
96,8	96,2	82,5	80,0
96,5	95,8	81,5	78,5
96,2	95,4	80,0	77,0
95,8	95,0	78,5	75,5
95,4	94,5	77,0	74,0
95,0	94,1	75,5	72,0
94,5	93,6	74,0	70,0
		72,0	68,0

Nota: Los valores de la eficiencia nominal de la Columna A se obtienen a partir del 99,0%, con incrementos de pérdidas del 10%. Los valores de eficiencia mínima asociada de la Columna B, se obtienen incrementando las pérdidas en un 20%.



6.3 Determinación de la eficiencia

Para determinar la eficiencia energética de motores de inducción trifásicos en potencia nominal de 0,746 a 20 kW, se precisa como ensayo único el método descrito en el capítulo 9 del presente Reglamento Técnico.

7. Evaluación de la conformidad

El Ministerio del Ambiente y Energía establecerá los procedimientos para la evaluación de la conformidad cuando para fines oficiales requiera comprobar mediante análisis de laboratorio el cumplimiento de este reglamento.

8. Criterios de aceptación

8.1 Placa de datos

La eficiencia nominal marcada por el fabricante en la placa de datos del motor eficiente, debe ser igual o mayor que la eficiencia de la Tabla 2 de este Reglamento Técnico, de acuerdo con su potencia nominal en kW, número de polos y tipo de enclaustramiento.

Tabla 2.- Valores mínimos de eficiencia nominal a plena carga para motores verticales y horizontales, en por ciento

Potencia	Potencia	MOTORES CERRADOS				MOTORES ABIERTOS			
Nominal, kW	Nominal Cp	2 Polos	4 Polos	6 Polos	8 Polos	2 Polos	4 Polos	6 Polos	8 Polos
0,746	1	75,5	82,5	80,0	74,0	75,5	82,5	80,0	74,0
1,119	1,5	82,5	84,0	85,5	77,0	82,5	84,0	84,0	75,5
1,492	2	84,0	84,0	86,5	82,5	84,0	84,0	85,5	85,5
2,238	3	85,5	87,5	87,5	84,0	84,0	86,5	86,5	86,5
3,730	5	87,5	87,5	87,5	85,5	85,5	87,5	87,5	87,5
5,595	7,5	88,5	89,5	89,5	85,5	87,5	88,5	88,5	88,5
7,460	10	89,5	89,5	89,5	88,5	88,5	89,5	90,2	89,5
11,19	15	90,2	91,0	90,2	88,5	89,5	91,0	90,2	89,5
14,92	20	90,2	91,0	90,2	89,5	90,2	91,0	91,0	90,2
18,65	25	91,0	92,4	91,7	89,5	91,0	91,7	91,7	90,2

8.2 Resultados de las pruebas

La eficiencia determinada con el método de prueba del capítulo 9, para cada motor probado, debe ser igual o mayor que la eficiencia mínima asociada a la eficiencia nominal marcada en la placa de datos por el fabricante, de acuerdo con la Tabla 1.



9. Método de prueba

Todos los motores se prueban por el método de las pérdidas segregadas, en este método, a partir de mediciones y cálculos, se determinan las pérdidas por efecto Joule en los devanados del estator y del rotor, las pérdidas del núcleo y las pérdidas por fricción y ventilación; al final, las pérdidas indeterminadas se obtienen por diferencia.

9.1 Condiciones de la prueba

Todos los motores se deben de probar en posición horizontal.

La frecuencia eléctrica de alimentación para todas las pruebas debe ser la frecuencia eléctrica nominal que se indica en la placa de datos del motor con una variación de $\pm 0,5\%$.

La tensión eléctrica de corriente alterna de alimentación para la prueba, debe ser la tensión eléctrica nominal indicada en la placa de datos del motor, medida en sus terminales, sin exceder una variación de $\pm 0,5\%$, con un desbalance máximo permitido de $\pm 0,5\%$. El por ciento de desbalance es igual a 100 veces la desviación máxima de la tensión eléctrica de cada fase con respecto a la tensión eléctrica promedio, dividida entre la tensión eléctrica promedio.

La Distorsión Armónica Total (DAT) de la onda de tensión eléctrica no debe ser mayor al 5%.

La Distorsión Armónica Total (DAT) es un indicador del contenido de armónicas en una onda de tensión eléctrica. Se expresa como un porcentaje de la fundamental y se define como:

$$DAT = \left[\sqrt{\frac{\sum_{i=2}^n V_i^2}{V_1^2}} \right] * 100$$

donde:

V_i es la amplitud de cada armónica

V_1 es la amplitud de la fundamental

Las magnitudes eléctricas que varíen senoidalmente, deben expresarse en valores eficaces, a menos que se especifique otra cosa.

9.2 Instrumentos de medición y equipo de prueba

Los instrumentos de medición deben seleccionarse para que el valor leído esté dentro del intervalo de la escala recomendado por el fabricante del instrumento, o en su defecto en el tercio superior de la escala del mismo.

Los instrumentos analógicos o digitales deben estar calibrados con una incertidumbre máxima de $\pm 0,5\%$ de plena escala.

Cuando se utilicen transformadores de corriente y de potencial, se deben realizar las correcciones necesarias para considerar los errores de relación y fase en las lecturas de



tensión, corriente y potencia eléctricas. Los errores de los transformadores de corriente y potencial no deben ser mayores de 0,5%.

El dinamómetro debe seleccionarse de forma que a su carga mínima, la potencia de salida demandada al motor no sea mayor del 15% de la potencia nominal del mismo.

Para evitar la influencia por el acoplamiento del motor con el dinamómetro durante el desarrollo de las pruebas de equilibrio térmico, funcionamiento, y carga mínima posible en el dinamómetro, éstas deben realizarse sin desacoplar el motor entre ellas.

Los instrumentos de medición, equipos y aparatos para aplicar este método de prueba son los siguientes:

- (a) aparato para medir la temperatura detectada por los detectores de temperatura por resistencia o termopares;
- (b) óhmetro a cuatro terminales, para medir resistencias bajas;
- (c) equipo para controlar la tensión de alimentación;
- (d) frecuencímetro;
- (e) vóltmetros;
- (f) ampérmetros;
- (g) wáttmetro trifásico;
- (h) dinamómetro;
- (i) torsiómetro o aparato para medir par torsional;
- (j) tacómetro, y
- (k) cronómetro.

9.3 Procedimiento de prueba

Antes de comenzar las pruebas se deben registrar la temperatura y la resistencia óhmica de los devanados del estator. Para ello, se deben instalar dentro del motor, como mínimo, dos detectores de temperatura por resistencia o termopares, entre o sobre cada uno de los cabezales del devanado, o en las ranuras del núcleo del estator, procurando que queden fuera de las trayectorias del aire de enfriamiento del motor.

9.3.1 Parámetros iniciales

Se miden las resistencias entre terminales de los devanados del estator y la temperatura correspondiente.

Se registran los siguientes parámetros:

- 1) Las resistencias entre terminales de los devanados del estator, en Ohm;
- 2) El promedio de las temperaturas detectadas en los devanados del estator t_{ij} , en °C, y
- 3) La temperatura ambiente t_{ai} , en °C.

Se designa como resistencia de referencia R_i , a aquélla con el valor más cercano al promedio de las tres registradas. Por ejemplo, si:

$$R_{1-2} = 4,8 \Omega \quad R_{1-3} = 5,0 \Omega \quad R_{2-3} = 5,2\Omega$$



Entonces el valor de la resistencia de referencia será $R_i = 5,0 \Omega$

9.3.2 Prueba para alcanzar el equilibrio térmico

Mediante esta prueba se determinan la resistencia y temperatura de los devanados del motor operando a carga plena.

Se hace funcionar el motor a su régimen nominal hasta alcanzar el equilibrio térmico definido en el inciso 4.5 en todos los detectores de temperatura. Se desenergiza y se desconectan las terminales de línea del motor, se mide y registra la resistencia entre las terminales de la resistencia de referencia determinada en el inciso 9.3.1, en el tiempo especificado en la Tabla 3.

TABLA 3.- Tiempo al cual se debe realizar la medición de la resistencia de referencia de los devanados del estator

Potencia Nominal, en kW	Tiempo [s]
20,0 o menor	30

Si se excede el tiempo establecido en la Tabla 3, se traza una curva de enfriamiento basada en la resistencia entre el par de terminales de referencia, utilizando por lo menos 10 valores espaciados a intervalos de 30 s, para determinar la resistencia al tiempo de retardo especificado en la Tabla 3.

Si los tiempos especificados en la tabla 3 se exceden en más del doble para el registro de la primera lectura, se anula y se repite la prueba.

Se miden y registran:

- 1) La resistencia entre las terminales de referencia, R_f , en ohm;
- 2) El promedio de las temperaturas detectadas en los devanados del estator, t_f , en °C;
- 3) La temperatura ambiente, t_{af} , en °C, y
- 4) El tiempo al que se midió o determinó la resistencia R_f , en s.

9.3.3 Prueba de funcionamiento

Al término de la prueba anterior, se hace funcionar el motor a su tensión eléctrica medida en sus terminales, frecuencia eléctrica y potencia nominales, hasta alcanzar nuevamente el equilibrio térmico definido en el inciso 4.5. Se aplican en forma descendente dos valores de carga arriba de la potencia nominal, 130% y 115%; así como cuatro valores de carga al 100%, 75%, 50% y 25% de la potencia nominal, con una tolerancia de $\pm 2\%$.

Se miden y registran los siguientes parámetros para cada uno de los valores de carga:

- 1) El promedio de las tensiones eléctricas entre terminales, en V;
- 2) Frecuencia eléctrica de alimentación, en Hz;
- 3) El promedio de las corrientes eléctricas de línea, I_m , en A;



- 4) La potencia de entrada, P_e , en kW
- 5) El par torsional del motor, T_m , en N·m;
- 6) La frecuencia de rotación, n_m , en min^{-1} ;
- 7) El promedio de las temperaturas detectadas en los devanados del estator para cada valor de carga, t_m , en °C, y
- 8) La temperatura ambiente para cada valor de carga, t_{am} , en °C.

9.3.4 Carga mínima posible en el dinamómetro

Se ajusta el dinamómetro a su carga mínima y se opera el motor a su tensión eléctrica medida en sus terminales y frecuencia eléctrica nominales hasta que la potencia de entrada no varíe más del 3% en un lapso de 30 min.

Con la potencia de entrada estabilizada a la carga mínima del dinamómetro, se miden y registran:

- 1) El promedio de las tensiones eléctricas entre terminales, en V;
- 2) La frecuencia eléctrica de alimentación, en Hz;
- 3) El promedio de las corrientes eléctricas de línea, $I_{mín}$, en A;
- 4) La potencia de entrada, $P_{mín}$, en kW;
- 5) El par torsional del motor, $T_{mín}$, en N·m;
- 6) La frecuencia de rotación, $n_{mín}$, en min^{-1} ;
- 7) El promedio de las temperaturas detectadas por los detectores de temperatura de los devanados, $t_{mín}$, en °C, y
- 8) Se verifica que la potencia de salida P_d demandada al motor bajo prueba, sea menor al 15% de su potencia nominal. Donde P_d en kW, se calcula de la siguiente forma:

$$P_d = \frac{T_{mín} \cdot n_{mín}}{9\,549} \quad [\text{kW}]$$

9.3.5 Prueba de operación en vacío

Se desacopla el motor del dinamómetro y se opera en vacío a su tensión eléctrica medida en las terminales del motor y frecuencia eléctrica nominales hasta que la potencia de entrada varíe no más del 3% en un lapso de 30 min. Se aplican en forma descendente tres o más valores de tensión eléctrica entre el 125% y el 60% de la tensión eléctrica nominal, espaciados en forma regular; de la misma manera, tres o más valores entre el 50% y el 20% de la tensión eléctrica nominal o hasta donde la corriente eléctrica de línea llegue a un mínimo o se haga inestable.

Para cada valor de tensión eléctrica, se miden y registran:

- 1) El promedio de las tensiones eléctricas entre terminales, en V;



- 2) La frecuencia eléctrica de alimentación, en Hz;
- 3) El promedio de las corrientes eléctricas de línea, I_0 , en A;
- 4) La potencia de entrada en vacío, P_0 , en kW;
- 5) La frecuencia de rotación, n_0 , en min^{-1} , y
- 6) El promedio de las temperaturas detectadas en los devanados del estator en cada valor de tensión, t_0 , en °C.

9.4 Segregación de pérdidas

9.4.1 Determinación de las pérdidas por fricción y ventilación y cálculo de las pérdidas en el núcleo

Los siguientes cálculos se utilizan para separar el origen de las pérdidas en vacío.

- a) Se resta de la potencia de entrada medida en el inciso 9.3.5 en vacío, P_0 , las pérdidas de los devanados del estator I^2R_{E0} para cada valor de tensión eléctrica del inciso 9.3.5, calculadas con la siguiente ecuación:

$$I^2R_{E0} = 0,0015 \cdot I_0^2 \cdot R_{E0} \quad [\text{kW}]$$

donde:

I_0 Es el promedio de las corrientes eléctricas de línea en vacío del inciso 9.3.5, en A, y

R_{E0} es la resistencia entre las terminales de referencia, en ohm, del inciso 9.3.1, corregida al promedio de las temperaturas detectadas en los devanados del estator para cada valor de tensión eléctrica, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$R_{E0} = R_i \cdot \frac{t_0 + K}{t_i + K} \quad [\Omega]$$

donde:

R_i es la resistencia de referencia del inciso 9.3.1, en ohm;

t_0 es el promedio de las temperaturas de los devanados para cada valor de tensión el inciso 9.3.5, en °C;

t_i es el promedio de las temperaturas de los devanados del estator en frío del inciso 9.3.1, en °C, y

K es la constante del material y es igual a 234,5 para el cobre puro. Para otros materiales en los devanados, deberá usarse el valor especificado por el fabricante del material.

- b) Se traza una curva con la potencia de entrada con el motor operando en vacío P_0 menos las pérdidas en los devanados del estator I^2R_{E0} contra la tensión eléctrica en vacío, para cada valor de tensión eléctrica entre el 125% y el 60% del valor nominal.



- c) Se traza una curva con los valores de potencia de entrada en vacío P_0 menos las pérdidas en los devanados del estator $I^2 R_{E0}$, contra el cuadrado de la tensión eléctrica, para cada valor de tensión eléctrica entre el 50% y el 20% del valor nominal o hasta el valor correspondiente a la corriente eléctrica de línea mínima o inestable. Se extrapola la curva a la tensión eléctrica en vacío igual a cero. El valor de la potencia de entrada en este punto corresponde a las pérdidas por fricción y ventilación P_{fv} .
- d) De la curva obtenida en el inciso (b), se calculan las pérdidas del núcleo, P_h , a la tensión eléctrica nominal, restando de la potencia de entrada en vacío, P_0 , las pérdidas en los devanados del estator $I^2 R_{E0}$ según el inciso (a), y las pérdidas de fricción y ventilación P_{fv} según el inciso (c).

9.4.2 Cálculo de las pérdidas por efecto Joule en el estator

Se calculan las pérdidas por efecto Joule en los devanados del estator $I^2 R_m$ para cada uno de los seis valores de carga aplicados según el inciso 9.3.3, utilizando la siguiente ecuación:

$$I^2 R_m = 0,0015 \cdot I_m^2 \cdot R_m \quad [kW]$$

donde:

I_m es el promedio de las corrientes de línea del inciso 9.3.3, en A;

R_m es la resistencia entre las terminales de referencia del estator, inciso 9.3.1, corregida a la temperatura de los devanados para cada valor de carga mediante la siguiente ecuación:

$$R_m = R_i \cdot \frac{t_m + K}{t_i + K} \quad [\Omega]$$

donde:

R_i es la resistencia de referencia del inciso 9.3.1, en ohm;

t_m es el promedio de las temperaturas de los devanados por cada valor de carga del inciso 9.3.3, en °C;

t_i es el promedio de las temperaturas de los devanados del estator del inciso 9.3.1, en °C, y

K es la constante del material y es igual a 234,5 para el cobre puro. Para otros materiales en los devanados, deberá usarse el valor especificado por el fabricante.

9.4.3 Cálculo de las pérdidas por efecto Joule en el rotor

Se calculan las pérdidas por efecto Joule en el devanado del rotor $I^2 R_r$, en cada uno de los seis valores de carga aplicados según el inciso 9.3.3 utilizando la siguiente ecuación:



$$I^2 R_r = (P_e - I^2 R_m - P_h) \cdot S_m \quad [kW]$$

donde:

P_e es la potencia de entrada para cada valor de carga medida en el inciso 9.3.3

P_h son las pérdidas del núcleo calculadas en el inciso 9.4.1

S_m es el deslizamiento en por unidad de la frecuencia de rotación síncrona n_s para cada valor de carga, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$S_m = \frac{n_s - n_m}{n_s}$$

donde:

n_s es la frecuencia de rotación síncrona en min^{-1} , y

n_m es la frecuencia de rotación para cada valor de carga medida en el inciso 9.3.3 en min^{-1} .

9.4.4 Cálculo del Factor de Corrección del Dinamómetro (FCD)

Cuando la medición del par se hace entre el motor de prueba y el dinamómetro, las pérdidas del dinamómetro no afectan a la medición, por lo que este paso no es necesario.

Con las mediciones realizadas en el inciso 9.3.4 y 9.3.5, se calcula:

- a) El deslizamiento por unidad de la frecuencia de rotación con respecto a la frecuencia de rotación síncrona, con el dinamómetro a su carga mínima, de acuerdo con la siguiente ecuación ($S_{\text{mín}}$):

$$S_{\text{mín}} = \frac{n_s - n_{\text{mín}}}{n_s}$$

donde:

n_s es la frecuencia de rotación síncrona, en min^{-1} , y

$n_{\text{mín}}$ es la frecuencia de rotación con el dinamómetro a su carga mínima medida en el inciso 9.3.4, en min^{-1} .

- b) Las pérdidas por efecto Joule en el estator con el dinamómetro a su carga mínima:

$$I^2 R_{\text{mín}} = 0,0015 \cdot I_{\text{mín}}^2 \cdot R_{\text{mín}} \quad [kW]$$

donde:

$I_{\text{mín}}$ es el promedio de las corrientes de línea durante la prueba con carga mínima en el dinamómetro del inciso 9.3.4, en A, y



R_{\min} es la resistencia de referencia corregida a la temperatura de los devanados del estator durante la prueba con carga mínima en el dinamómetro, calculada mediante la siguiente ecuación:

$$R_{\min} = R_i \cdot \frac{t_{\min} + K}{t_i + K} \quad [\Omega]$$

donde:

R_i es la resistencia de referencia del inciso 9.3.1, en ohm;

t_{\min} es el promedio de las temperaturas de los devanados del estator con el dinamómetro a su mínima carga del inciso 9.3.4, en °C;

t_i es el promedio de las temperaturas de los devanados del estator del inciso 9.3.1, en °C, y

K es la constante del material y es igual a 234,5 para el cobre puro. Para otros materiales en los devanados, deberá usarse el valor especificado por el fabricante del material.

c) El factor de corrección del dinamómetro:

$$FCD = \frac{9\,549}{n_{\min}} [(P_{\min} - I^2 R_{\min} - P_h)(1 - S_{\min})] - \frac{9\,549}{n_0} [P_o - I^2 R_{E0} - P_h] - T_{\min} \quad [N \cdot m]$$

donde:

P_{\min} es la potencia de entrada con el dinamómetro a su carga mínima, medida en el inciso 9.3.4, en kW

P_h son las pérdidas en el núcleo calculadas en el inciso 9.4.1 en kW

$P_o - I^2 R_{E0}$ es calculado en el inciso 9.4.1 a), en kW

T_{\min} es el par torsional del motor con el dinamómetro a su carga mínima, medida en el inciso 9.3.4 en N.m

n_0 es la frecuencia de rotación en vacío, en min^{-1}

9.4.5 Cálculo de la potencia de salida corregida

Cuando la medición del par se hace entre el motor de prueba y el dinamómetro, las pérdidas del dinamómetro no afectan a la medición, por lo que este paso no es necesario.

a) Se calculan los valores de par torsional corregido T_c , sumando el factor de corrección del dinamómetro FCD, a los valores de par medidos T_m .

b) Se calcula la potencia de salida corregida de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$P_s = \frac{T_c \cdot n_m}{9\,549} \quad [kW]$$

donde:



T_c es el par torsional corregido del motor para cada valor de carga, en N·m

n_m es la frecuencia de rotación para cada valor de carga, en min⁻¹

9.4.6 Cálculo de las pérdidas indeterminadas

Para calcular las pérdidas indeterminadas en cada uno de los seis valores de carga medidos en el inciso 9.3.3, se calcula la potencia residual P_{res} como sigue:

$$P_{res} = P_e - P_s - I^2 R_m - P_h - P_{fv} - I^2 R_r \quad [kW]$$

donde:

P_e es la potencia de entrada para cada valor de carga medida en el inciso 9.3.3

P_s Potencia de salida corregida para cada punto de carga, en kW

$I^2 R_m$ Pérdidas por efecto Joule en los devanados del estator para cada punto de carga, en kW

P_h Pérdidas en el núcleo, en kW

P_{fv} Pérdidas por fricción y ventilación, en kW

$I^2 R_r$ Pérdidas por efecto Joule en el devanado del rotor para cada punto de carga, en kW

Para suavizar la curva de potencia residual, P_{res} , contra el cuadrado del par torsional, T_c^2 , para cada valor de carga, se usa el análisis de regresión lineal del Apéndice A.

$$P_{res} = A T_c^2 + B \quad [kW]$$

donde:

T_c es el par torsional corregido del motor para cada valor de carga, calculado en el inciso 9.4.5 (a), en N·m;

A es la pendiente de la recta para el análisis de regresión lineal, y

B es la intersección de la recta con el eje de las ordenadas

Si el coeficiente de correlación γ es menor que 0,9, se elimina el peor punto y se calculan nuevamente A y B. Si el valor de γ se incrementa hasta hacerlo mayor que 0,9, se usa el segundo cálculo. En caso contrario, la prueba no fue satisfactoria, indicando errores en la instrumentación, de lectura o ambos. Se debe investigar la fuente de estos errores y corregirse, para posteriormente repetir las pruebas. Cuando el valor de A se establece conforme al párrafo anterior, se pueden calcular las pérdidas indeterminadas para cada uno de los valores de carga del inciso 9.3.3 de la siguiente forma:

$$P_{hd} = A T_c^2 \quad [kW]$$

donde:



T_c es el par torsional corregido del motor para cada valor de carga, calculado en el inciso 9.4.5(a), en N·m, y

A es la pendiente de la recta

9.5 Corrección por temperatura para las pérdidas por efecto Joule

9.5.1 Cálculo de las pérdidas por efecto Joule en el estator corregidas por temperatura

Se calculan las pérdidas por efecto Joule en los devanados del estator corregidas de la temperatura ambiente t_{af} , medida en el inciso 9.3.2, a la temperatura ambiente de 25°C, para cada uno de los seis valores de carga medidos en el inciso 9.3.3, usando la siguiente ecuación:

$$I^2 R_{mc} = 0,0015 \cdot I_m^2 \cdot R_{mc} \quad [kW]$$

donde:

I_m es el promedio de las corrientes de línea para cada valor de carga del inciso 9.3.3, en A;

R_{mc} es la resistencia de referencia R_f del inciso 9.3.2, corregida a una temperatura ambiente de 25°C de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$R_{mc} = R_f \cdot \frac{t_c + K}{t_f + K} \quad [\Omega]$$

donde:

t_c promedio de las temperaturas detectadas en los devanados del estator, t_f , del inciso 9.3.2, corregida a una temperatura ambiente de 25°C ($t_c = t_f + 25^\circ\text{C} - t_{af}$), en °C;

t_f es el promedio de las temperaturas detectadas en los devanados del estator, durante la prueba de equilibrio térmico a plena carga del inciso 9.3.2, en °C, y

K es la constante del material y es igual a 234,5 para el cobre puro. Para otros materiales en los devanados, deberá usarse el valor especificado por el fabricante del material.

9.5.2 Cálculo de las pérdidas por efecto Joule en el rotor corregidas por temperatura

Se calculan las pérdidas por efecto Joule en los devanados del rotor, corregidas de la temperatura ambiente t_{af} , medida en el inciso 9.3.2, a la temperatura ambiente de 25°C, para cada uno de los seis valores de carga medidos en el inciso 9.3.3, usando la siguiente ecuación:

$$I^2 R_r = (P_e - I^2 R_{mc} - P_h) \cdot S_{mc} \quad [kW]$$

donde:



$$S_{mc} = S_m \cdot \frac{t_c + K}{t_m + K}$$

S_{mc} es el deslizamiento en por unidad de la frecuencia de rotación síncrona, referido a una temperatura ambiente de 25 °C;

S_m es el deslizamiento en por unidad de la frecuencia de rotación síncrona medida en el inciso 9.3.3 y calculado en el inciso 9.4.3;

t_m es el promedio de las temperaturas de los devanados por cada valor de carga del inciso 9.3.3, en °C;

t_c promedio de las temperaturas detectadas en los devanados del estator, t_f , medida en el inciso 9.3.2, corregida a una temperatura ambiente de 25 °C ($t_c = t_f + 25$ °C - t_{af}), en °C;

t_{af} es la temperatura ambiente durante la prueba de equilibrio térmico a plena carga del inciso 9.3.2, en °C;

K es la constante del material y es igual a 234,5 para el cobre puro. Para otros materiales en los devanados, deberá usarse el valor especificado por el fabricante del material.

9.6 Cálculo de la potencia de salida a 25 °C

Se calcula la potencia de salida corregida a la temperatura ambiente de 25 °C, para cada uno de los seis valores de carga del inciso 9.3.3 usando la siguiente ecuación:

$$P_{sc} = P_e - P_h - P_{fv} - P_{ind} - I^2 R_{mc} - I^2 R_{rc} \quad [kW]$$

donde:

P_{sc} Potencia de salida corregida para cada punto de carga, referido a una temperatura ambiente de 25 °C, en kW

P_e es la potencia de entrada para cada valor de carga medida en el inciso 9.3.3

P_h Pérdidas en el núcleo, en kW

P_{fv} Pérdidas por fricción y ventilación, en kW

P_{ind} Pérdidas indeterminadas, en kW

$I^2 R_{mc}$ Pérdidas por efecto Joule en los devanados del estator para cada punto de carga, referidas a una temperatura ambiente de 25 °C, en kW

$I^2 R_{rc}$ Pérdidas por efecto Joule en el devanado del rotor para cada punto de carga, referidas a una temperatura ambiente de 25 °C en kW

9.7 Cálculo de la eficiencia

Se calcula la eficiencia η_m para cada uno de los seis valores de carga del inciso 9.3.3 usando la siguiente ecuación:



$$\eta_m = \frac{P_{sc}}{P_e} \quad [\%]$$

donde:

P_{sc} Potencia de salida corregida para cada punto de carga, referida a una temperatura ambiente de 25 °C, en kW

P_e Potencia de entrada para cada valor de carga, en kW

9.8 Eficiencia en cualquier punto de carga

Para determinar la eficiencia en algún valor preciso de carga, se traza una curva con la eficiencia calculada según el inciso 9.7 contra la potencia de salida corregida calculada en el inciso 9.6.

10. Marcado y etiquetado

10.1 Información marcada en placa del motor

La información mínima que se debe marcar en la placa de datos del motor es:

- § La marca, modelo, tipo de enclaustramiento;
- § La eficiencia nominal precedida del símbolo "η" (2 dígitos enteros y 1 decimal);
- § La potencia nominal en kW;
- § La tensión eléctrica en V;
- § La frecuencia eléctrica en Hz, y
- § La frecuencia de rotación en min⁻¹ o r/min.

10.2 Etiqueta energética

Los motores que se comercialicen en Costa Rica deberán contar adicionalmente con una etiqueta energética que contenga los datos directamente relacionados con la eficiencia, de conformidad con lo establecido en el artículo 68 del Reglamento de la Ley 7447.

La etiqueta debe tener los siguientes datos mínimos:

- I. Título: "ETIQUETA ENERGETICA"
- II. Tipo de equipo: motor eléctrico trifásico
- III. Marca
- IV. Modelo

Además, como mínimo, se deben incluir las siguientes características energéticas:

- § La eficiencia nominal (2 dígitos enteros y 1 decimal);
- § La eficiencia nominal mínima requerida por este reglamento
- § La potencia nominal en kW;
- § La tensión eléctrica en V;



- § Leyenda en mayúscula “MOTOR EFICIENTE” en caso de cumplir con la eficiencia mínima establecida en la Tabla 2 ó “MOTOR NO EFICIENTE” en caso de no cumplirla.
- § Referencia del Reglamento “RTCR XXX:2006”

La etiqueta energética puede ser una etiqueta de papel, cartón, plástico, o metal adherida al bien. Cuando la venta al público se realice con el producto empacado, ésta deberá estar adherida al empaque.

El contenido deberá ser en idioma español. La apariencia y legibilidad deberá mantenerse hasta después que el bien sea entregado al consumidor final.

Los motores certificados en el cumplimiento de este Reglamento Técnico, podrán ostentar la contraseña de organismos certificadores acreditados dentro o fuera de la placa de datos.

11. Evaluación de la conformidad

La evaluación de la conformidad de los motores con las especificaciones del presente Reglamento Técnico, se realiza por laboratorios acreditados y aprobados en términos de la Ley Sistema Nacional de la Calidad y su Reglamento.

12. Bibliografía

NORMA Oficial Mexicana NOM-016-ENER-2002, Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 a 373 kW. Límites, método de prueba y marcado.

CSA C747-94 Energy Efficiency Test Methods for Single-and Three-Phase Induction Motors.

CSA C390-98 Energy Efficiency Test Methods for Three –Phase Induction Motors.

13. Concordancia con normas internacionales

Este Reglamento concuerda parcialmente con la NORMA Oficial Mexicana NOM-016-ENER-2002, Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 a 373 kW. Límites, método de prueba y marcado.



APÉNDICES

Apéndice 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 valores de dos variables (x_i , y_i) son graficados, los puntos casi se ajustarán a una línea recta. El coeficiente de correlación (γ), indica qué tan bien se ajustan estos pares de valores a una línea recta.

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

$$Y = AX + B$$

donde:

Y es la variable dependiente;

X es la variable independiente;

A es la pendiente de la recta, y

B es la intersección de la recta con el eje de las ordenadas.

La pendiente de la recta (A) y la intersección con el eje de las ordenadas se calculan usando las siguientes dos fórmulas de regresión lineal:

donde:

N es el número de parejas (x_i , y_i), el coeficiente de correlación (γ) se calcula usando la siguiente fórmula:

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.

Apéndice B

Nomenclatura

A Pendiente de la recta para el análisis de regresión lineal.

B Intersección de la recta con el eje de las ordenadas para el análisis de regresión lineal.

FCD Factor de Corrección del Dinamómetro, en N·m

I0 Promedio de las corrientes de línea con el motor operando en vacío, en A

Im Promedio de las corrientes de línea para cada punto de carga, en A

Imín Promedio de las corrientes de línea con el dinamómetro a su carga mínima, en A



- I2RE0 Pérdidas por efecto Joule en los devanados del estator para la operación en vacío del motor, en kW
- I2Rm Pérdidas por efecto Joule en los devanados del estator para cada punto de carga, en kW
- I2Rmc Pérdidas por efecto Joule en los devanados del estator para cada punto de carga, referidas a una temperatura ambiente de 25°C, en kW
- I2Rmín Pérdidas por efecto Joule en los devanados del estator durante la prueba con carga mínima en el dinamómetro, en kW
- I2Rr Pérdidas por efecto Joule en el devanado del rotor para cada punto de carga, en kW
- I2Rrc Pérdidas por efecto Joule en el devanado del rotor para cada punto de carga, referidas a una temperatura ambiente de 25°C en kW
- K Constante del material de los devanados del estator
- nm Frecuencia de rotación para cada punto de carga, en min⁻¹
- nmín Frecuencia de rotación con el dinamómetro a su carga mínima, en min⁻¹
- n0 Frecuencia de rotación en vacío, en min⁻¹
- ns Frecuencia de rotación síncrona, en min⁻¹
- PO Potencia de entrada con el motor operando en vacío, en kW
- Pd Potencia demandada al motor bajo prueba por el dinamómetro a su carga mínima, en kW
- Pe Potencia de entrada para cada valor de carga, en kW
- Pfv Pérdidas por fricción y ventilación, en kW
- Ph Pérdidas en el núcleo, en kW
- Pind Pérdidas indeterminadas, en kW
- Pmín Potencia de entrada con el dinamómetro a su carga mínima, en kW
- Pres Potencia residual para cada punto de carga, en kW
- Ps Potencia de salida corregida para cada punto de carga, en kW
- Psc Potencia de salida corregida para cada punto de carga, referida a una temperatura ambiente de 25°C, en kW
- RE0 Resistencia del estator medida entre las terminales de referencia, a la temperatura de la prueba de operación en vacío, en Ω
- Rf Resistencia del estator medida entre las terminales de referencia después de la estabilización térmica del motor al 100% de su carga nominal, en Ω
- Ri Resistencia de referencia medida inicialmente con el motor en frío, en Ω



- R_m Resistencia del estator corregida a la temperatura de los devanados para cada punto de carga, en Ω
- R_{mc} Resistencia del estator corregida a la temperatura de los devanados para cada punto de carga, referida a una temperatura ambiente de 25°C , en Ω
- $R_{m\text{mín}}$ Resistencia de referencia corregida a la temperatura de los devanados durante la prueba con carga mínima en el dinamómetro, en Ω
- S_m Deslizamiento en por unidad de la frecuencia de rotación síncrona, para cada punto de carga medido
- S_{mc} Deslizamiento en por unidad de la frecuencia de rotación síncrona, para cada punto de carga medido, referido a una temperatura ambiente de 25°C
- $S_{m\text{mín}}$ Deslizamiento en por unidad de la frecuencia de rotación síncrona, con el dinamómetro a su carga mínima
- T_c Par torsional del motor corregido para cada punto de carga, en $\text{N}\cdot\text{m}$
- T_m Par torsional del motor para cada punto de carga, en $\text{N}\cdot\text{m}$
- $T_{m\text{mín}}$ Par torsional del motor con el dinamómetro a su carga mínima, en $\text{N}\cdot\text{m}$
- t_0 Promedio de las temperaturas de los devanados del estator para cada uno de los valores de tensión con el motor operando en vacío, en $^\circ\text{C}$
- t_{af} Temperatura ambiente durante la prueba de estabilidad térmica a carga plena, en $^\circ\text{C}$
- t_{ai} Temperatura ambiente durante la medición de los valores iniciales de resistencia y temperatura de los bobinados, en $^\circ\text{C}$
- t_{am} Temperatura ambiente durante las pruebas a diferentes cargas, en $^\circ\text{C}$
- t_c Temperatura t_f referida a una temperatura ambiente de 25°C , en $^\circ\text{C}$
- t_f Promedio de las temperaturas detectadas en los devanados del estator después de la estabilización térmica a la cual se midió la resistencia R_f en las terminales de referencia, en $^\circ\text{C}$
- t_i Promedio de las temperaturas de los devanados del estator con el motor en frío, en $^\circ\text{C}$
- t_m Promedio de las temperaturas de los devanados del estator para cada punto de carga, en $^\circ\text{C}$
- $t_{m\text{mín}}$ Promedio de las temperaturas de los devanados del estator con el dinamómetro a su carga mínima, en $^\circ\text{C}$
- γ Factor de correlación para el análisis de regresión lineal
- η Eficiencia nominal, en porcentaje
- η_m Eficiencia calculada a la potencia nominal del motor, en por ciento
- DAT Distorsión armónica total, en por ciento



Apéndice C

EQUIVALENCIA ENTRE kW y Cp

Potencia en kW	Potencia en Cp
0,746	1
1,119	1,5
1,492	2
2,238	3
3,730	5
5,595	7,5
7,460	10
11,19	15
14,92	20
18,65	25

Artículo 2.-

Los motores eléctricos que se comercialicen en Costa Rica, que no cumplan con las eficiencias nominales mínimas establecidas en la Tabla 2, serán considerados como no eficientes y se les aplicará el incremento en el impuesto selectivo de consumo estipulados en los artículos 14 y 15 de la Ley de Regulación del Uso Racional de la Energía, No. 7447. Al término de 12 meses de aplicación de este reglamento, éste será revisado a efectos de prohibir la entrada y comercialización de motores eléctricos no eficientes, en el territorio nacional.

Artículo 3.- Registro y Declaración Jurada

Para la fabricación o ensamblaje y para nacionalizar motores eléctricos se debe obtener autorización del MINAE de acuerdo con los artículos 62 y 63 del Reglamento de la Ley 7447, ya sea por medio del Registro (artículo 67 del Reglamento de la Ley 7447) o la declaración jurada, mencionados en dichos artículos.

En caso de no encontrarse los datos del motor eléctrico en el Registro, se debe entregar una declaración jurada con los datos indicativos de las características energéticas que permitan determinar su eficiencia, obtenidas con base en las fuentes establecidas en el artículo 65 del Reglamento de la Ley 7447.

La declaración jurada deberá tener contar con los siguientes datos mínimos:

- I Nombre de la persona o empresa importadora, fabricante o ensamblador
- II Razón social
- III Cédula ó cédula jurídica
- IV Dirección
- V Teléfono
- VI Fax
- VII Apartado postal
- VII Representante legal
- IX Lugar para escuchar notificaciones en el perímetro judicial de la ciudad de San José
- X Nombre del bien



- XI Marca
- XII Modelo
- XIII Número de unidades importadas o fabricadas

Además, se deben incluir los datos en cuanto a su eficiencia energética, específicamente:

- § La eficiencia nominal del motor eléctrico precedida del símbolo " η " (2 dígitos enteros y 1 decimal);
- § La eficiencia mínima del motor eléctrico asociada precedida del símbolo " η_{\min} " (2 dígitos enteros y 1 decimal);
- § La potencia nominal en kW;
- § La tensión eléctrica en V;
- § La frecuencia eléctrica en Hz, y
- § La frecuencia de rotación en min^{-1} ó r/min.

Artículo 4.- Publicidad de los Motores

Cuando la oferta de venta, arrendamiento o arrendamiento con opción de compra de un motor aquí regulado se haga mediante comunicación escrita o impresa o por cualquier otro medio que implique que el cliente potencial no pueda ver el aparato en cuestión personalmente, como ofertas escritas, catálogos de venta por correspondencia, anuncios en Internet o en otros medios electrónicos, la comunicación incluirá la información de Ahorro de Energía del aparato, especificada en el numeral 8.1, Tabla 2, del artículo 1.

Artículo 5.- Compras del Estado

La Administración Pública, cuando realice compras o arriendos de motores eléctricos, deberá hacerlo con motores energéticamente eficientes, para lo cual deberá incluir dentro de las especificaciones técnicas de los carteles de licitación de sus concursos la obligatoriedad de cumplir con la eficiencia nominal mínima estipuladas en la Tabla 2, así como las disposiciones de etiquetado establecidas en el presente Reglamento.

(Ojo Art. 4, 5, 42, 55 Ley 7494 LCA)

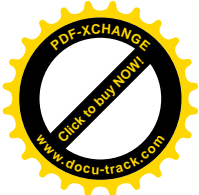
Artículo 6.- Control

Serán los Ministerios del Ambiente y Energía, y de Economía, Industria y Comercio, los organismos señalados para dictaminar cualquier asunto relacionado con este reglamento.

Artículo 7.-

A toda persona que haciendo uso de este reglamento, encuentre razón sustentada para pedir su revisión se le solicita notificarlo a la Dirección Sectorial de Energía, MINAE, aportando, de ser posible, la información pertinente para que esa Dirección efectúe las investigaciones pertinentes y tome las acciones correspondientes

Artículo 8.-



Para la verificación de las disposiciones de este reglamento, se procederá conforme con lo establecido en el artículo 70 del Reglamento a la Ley de Regulación del Uso Racional de la Energía, Decreto ejecutivo No.25584-MINAE-H-MP y sus reformas.

Se faculta a la Oficina de Protección al Consumidor para que contribuya con las inspecciones correspondientes a los aparatos regulados.

Artículo 9.-

Serán sancionados, según sea el caso, de acuerdo con los artículos 57, 59, 60, 61, 63 de la Ley de la Promoción de la Competencia y Defensa Efectiva del Consumidor y sus reformas, No. 7472 y sus reformas; los artículos 14, 15 y Cap. 8 de la Ley de Regulación del Uso Racional de la Energía, No. 7447; y el Código Penal vigente. Se faculta al Ministerio del Ambiente y Energía y al Ministerio de Economía, Industria y Comercio, así como a las otras instituciones del Estado, a través de sus instancias técnicas competentes, para que ejecuten las acciones necesarias que garanticen el cumplimiento de lo dispuesto en este reglamento.

Artículo 10.-

Rige seis meses después de su publicación en el Diario Oficial La Gaceta.

(Ojo Art. 65 DE No.25584-MINAE-H-MP)

Dado en la Presidencia de la República, a los XXX días del mes de XXX de dos mil seis.