



Centro Tecnológico de Eficiencia
y Sostenibilidad Energética

Eficiencia Energética en Motores Eléctricos

Barcelona, 16 de Diciembre de 2009





0 Presentación

Factores que influyen en la Eficiencia Energética

Cultura Energética	<ul style="list-style-type: none">• Una de cada cuatro empresas tiene conocimientos sobre ahorro y eficiencia energética.• Menos del 9'5% consultan información relacionada con estos temas.
Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none">• Las empresas consideran que dedican pocos recursos a las labores de mantenimiento de equipos consumidores de energía.
Control Energético	<ul style="list-style-type: none">• Sólo un 9% de las empresas han contratado algún servicio energético (auditorías y diagnósticos) en los tres últimos años.• Un 25% de las empresas realizan algún tipo de control para identificar excesos de consumo energético.
Innovación Tecnológica	<ul style="list-style-type: none">• Bajo uso de Variadores de Velocidad.• No existe Control de fugas en Aire comprimido.• Baja utilización de sistemas de Regulación de Iluminación.• Desconocimiento de Categorías de Motores Eficientes.• ...



1 Motores de Alta eficiencia

Motores eficientes para optimizar la eficiencia energética

- ✓ En la industria cerca del **42%** de la energía eléctrica se "consume" en **motores eléctricos trifásicos de inducción tipo jaula de ardilla**.
- ✓ Un motor eléctrico **consume** en su funcionamiento **unas cien veces más de lo que costó su compra**.
- ✓ Hay **tres niveles de eficiencia** que se clasifican como **IE1, IE2, e IE3 según la IEC** (International Electrotechnical Commission) o **EFF3, EFF2 y EFF1** (según clasificación CEMEP).
- ✓ **¿Qué se adquiere** cuando se compra un motor de **Alta Eficiencia?**
 - Un motor **EFF1 reduce las pérdidas de energía hasta en un 40%**.
 - El mayor **precio** de compra se **recupera a corto plazo, comparado con la vida útil** del motor eléctrico.



1 Motores de Alta eficiencia

Motores eficientes para optimizar la eficiencia energética

- ✓ El empleo de **motores de alta eficiencia (EFF1)** y Variador de velocidad **reducirá los requerimientos energéticos** con la consiguiente **reducción de emisiones contaminantes**.
- ✓ La **sustitución** de todos los motores convencionales de clase **EFF3 por motores EFF2** supondría el **ahorro de hasta 6TWh al año**.
- ✓ Esto supone que, con un precio de la electricidad de 0,09 € por kWh, **Europa ahorraría más de 540 millones de € al año**.



1 Motores de Alta eficiencia

Legislación

- ✓ **EU MEPS (European Minimum Energy Performance Standard)** establece niveles mínimos de rendimiento para los motores eléctricos introducidos en el Mercado Europeo.
- ✓ El **23 de julio de 2009** se publicaron oficialmente las **normas de la Comisión Europea 640/2009 y 641/2009** que especifican los requisitos de **Ecodesign** como norma de funcionamiento para motores eléctricos.
- ✓ A partir del **16 de Junio de 2011** será de obligado cumplimiento para motores entre **0,75 kW y 375 kW** una clasificación mínima **IE2**.
- ✓ A partir del **2015** el rendimiento mínimo de los motores de **7,5 a 375 kW** será el **IE3**.
- ✓ A partir del **2017** la obligación del **IE3** se extenderá también a los motores de **0,75 kW a 5,5 kW**



1 Motores de Alta eficiencia

Legislación

La tabla inferior muestra las clases de rendimiento EU MEPS e IEC, así como las clases de rendimiento CEMEP y US EpAct de modo comparativo.

IEC 60034-30	EU MEPS IE3 Premium efficiency	CEMEP Acuerdo Europeo voluntario	US EpAct	Otras directivas locales similares
IE3 - Premium efficiency	IE3 - Premium efficiency		Idéntica a NEMA Premium efficiency	
IE2 High efficiency	IE2 High efficiency	Comparable a EFF1	Idéntica a NEMA Energy efficiency/EPACT	Canada Méjico Australia Nueva Zelanda Brasil 2009 China 2011 Suiza 2012
IE1 Standard efficiency		Comparable a EFF2	Menor que el rendimiento estándar	China Brasil Costa Rica Israel Taiwan Suiza 2010



1 Motores de Alta eficiencia

Legislación

- La norma **IEC 60034-30:2008** es más amplia que la **EU MEPS**, puesto que por ejemplo, también cubre motores para atmósferas explosivas y motores freno excluidos de EU MEPS.
- Además, la **IEC 60034-30** también introduce el **nivel IE4 / Super Premium Efficiency**, un futuro nivel por encima de IE3.



1 Motores de Alta eficiencia

EFF1 frente a EFF3

✓ Motor EFF1, situaciones de compra

- Un motor **EFF1** reduce las pérdidas de energía hasta un **20%**.



- Motor 15 kW
- 4000 horas/año

Ahorro 12.000 kWh al año

- ✓ Motores de la **clase EFF3** presentan una **muy baja eficiencia** y representan una **inversión antieconómica** en la mayoría de las situaciones.

2 Clasificación de la Clase del Motor



Tablas de clasificación: CEMEP (European sector committee of Manufacturers of Electrical Machines and Power Electronics).

Motores de cuatro polos

kW	EFF3 η_n	EFF2 η_n	EFF1 η_n
1.1	< 76.2	>= 76.2	>=83.8
1.5	< 78.5	>= 78.5	>=85.0
2.2	< 81.0	>= 81.0	>=86.4
3	< 82.6	>= 82.6	>=87.4
4	< 84.2	>= 84.2	>=88.3
5.5	< 85.7	>= 85.7	>=89.2
7.5	< 87.0	>= 87.0	>=90.1

11	< 88.4	>= 88.4	>=91.0
15	< 89.4	>= 89.4	>=91.8
18.5	< 90.0	>= 90.0	>=92.2
22	< 90.5	>= 90.5	>=92.6
30	< 91.4	>= 91.4	>=93.2
37	< 92.0	>= 92.0	>=93.6
45	< 92.5	>= 92.5	>=93.9
55	< 93.0	>= 93.0	>=94.2
75	< 93.6	>= 93.6	>=94.7
90	< 93.9	>= 93.9	>=95.0

2 Clasificación de la Clase del Motor



Tablas de clasificación: CEMEP (European sector committee of Manufacturers of Electrical Machines and Power Electronics).

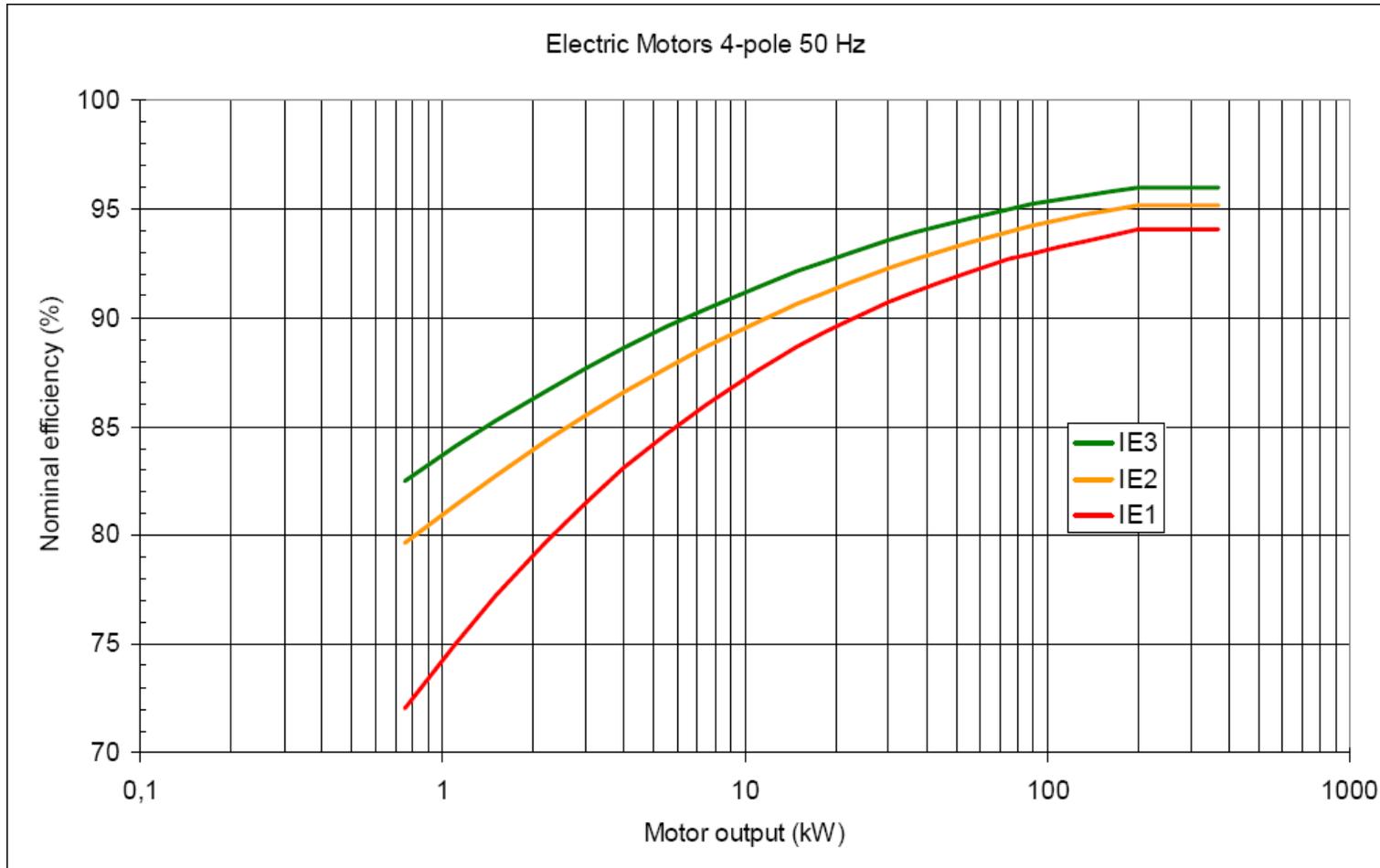
Motores de dos polos

kW	EFF3	EFF2	EFF1
	η_n	η_n	η_n
1.1	< 76.2	\geq 76.2	\geq 82.8
1.5	< 78.5	\geq 78.5	\geq 84.1
2.2	< 81.0	\geq 81.0	\geq 85.6
3	< 82.6	\geq 82.6	\geq 86.7
4	< 84.2	\geq 84.2	\geq 87.6
5.5	< 85.7	\geq 85.7	\geq 88.6
7.5	< 87.0	\geq 87.0	\geq 89.5
11	< 88.4	\geq 88.4	\geq 90.5
15	< 89.4	\geq 89.4	\geq 91.3
18.5	< 90.0	\geq 90.0	\geq 91.8
22	< 90.5	\geq 90.5	\geq 92.2
30	< 91.4	\geq 91.4	\geq 92.9
37	< 92.0	\geq 92.0	\geq 93.3
45	< 92.5	\geq 92.5	\geq 93.7
55	< 93.0	\geq 93.0	\geq 94.0
75	< 93.6	\geq 93.6	\geq 94.6
90	< 93.9	\geq 93.9	\geq 95.0

2 Clasificación de la Clase del Motor



Clasificación según IEC60034-30:2008 (International Electrotechnical Commission)





3 Evaluación Financiera

Ahorro financiero

✓ Cálculo rápido:

$$\text{Ahorro anual (€/año)} = \text{hrs} \times \text{kW} \times \%Pot \times \text{€/kWh} \times (1/\eta_{\text{std}} - 1/\eta_{\text{HEM}})$$

Donde:

Hrs = tiempo de utilización anual (en horas)

kW = potencia del motor (en kW)

%Pot = fracción de plena carga a que trabaja el motor

€/kWh = coste de la electricidad (en €/kWh)

η_{std} = eficiencia de un motor estándar (EFF3)

η_{HEM} = eficiencia de un motor HEM

✓ **Estimación** razonable será suponer una **eficiencia energética** en el **límite** entre las de las **clases EFF 2 y 3** para un motor que nunca se ha reparado. Si el motor se ha reparado, **pérdida** adicional de eficiencia del **0,5% por cada reparación.**



4 Ejemplo de Aplicación

Caso Real

✓ Motor **cuatro polos y 75 kW**, acciona una bomba de refrigeración de máquina de inyección, trabaja **8000 horas al año**.

Tiempo de Funcionamiento / año (h/año)	Potencia del Motor (kW)	Coste de la Energía (€/kWh)	Rdto. Motor de baja Eficiencia (EFF3) η_{std}	Rdto. Motor de alta Eficiencia (EFF1) η_{HEM}	Ahorro total / Año (€/año)	Coste del Motor EFF1 (€)	Tiempo retorno Inversión (TR) (años)
8000	15	0,09	88,20	91,8	480,19	1200	2,50
8000	15	0,09	83,20	91,8	1216,06	1200	0,99
6000	15	0,09	88,20	91,8	360,14	1200	3,33
6000	75	0,09	91,00	95	1873,92	7200	3,84
7500	75	0,09	92,20	95	1618,34	7200	4,45
8000	75	0,09	88,20	95	4382,38	7200	1,64
6000	200	0,09	81,00	97	21993,13	18000	0,82
7500	200	0,09	88,20	97	13885,97	18000	1,30
8000	200	0,09	91,00	97	9788,15	18000	1,84

$$\text{Ahorro anual (€/año)} = 8000 \times 75 \times 100\% \times 0,09 \times (1/88.2 - 1/95)$$



5 Ejemplo de Aplicación

Resultados

- ✓ Ahorro anual de energía: **A = 4382,38 €/Año**
- ✓ El Tiempo de retorno de inversión **TR** (años) será:

$$✓ TR = \frac{VC}{A}$$

Siendo **VC** el **Valor de compra (€)** y **A** el **Ahorro Anual (€/año)**.



Inversión amortizada en un tiempo de alrededor de año y medio



Des de EnergyLab volem donar-li les...
Desde EnergyLab queremos darle las...

Gràcies per la seva atenció
Gracias por su atención



Centro Tecnológico de Eficiencia
y Sostenibilidad Energética

César Barreira Pazos
cesar.barreira@energylab.es

Edificio Isaac Newton.
Lagoas Marcosende, s/n. 36310, Vigo.
T_986 81 86 66 F_986 81 86 65
energylab@energylab.es
www.energylab.es