

Eficiencia de MOTORES NEMA Premium NORMAS y Regulaciones

Gustavo Domínguez

10 marzo 2010



Presentación basada en los siguientes estudios :

- *Anibal de Almeida, EuP LOT 11 Motors, Universidad de Coimbra, Coimbra Portugal*
- *Rob Boteler, Emerson/NEMA, St. Louis, MO USA,*
 - *Reporte Armonización, Zurich Suiza, 10 Octubre 2008*
- *Conrad U. Brunner, IEA 4E and SEEEM, miembro IEC TC-2 WG 28 y WG 31 , Zurich Suiza*
- *Martin Doppelbauer, SEW/Eurodrive, Chairman IEC TC 2/WG31, miembro WG 28, Bruchsal Alemania*
- **Sección de Motores de NEMA- NEMA MG1**
- *William Hoyt, NEMA, Rosslyn, VA USA*
- **Secretaria de Economía, Base de datos NOM y NMX**
- **ANCE- ASOCIACIÓN DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN A.C**
- **NEMA México**

Haga el Cambio!



Baja Eficencia



Alta Eficencia

NEMA
Premium

Las Políticas de Eficiencia de Motores se basan en las normas de NEMA



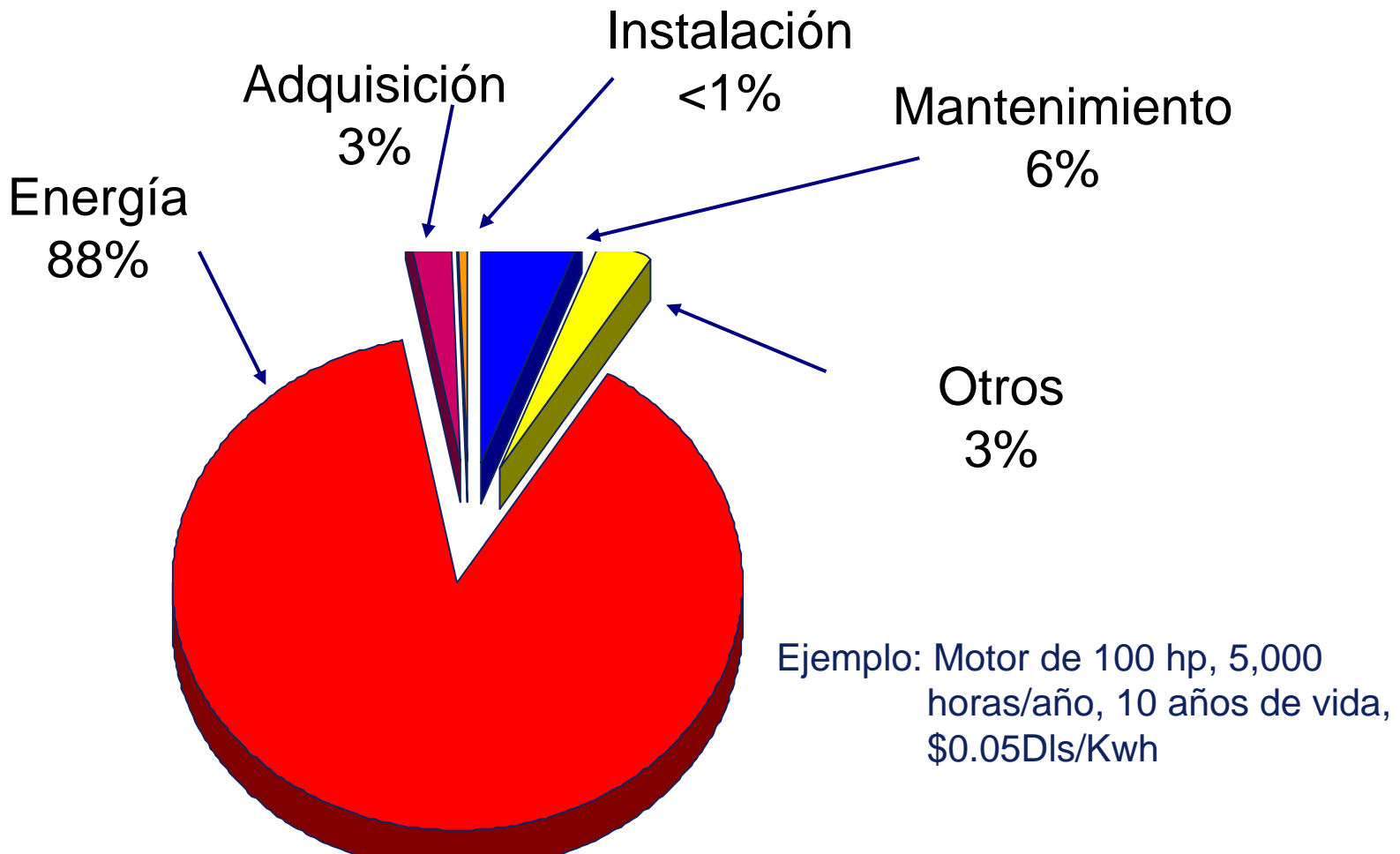
Sección de Motores y Generadores

Agenda

- Ahorro potencial en Motores Industriales
- Normas y Regulaciones vigentes en USA
- NEMA Premium- Nueva Norma de eficiencia
- Armonización IEC y NEMA
- Comparativo reparar o reemplazar
- Cambios futuros en EUA regulaciones de eficiencia de motores
- Cambios en el Mercado

Costo del Ciclo de Vida de los Motores Eléctricos

Guía del DOE para Ahorro de Energía 2004
(Industrial Energy Savings Roadmap)

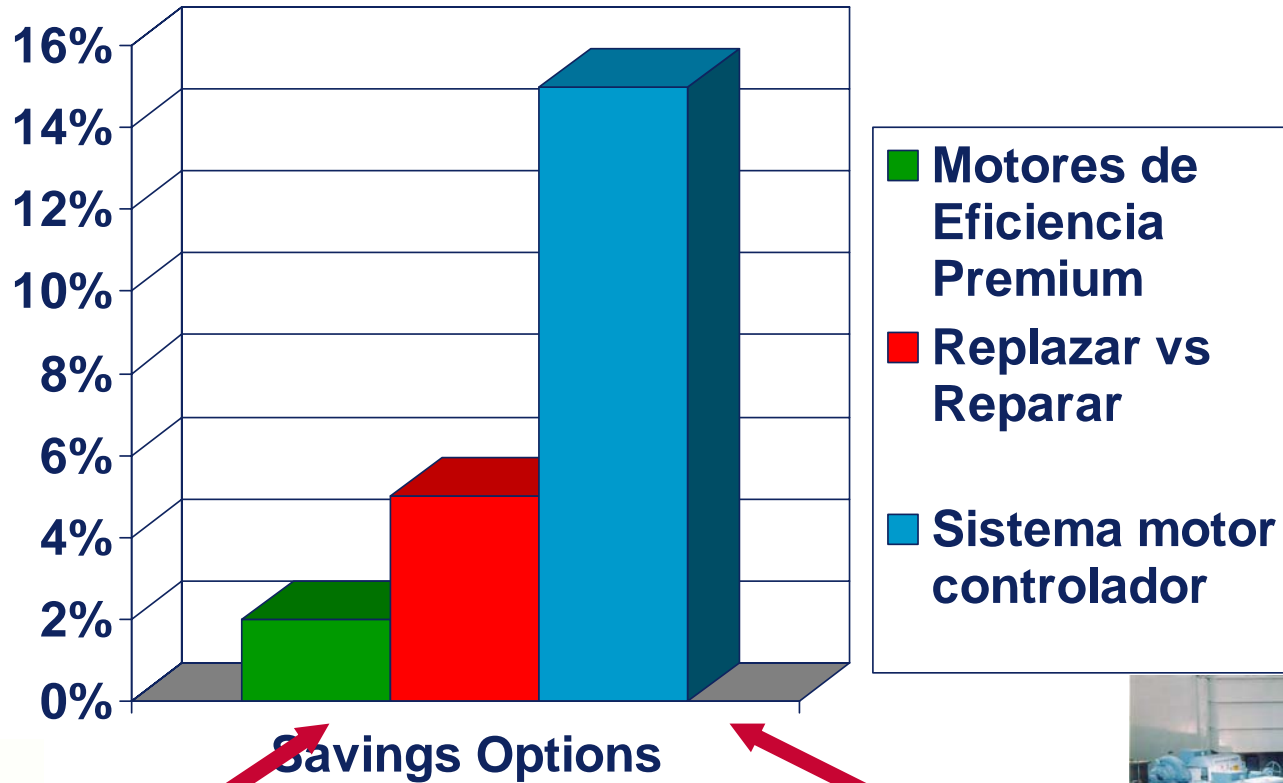


DOE: Departamento de Energía USA

Estudio del Departamento de Energía 1998

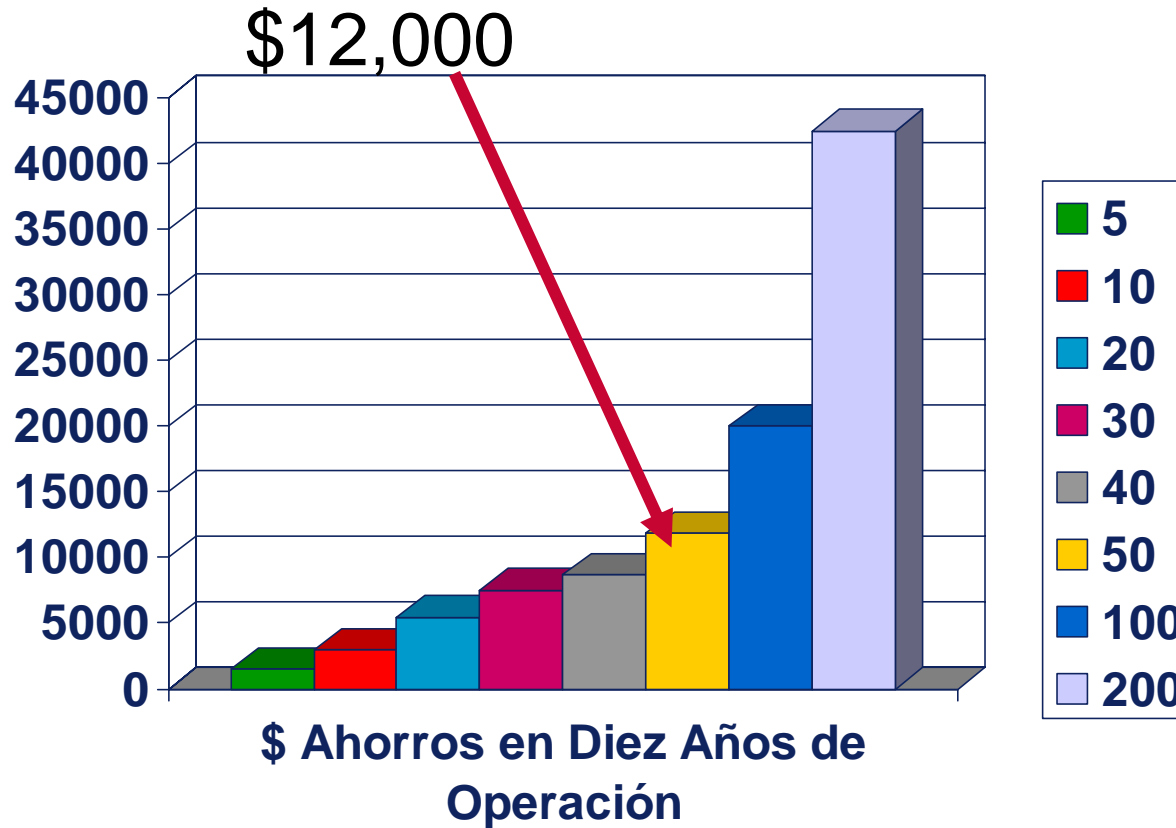
- Los Motores consumen el 23% de toda la electricidad es consumida en USA
- Es posible reducir hasta un 18% de la energía utilizada en motores industriales con tecnología probada

Oportunidad de Ahorro de Energía



Motores de Eficiencia

Ahorros en más de Diez Años



En un motor de 50hp el ahorro equivale a 2% de reducción in \$60,000 de Mano de obra en diez años

Oportunidad de Maximizar la Eficiencia de los sistemas de Motores

Energy Options	Connected HP	Improved Efficiency	Existing Efficiency	Percent Change	Kilowatts Saved per Hour	Kilowatts Saved per year	Percentage Of System Opportunity
1-System Efficiency	1,000,000	92.0%	80.0%	15.0%	121,630	486,521,739	100.0%
2-Crush for Credit	1,000,000	95.8%	91.0%	5.3%	41,075	164,298,332	34%
3-Definite Purpose	1,000,000	92.4%	90.4%	2.2%	17,862	71,447,726	15%
4-Super Premium	1,000,000	96.5%	95.8%	0.7%	5,649	22,594,568	5%

- 1-Sistema eficiente – Administrando la potencia de motor mediante sistemas que se ajuste a los requerimientos de velocidad y carga.***
- 2-Remplazo de motores pre-Epact en vez de repararlos***
- 3-Incentivando el uso de motores para su propósito específico***
- 4-Cambio a Motores Súper Premium con dos bandas***

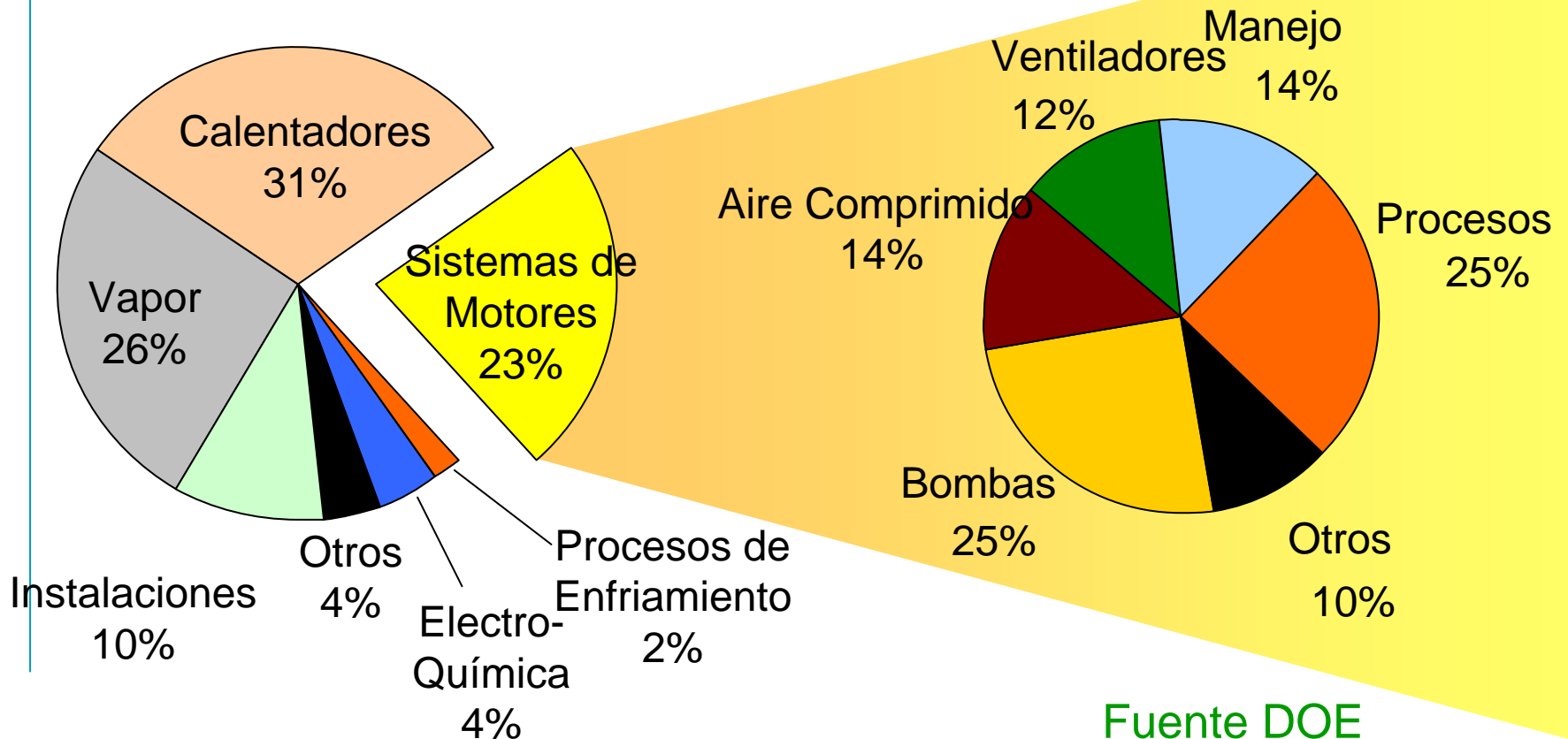
Based on 4,000 hours per year operation

Política Energética Act 1992- USA

Opciones Regulatorias

- Continuar en forma voluntaria, dejando que el mercado reconozca el valor de los motores eficientes
- Permitir que los estados regulen los productos y los canales de distribución
- Regular la mayoría de las categorías de motores eléctricos no importando los ahorros potenciales, ni el costo
- Seleccionar y regular un grupo de categorías basado en un análisis de viabilidad técnico-económico

Consumo de Energía en Fábricas y Minería

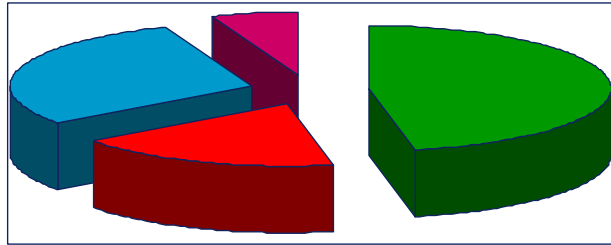


Fuente DOE

Incluye Pérdidas eléctricas en generación/distribución/transmisión

Estudio de Canales de Venta de Motores IHM

HP Integral Importante para el Análisis Regulación vs. Voluntario



- OEM
- Distribución a OEM
- Distribución al Usuario
- Compra Directa del Usuario

IHM Integral Horsepower Motors potencia integral se refiere los motores que tienen 3 dígitos para el tamaño de la carcasa como 143T o mayores. Los 2 primeros dígitos es la altura ("D") de la base del motor al eje dividido entre 4.



Las Ventas a OEM y ventas de Distribuidores están divididas forma similar con aproximadamente 48%. Solo un 18% son compras de OEMs a través de Distribuidores. Los usuarios finales compran 30 % a través de Distribuidores y un 4% directo de fabricantes.

34% ventas usuarios

OEM: Fabricante de Equipo Original (Original Equipment Manufacturer)

Lista Regular los Motores

- **1] ¿Que productos comprende?**
- **2] ¿Nivel de eficiencia se requiere utilizar?**
- **3] ¿Método de prueba requerido?**
- **4] ¿Cómo se evaluarán y acreditarán los laboratorios de prueba?**
- **5] ¿Qué requerimientos de etiquetado se pedrirá?**
- **6] ¿Cómo se dará el cumplimiento?**
- **7] ¿Tiempo de implementación?**
- **8] ¿Cómo se harán las futuras revisiones?**

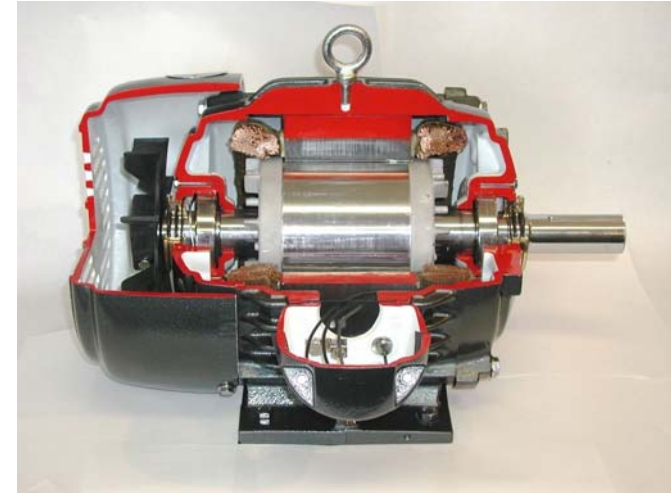
Evolución de la Eficiencia de Motor en USA

Elementos Eficiencia	1992	1997	2001	2005	2007	2008	2011
Productos Cubiertos	Definido	Implementado	Sin Cambio	Sin Cambio FEMP	Sin Cambio FEMP	Sin Cambio FEMP	?
Niveles de Eficiencia	Definido	Implementado	NEMA Premium	NEMA Premium	NEMA Premium	NEMA Premium	?
Método de Prueba	Definido	Implementado	Sin Cambio	Sin Cambio	Sin Cambio	Sin Cambio	?
Lab requerido	Definido	Implementado	Sin Cambio	Sin Cambio	Sin Cambio	Sin Cambio	?
Cumplimiento y mandatoriedad	Definido	Implementado	Sin Cambio	Sin Cambio	Sin Cambio	Sin Cambio	?
Periodo	Definido	Implementado	Voluntario	Voluntario	Voluntario	Voluntario	?
Revisiones	Definido			FEMP Añadido	Discusión Inicial	Legislación Futura	?

FEMP- Programa Federal de Administración de Energía

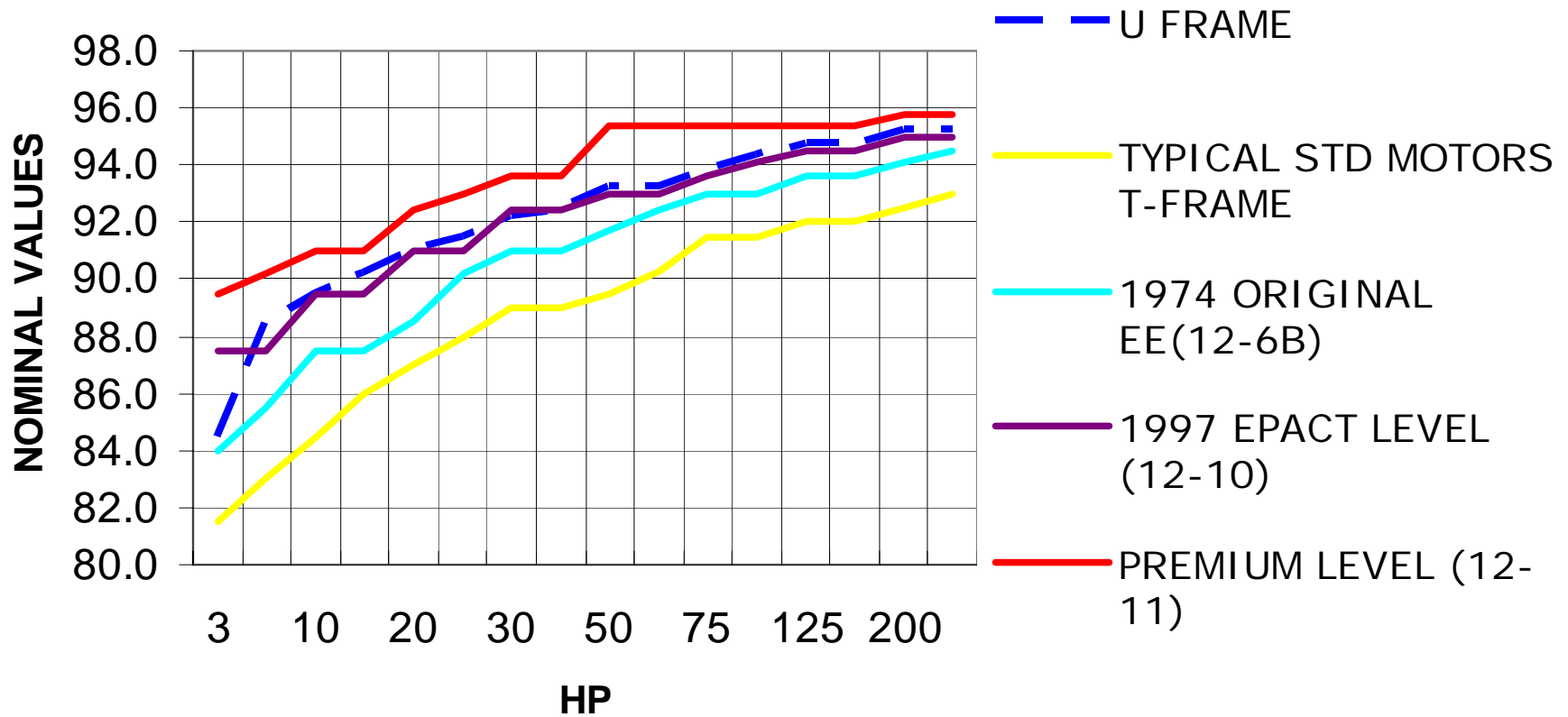
Motores Definidos por:

- NEMA MG 1 Define las Categorías de la siguiente manera:
http://www.nema.org/stds/complimentary-docs/upload/MG%201-2006%20Rev%201_contents.pdf
 - Uso General
 - Uso Definido
 - Uso Especial
- Económicamente Conveniente
 - Mayor Segmento
 - Inversión de Capital en un alto volumen
- Técnicamente posible
 - Diseño más normalizado
 - Por los cambios no mecánicos necesarios






Algunas Eficiencias de MG 1

COMPARATIVA EFICIENCIA



Etiquetado e Identificación

- Eficiencia Nominal Definida por NEMA en MG1

CATALOG # D5E2D			MODEL # AD77		
SHAFT END BRG 6206-2ZJ/C3			OPP END BRG 6205-2ZJ/C3		
FR 184T		TYPE FD		ENCL DP	
PH 3 ^{MAX} AMB 40 °C ID# L01-AD77-M					
INSUL CLASS F		DUTY CONT		WT BAL	
HZ 60 HP5.00 RPM 1760			HZ 50 HP 5.00 RPM 1445		
SF 01.15 DESIGN B CODE J			SF 01.00 DESIGN B CODE G		
GUARANTEED EFFICIENCY 85.5		MAX KVAR 2.50		GUARANTEED EFFICIENCY 81.5	
NEMA NOM EFFICIENCY 87.5		NOM PF 84.0		MAX KVAR 2.00	
VOLTS 208-230/460				NEMA NOM EFFICIENCY 84.0	
FLAMPS 13.90-13.40/6.70				NOM PF 86.8	
SF AMPS				VOLTS 190/380	
				FLAMPS 15.80/7.90	
				SF AMPS	
MADE IN MEXICO			EMERSON MOTOR COMPANY		
			ST. LOUIS, MO		
422702-002					
			AD77		
					

Cumplimiento y Conformidad


- Acreditación de Laboratorios de Fabricantes o lab. de tercera parte
- Datos requeridos para 113 “Modelos básicos”
 - Entrega al Departamento de Energía
 - Reporte de Pruebas a muestras
 - DOE suministra un “número de cumplimiento”
- Parámetros de Cumplimiento de prueba determinados
 - Acciones de Cumplimiento por el Departamento de Energía
 - Proceso
 - Notificación por escrito o modificación de No Cumplimiento
 - Posible orden de restricción judicial

Formato de un Fabricante USA para el DOE

HP	No. de Polos	Modelo Básico de Menor eficiencia	TIPO	Eficiencia Nominal a Carga Total	HP	No. de Polos	Modelo Básico de Menor eficiencia	TIPO	Eficiencia Nominal a Carga Total
1	4	H1E2D	Enclosed	82.5	30	2	H30E1DS	Enclosed	91.0
1	6	H1E3D	Enclosed	80.0	30	4	H30E2E	Enclosed	92.4
1-1/2	2	H32E1D	Enclosed	82.5	30	6	H30E3E	Enclosed	91.7
1-1/2	4	H32E2D	Enclosed	84.0	40	2	H40E1ES	Enclosed	91.7
1-1/2	6	H32E3D	Enclosed	85.5	40	4	H40E2E	Enclosed	93.0
2	2	H2E1D	Enclosed	84.0	40*	6	H40E3E	Enclosed	93.0
2	4	H2E2D	Enclosed	84.0	50	2	H50E1ES	Enclosed	92.4
2	6	H2E3D	Enclosed	86.5	50	4	H50E2E	Enclosed	93.0
3*	2	H3E1D	Enclosed	85.5	50	6	H50E3E	Enclosed	93.0
3	4	H3E2D	Enclosed	87.5	60	2	H60E1ES	Enclosed	93.0
3	6	H3E3D	Enclosed	87.5	60	4	H60E2E	Enclosed	93.6
5*	2	H5E1D	Enclosed	87.5	60	6	H60E3E	Enclosed	93.6
5	4	H5E2D	Enclosed	87.5	75	2	H75E1ES	Enclosed	93.0
5	6	H5E3D	Enclosed	87.5	75	4	H75E2E	Enclosed	94.1

* Muestras de Motores probados

¿Porqué NEMA Premium? IE3

- Los Clientes demandan productos de mayor eficiencia
- La Compañías Generadoras dan descuentos en base al performance
- Las Normas del Usuario Final requiere diferentes niveles de eficiencia
- Múltiples definiciones de eficiencias Premium causan confusión en el mercado e incrementa el costo
- La respuesta: 

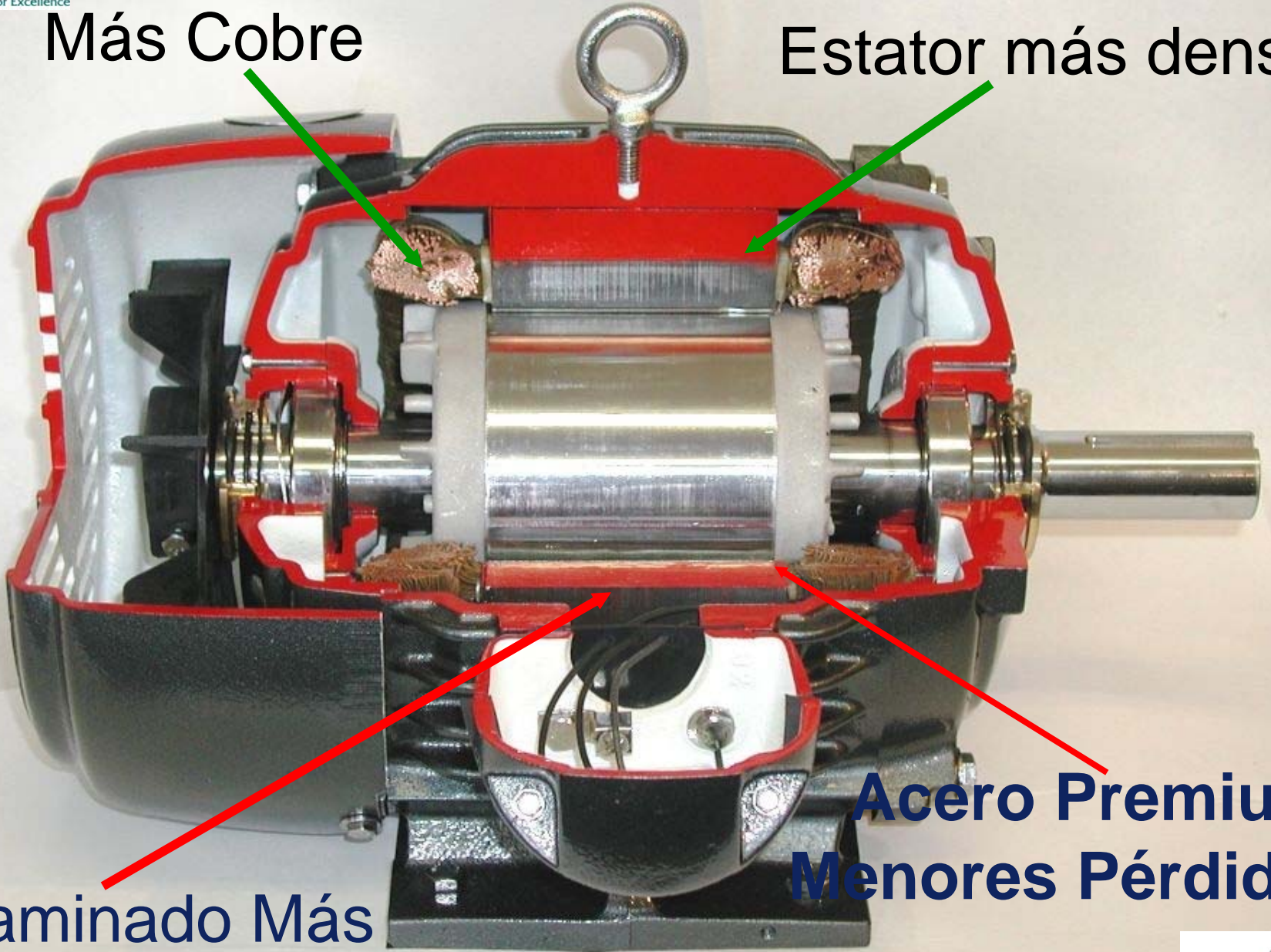


Para más información:

<http://www.nema.org/gov/energy/efficiency/premium/>

Más Cobre

Estator más denso



Laminado Más
Largo

Acero Premium
Menores Pérdidas

NEMA Premium

Plan NEMA Premium



- Establecer una Eficiencia de Motores **Identidad!**
- NEMA Premium es una Marca Registrada
- Incrementar el alcance de productos, para incluir mucho más número de unidades
- Crear un escenario de Pruebas y Etiquetado consistente con en Código actual de energía
- Incluir NEMA Premium en MG1 con 2 nuevas tablas así como en la norma ANSI
- Alinear los descuentos de las Generadoras y los programas de energía de los estados para usar/hacer referencia a NEMA Premium

Norma de Eficiencia NEMA Premium

- Alcance de Productos más amplio que la regulación federal actual en USA
 - Motores: 1-500HP [2,4,6 polos] bajo y medio voltaje
 - Motores de uso específico y de aplicación especial



NEMA
Premium



Armonización IEC y NEMA [IEEE]

- Disminución de recursos no renovables y calentamiento global obligaron a los países a tomar medidas.
- Se han crearon normas regionales o nacionales de eficiencia y clasificación de energía, creando confusión y malentendidos entre los fabricantes y los usuarios
- Muchos países basaron sus MEPS en estas primeras normas porque el cambio en del mercados a motores de mayor eficiencia y etiquetado voluntario es muy lento.
- Esto da como resultado barreras técnicas al comercio
- Esto se resolvió con el trabajo conjunto de IEC, NEMA, CEMEP, IEEE, etc. Armonizando normas de pruebas, clasificación de eficiencia y subsecuentemente el etiquetado, necesario para reconocer productos de alta eficiencia en el mercado!.

Note: EAct- Energy Policy Act 1992, MEPS for US motors at IE2

MEPS-Mandatory Energy Performance Standards Electric Motor MEPS Guide By Sergio Ferreira / Published on Fri, 2009-02-06 10:06

Eff1/Eff2/Eff3- Efficiency classification 1999 CEMEP/EU (European Union)

CEMEP European committee of manufacturers of electrical

Armonización IEC y NEMA [IEEE]

- IE3 Niveles de Eficiencia Premium de 60hz y 50hz muy parecidos
 - Normas para Prueba
 - IEC 60034-2-1
 - Normas de Etiquetado- si
 - Acreditación de Labs. - no
 - Evaluación de la Conformidad - no
 - Obligatoriedad – En cada País de UE
 - Definición de Producto- no es claro
 - Periodo
 - IE2 Planes para 2010
- NEMA Niveles de Eficiencia Premium de 60hz y 50hz muy parecidos
 - Normas para Prueba
 - IEEE112B/CSA390
 - Normas de Etiquetado- si
 - Acreditación de Labs. - NIST
 - Evaluación de la Conformidad Si
 - Obligatoriedad- DOE/Fabricantes
 - Definición de Producto - Bien Definido
 - Periodo
 - E pact [IE2] 1997
 - EISA [IE3] 2010

Consideraciones para Armadura tipo IEC

- IEC- Diámetro menor que un similar en HP/Kw como NEMA armadura T
- Para Incrementar la eficiencia se requiere más material y/o cambio de diseño
 - ¿Aumento del largo del motor?
 - ¿Incremento de diámetro?
 - ¿Barra de rotor de Cobre?
 - ¿Acero de baja pérdida eléctrica?
- Los usuarios no quieren cambiar el tamaño
 - Complicación dimensional del replazo
 - Rediseño de nuevo equipo y costo



NEMA Premium = IE3

Motors IHP Instalados 35 millones de unidades en USA

**NEMA Premium
370mil unidades/año
25% unidades
embarcadas**



**Unidades estimadas 2-2.5 millones
De Unidades Reparadas cada año**

IHP Comercial, Industrial, Generación y Agricultura.

Estimación de Oportunidad de Ahorros por Eficiencia en Motores Industriales (10 centavos de Dólar por Kwh operado 5000 horas por año.

HP	Unidades Nuevas por Año USA Típico	Kwh Ahorrados c/ NEMA Premium	% Reparación la base instalada	Units Repaired or replaced with used	Kwh Ahorrados Potenciales No Reparados	Kwh Promedio Ahorrados p/unidad/año	Ventas USA Base Instalada anual	Prom. Vida Años
1-5HP	700,000	1,157,485,896	1%	126,000	208,347,461	1,654	12,600,000	18
6-20HP	500,000	3,075,678,753	3%	270,000	1,660,866,526	6,151	9,000,000	18
21-50HP	180,000	2,123,872,211	4%	129,600	1,529,187,992	11,799	3,240,000	18
51-100HP	70,000	1,648,469,932	5%	70,000	1,648,469,932	23,550	1,400,000	20
101-200HP	30,000	1,124,181,028	7%	52,500	1,967,316,799	37,473	750,000	25
201-500HP	16,000	747,117,341	10%	48,000	2,241,352,022	46,695	480,000	30
Total Industrial	1,496,000			696,100			27,470,000	

% estimado de reparaciones incluidas fallas del motor, rebobinado o replazo por motores usados del stock del usuario o el taller de servio. No se consideran reparaciones mecánicas incluyendo reemplazo de rodamientos.
 No incluye motores verticales.

HP LV	Pre- EPAct ¹	EPAct ²	NEMA Premium ⁴	NEMA Prem. to Pre Epact	NEMA Prem to Epact
1.0	76.7	82.5	85.5	8.8	3.0
1.5	79.1	84.0	86.5	7.4	2.5
2.0	80.8	84.0	86.5	5.7	2.5
3.0	81.4	87.5	89.5	8.1	2.0
5.0	83.3	87.5	89.5	6.2	2.0
7.5	85.5	89.5	91.7	6.2	2.2
10.0	85.7	89.5	91.7	6.0	2.2
15.0	86.6	91.0	92.4	5.8	1.4
20.0	88.5	91.0	93.0	4.5	2.0
25.0	89.3	92.4	93.6	4.3	1.2
30.0	89.6	92.4	93.6	4.0	1.2
40.0	90.2	93.0	94.1	3.9	1.1
50.0	91.3	93.0	94.5	3.2	1.5
60.0	91.8	93.6	95.0	3.3	1.4
75.0	91.7	94.1	95.4	3.7	1.3
100.0	92.3	94.5	95.4	3.2	0.9
125.0	92.2	94.5	95.4	3.2	0.9
150.0	93.0	95.0	95.8	2.8	0.8
200.0	93.5	95.0	96.2	2.7	1.2

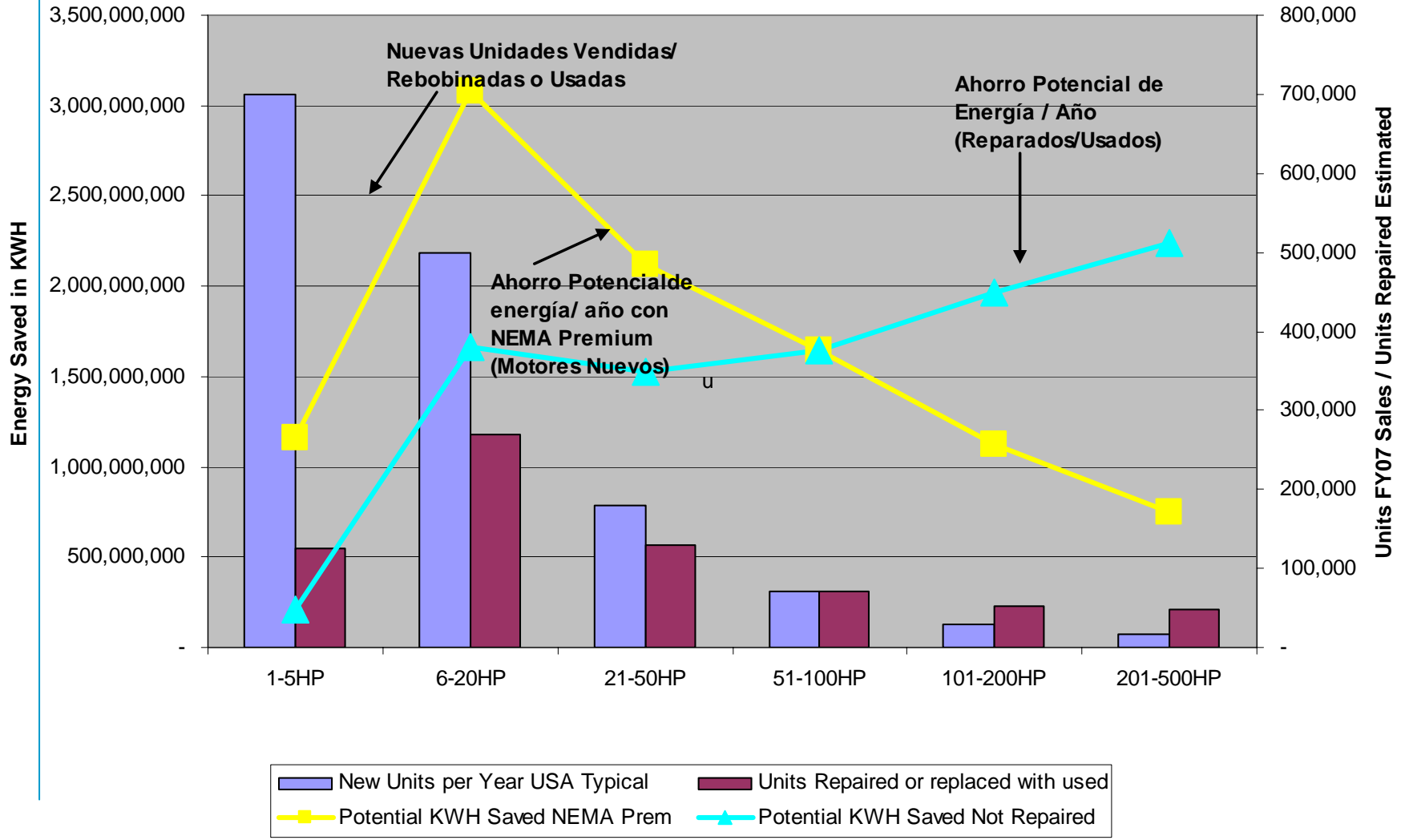
El incremento de la eficiencia (delta) decrece cuando hp aumentan



Fuente MDM 1,2,3

Oportunidad de Ahorro de Energía en Motores Industriales IHP por Año

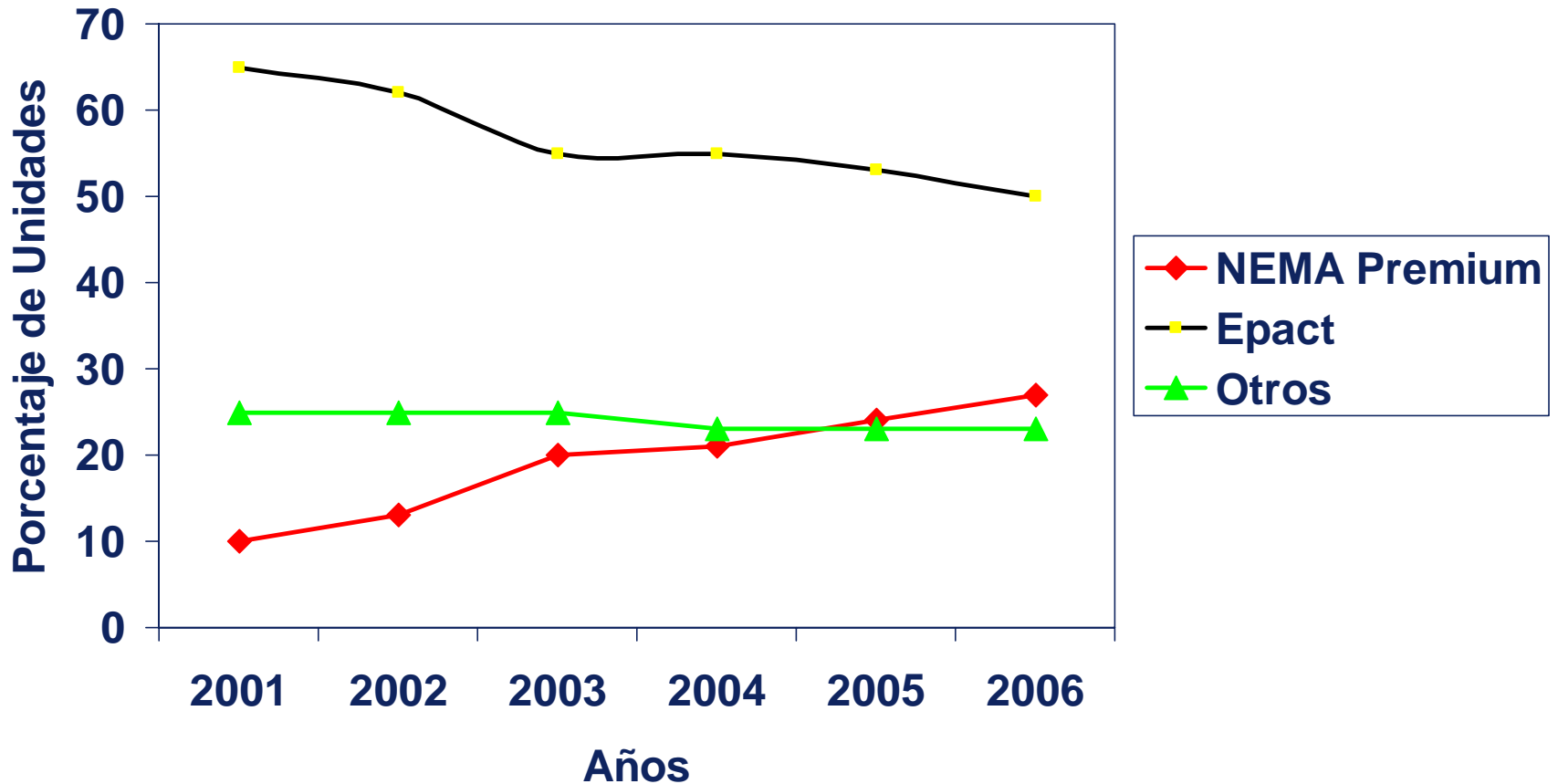
Basado en 10 centavos de Dolar/kwh a 5000 horas por año



Eficiencia Hoy en USA

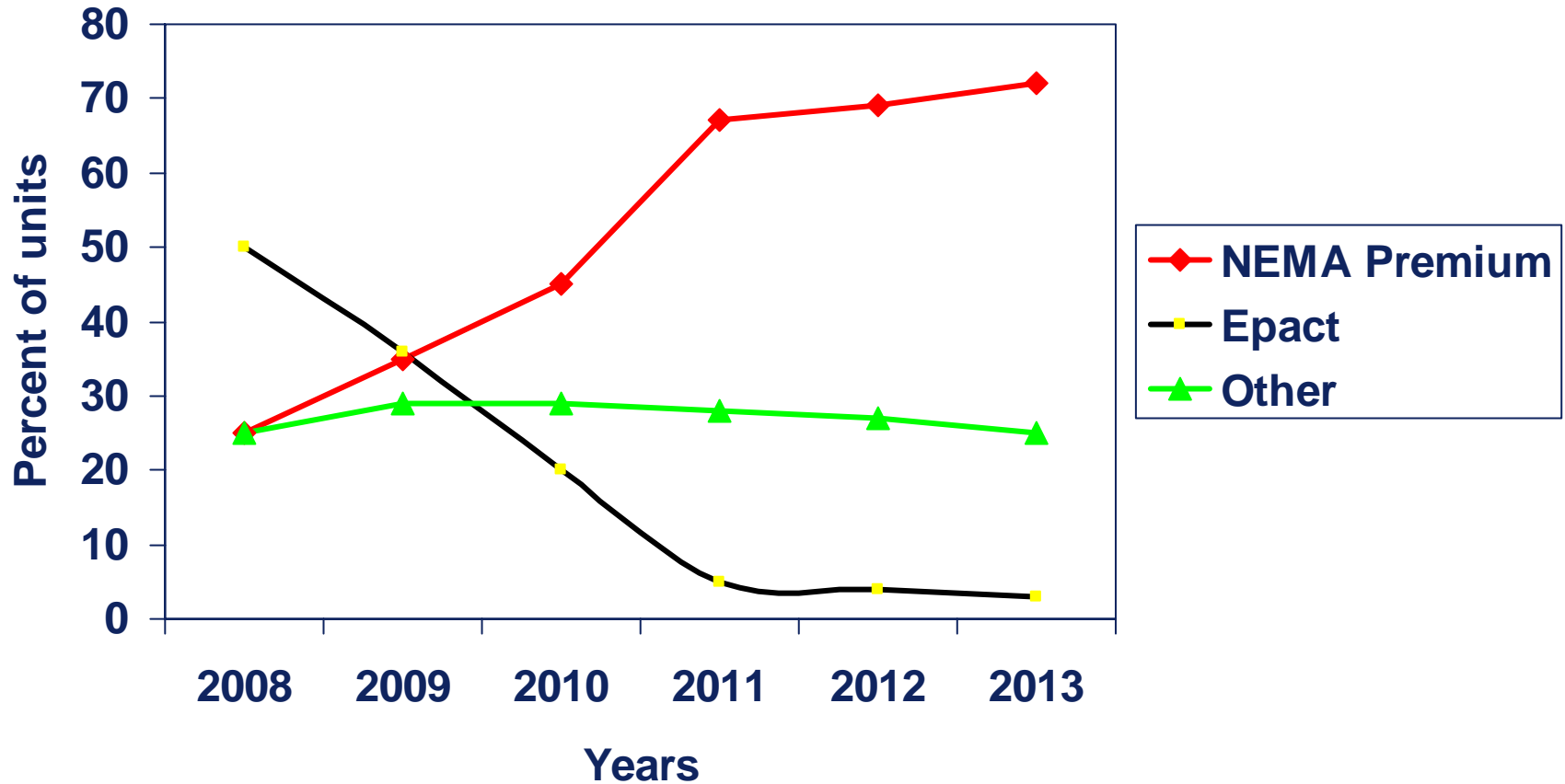
Elementos Eficiencia	1992	1997	2001	2005	2007	2008	2010
Productos Cubiertos	Definido	Implenetado	Sin Cambio	Sin Cambio FEMP	Sin Cambio FEMP	Sin Cambio FEMP	Expandir y FEMP
Niveles de Eficiencia	Definido	Implenetado	NEMA Premium	NEMA Premium	NEMA Premium 50	NEMA Premium	NEMA Premium
Método de Prueba	Definido	Implenetado	Sin Cambio	Sin Cambio	Sin Cambio	Sin Cambio	Sin Cambio
Lab requerido	Definido	Implenetado	Sin Cambio	Sin Cambio	Sin Cambio	Sin Cambio	Sin Cambio
Cumplimiento y mandatoriedad	Definido	Implenetado	Sin Cambio	Sin Cambio	Sin Cambio	Sin Cambio	Sin Cambio
Periodo	Definido	Implenetado	Voluntario	Voluntario	Voluntario	Voluntario	Regulación
Revisiones	Definido			FEMP Añadido	Inicia Discusión	Legislación	Revisiones implementadas

Tendencia Histórica de la Eficiencia 2001- 2006



Penetración al Mercado después de seis años
a 20-25%

Eficiencia Esperada para 2008- 2013



**Pronostico de la revisión Regulatoria modelo
1 TO 200HP bajo voltaje CA**

Regulación de Eficiencia de Motores en México

- Regulación 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.
- Normas usadas para su elaboración:

13. Bibliografía

Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 1 de julio de 1992.

Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de enero de 1999.

NOM-016-ENER-1997	Eficiencia energética de motores de corriente alterna trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, de uso general en potencia nominal de 0,746 a 149,2 kW. Límites, método de prueba y marcado, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de junio de 1998.
NMX-Z-013/1-1977	Guía para la redacción, estructuración y presentación de las normas oficiales mexicanas, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 1977.
NMX-J-075/1-ANCE	Aparatos Eléctricos-Máquinas Rotatorias Parte 1: Motores de Inducción de Corriente Alterna del Tipo de Rotor en Cortocircuito, en Potencias Desde 0,082 a 373 kW-Especificaciones.
NMX-J-075/2-ANCE	Aparatos Eléctricos-Máquinas Rotatorias Parte 2: Motores de Inducción de Corriente Alterna del Tipo de Rotor en Cortocircuito, en Potencias Grandes-Especificaciones.
NMX-J-075/3-ANCE	Aparatos Eléctricos-Máquinas Rotatorias Parte 3: Métodos de Prueba para Motores de Inducción de Corriente Alterna del Tipo de Rotor en Cortocircuito, en Potencias desde 0,082 kW-Métodos de Prueba.
CSA C390	Energy Efficiency Test Methods for Three-Phase Induction Motors.
CSA C22.2-100	Motors and Generators.
IEC 34 PT-1	Rotating Electrical Machines. Part 1: Rating and Performance.
IEC 34 PT-2	Rotating Electrical Machines. Part 2: Methods for Determining Losses and Efficiency of Rotating Electrical Machines.

13 de enero de 2003	DIARIO OFICIAL	(Primera Sección) 20
Std. 112	IEEE Standard Test Procedure for Polyphase Induction Motors and Generators.	
MG 1	Motors and Generators.	
519-1992	Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems	
Concordancia con normas internacionales		
Norma no concuerda con ninguna norma internacional, por no existir referencia alguna en el de su elaboración.		

NMX - Norma Voluntaria de Eficiencia en Motores

- 14 de abril de 2008 Declaratoria de Vigencia
NMX-J-587-ANCE-2007
Título de la Norma: Eficiencia Energética De Motores Y Generadores De Corriente Alterna Con Potencia Nominal De 0,746 Kw Hasta 3 730 Kw - Métodos de Prueba

Conclusiones:

- E pact- Normas base para la política USA
 - Definición básica producto una vez y evolucionará en el tiempo
 - Niveles de Eficiencias armonizados con IEC para 50 y 60hz
 - Normas de prueba con resultados constantes y hoy armonizados con IEC
 - Pronto acuerdo del Etiquetado - Similar to IEC
 - Determinación de requerimientos para los laboratorios en proceso y constante- No requerido por IEC
- NEMA Premium / IE3 será el nivel de regulación 2010 en USA
- Preocupaciones Restantes
- Países con diferentes Normas para Motores y eventuales regulaciones que creen barreras Técnicas al Comercio
 - Armonización de normas y regulaciones
 - MEPS (Minimum Energy Performance Standards) no deben ser barreras técnicas
- Reemplazo de motores fijos con motores de velocidad variable
 - Remover bandas, poleas, engranes de gusano, válvulas de estrangulamiento y otros componentes ineficientes
- Reemplazar Motores de inducción de mayor eficiencia de nueva tecnología como SR y PM productos con velocidad variables

SR: Rectificador de silicón PM: Magneto permanente

Haga el Cambio!



Baja Eficiencia



Alta Eficiencia



**NEMA
Premium**

Contactos:

Gene Eckhart

NEMA EEUU

Director, International Trade

gen_eckhart@nema.org

Gustavo Domínguez Poó

NEMA México

Director México, Centroamérica & El
Caribe

guguez@prodigy.net.mx

www.nema.org