

# Ascensores de última generación energéticamente eficientes

Carlos Jiménez Moreno

*State of the art, energy efficient elevators*

## RESUMEN

Un plan de ahorro y eficiencia energética en el sector ascensorista prevé actuaciones sobre la demanda que aseguren un menor consumo para los mismos niveles de utilización. En la actualidad, existen posibilidades tecnológicas y materiales eficientes suficientes para disminuir el consumo energético de cualquier ascensor antiguo. Con las ayudas de las subvenciones promovidas por las comunidades y por el propio Estado, los ciudadanos reducirían el consumo de energía eléctrica de su ascensor mediante la sustitución de los elementos de mayor consumo. Utilizando maniobras inteligentes selectivas que ordenen, registren y optimicen las llamadas tanto desde la cabina como desde exteriores, se pueden conseguir ahorros de más del 10%. Si, además, se incorporan variadores de frecuencia, evitaremos los consumos elevados producidos en los arranques de las máquinas. La utilización del variador de frecuencia para la reducción del consumo energético ya es una realidad incluso con las máquinas sinfín-corona, pero realmente se conseguirá una mayor efectividad con la combinación de un sistema de tracción gearless y de un inversor regenerativo que sea capaz de aprovechar la energía que se pierde en la resistencia de frenado cuando el variador disminuye la velocidad de la máquina.

## ABSTRACT

*A strategy for energy saving and greater energy efficiency in the elevator industry anticipates moves in demand to ensure a lower power consumption for the same level of use. Currently there are technological solutions and materials sufficient to reduce the power consumption of older elevators. With the help of subsidies promoted by the Autonomous Regions and by the central Government, residents could reduce the electricity consumption of their elevator through the replacement of those elements which generate the greatest consumption. Using selective, intelligent operation systems which sort, record and optimize commands both from within the elevator car and from the outside, a saving of over 10% can be achieved. If, in addition, an adjustable frequency drive is incorporated, we can avoid the high consumption caused at start up of the machinery. The use of an adjustable frequency drive for the reduction of power consumption is already a reality, even with worm screw machinery, but a greater effectiveness is really achieved in combination with a gear-less traction system and a regenerative inverter which is capable of using the energy lost in the braking resistance when the adjustable frequency drive reduces the speed of the elevator.*

## Palabras clave

Ascensores, eficiencia energética, variadores de frecuencia, sostenibilidad.

## Keywords

Elevators, energy efficiency, adjustable frequency drives, sustainability.



Foto: Pictelia

Cuando hablamos de eficiencia energética en los ascensores, nos referimos a que su fabricación, instalación y utilización se realiza pensando de forma inteligente para el aprovechamiento y el ahorro de energía. Es decir, se adopta una serie de medidas tecnológicas para que dicho ascensor consuma la menor energía posible sin renunciar a un grado de bienestar y de calidad.

En la actualidad, es necesario elaborar un plan de ahorro y eficiencia energética encaminado a la fabricación y utilización del ascensor que aseguren un menor consumo para los mismos niveles de actividad y bienestar social. Para ello, es necesario analizar algunas de las medidas que se pueden tomar para poder conseguir ahorrar energía y, con ello, reducir el gasto del recibo de la compañía eléctrica sin privarnos del uso tan cotidiano como necesario del ascensor.

Con la influencia de los avances tecnológicos y con un endurecimiento de las normas existentes, se conseguiría reducir el consumo energético del ascensor y, con ello, contribuir a disminuir la degradación del medio ambiente que estamos sufriendo. Nos tenemos que responsabilizar y dar un enfoque lo más ecológico posible, mejorando técnicamente

para conseguir el máximo rendimiento, eficacia y unos materiales reciclables de larga duración. Con ello, haremos un mundo más eficiente y sostenible, protegiendo nuestro entorno. Una correcta utilización energética es una necesidad del presente para que podamos disfrutar de él en el futuro.

Es necesario que los medios de comunicación y el propio Gobierno central fomenten las posibilidades que existen en el campo del ahorro y la eficiencia energética. En la actualidad las administraciones públicas están impulsando con medidas, por ejemplo las subvenciones que da la Comunidad de Madrid en el *plan renove* de ascensores, para fomentar el ahorro energético. Se ha de tener en cuenta que no debemos malgastar energía con maquinaria y tecnologías obsoletas, ya que la energía más limpia es aquella que no se consume y, por tanto, no se ha de generar. Tenemos que seguir innovando en eficiencia energética y en materiales reciclables que no dañen nuestro entorno. Se deben promover ayudas para que los ciudadanos se decidan a invertir en tecnología nueva que nos ayuden a reducir el consumo de energía eléctrica de sus ascensores mediante la sustitución de los elementos de mayor consumo.

Las administraciones públicas españolas están realizando acciones generales con el objeto de implantar un uso energético más eficiente. La elaboración de la estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012 (E4) constituyó un nuevo eslabón que se unía a una larga cadena de actuaciones normativas, dirigidas todas ellas a la mejora del sistema energético español. Como desarrollo de la estrategia, el 1 de agosto de 2008, el Consejo de Ministros aprobó el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética 2008-2011, que prevé entre una de sus principales medidas la mejora de la eficiencia de las instalaciones de alumbrado exterior. Para ello, se aprobó el reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07 (Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre). Se han puesto en práctica campañas de utilización de lámparas de bajo consumo editando folletos explicativos y distribución gratuita de lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo.

En la Comunidad de Madrid existen unos 140.000 ascensores, de los que 100.000 aproximadamente tienen más de 10 años. Con el fin de mejorar la eficiencia energética en estos equipos, se han llevado a cabo varias iniciativas:



ciencia energética de estos ascensores se ha creado el Plan Renove de Ascensores, dentro del programa de estrategia de ahorro y eficiencia energética de España (PAE4+), plan de acción 2008-2012. Es fruto del convenio de colaboración entre la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid y la Asociación Empresarial de Ascensores de Madrid (AEAM) con el objeto de actualizar los ascensores existentes mediante el empleo de las últimas tecnologías y de los sistemas más avanzados en ahorro energético. Este Plan Renove de Ascensores estará vigente desde primeros de enero hasta el próximo 22 de octubre de 2010 o hasta que se agoten los fondos asignados.

El plan va dirigido a los ascensores ya instalados con la inspección periódica en vigor que sustituyan el sistema de tracción por otro de mayor eficiencia energética y cambien o modifiquen la instalación de iluminación de la cabina por otra más eficiente, siempre que se consiga un ahorro energético total de, al menos, el 35% sobre el consumo previo a la reforma. Las ayudas que ofrece la Comunidad de Madrid son del 35% de la inversión (IVA no incluido) limitada a 600 euros para los sistemas de iluminación del ascensor y a 2.700 para el sistema tractor y/o sistema de optimización o control inteligente en la gestión de las llamadas (equipos de control para ascensores).

Según el folleto informativo Plan Renove de Ascensores, editado por la Comunidad de Madrid, el ascensor supone entre el 3% y el 5% del consumo energético de un edificio. De este consumo más del 21% corresponde al movimiento y

cerca del 79% a la iluminación de la cabina. Se estima que el consumo eléctrico de los ascensores de toda la Comunidad de Madrid equivale al de una ciudad de más de 50.000 habitantes.

Con estos datos y con la crisis energética que vivimos actualmente, es importante tener medidas de eficiencia energética para no malgastarla. Ya no tenemos que conseguir el presupuesto más competitivo, sino el que sea también el mejor en eficiencia energética. La competitividad del sector obliga a realizar los presupuestos lo más económicos posibles, y esto no significa el más correcto a largo plazo. Utilizando materiales más caros pero energéticamente correctos se puede amortizar a corto plazo la diferencia de precios con el ahorro conseguido en la factura de la luz. Es misión de los organismos públicos y de las empresas del sector convencer a los usuarios para invertir en eficiencia energética.

A continuación, se va a tratar sobre los tres elementos principales en los que se centra el Plan Renove de Ascensores para hacer una instalación eficiente energéticamente, ya sea porque influyen directa y mayoritariamente en el consumo total eléctrico de un ascensor (la máquina tractora y la iluminación) o porque con su sustitución se gestionan y se ordenan las llamadas para un funcionamiento eficiente (cuadro de maniobra) con el siguiente ahorro energético.

### Máquinas tractoras de una nueva generación

Aproximadamente, más del 21% del consumo energético del ascensor corresponde al realizado por la máquina trac-

tora para mover la cabina. Este depende de la relación entre el peso de la cabina, incluida la carga, y el peso del contrapeso, dependiendo de si el motor debe arrastrar o frenar la carga. Arrastrará cuando suba a plena carga o bajando en vacío, y deberá de frenar cuando suba con poca carga en la cabina o bajando con la cabina llena. En el caso de estar equilibrado el peso total de cabina y carga con el del contrapeso sólo habrá pérdidas por rozamientos (rendimiento de la máquina). Cuando la máquina tractora esté gobernada por un variador de frecuencia durante la aceleración, se requiere un par importante, por lo que habrá un consumo de energía. En cambio, en la desaceleración la máquina debe frenar la carga, el motor trabaja como generador y habrá un desperdicio de energía en forma de calor en la resistencia de frenado.

La mayoría de las máquinas tractoras montadas en los ascensores existentes son las de reducción "sinfín-corona" movida por un tradicional motor eléctrico asincrónico de rotor de jaula de ardilla (figura 1). En este tipo de máquina tractora, aproximadamente el 40% de la potencia generada por el motor de inducción asincrónico se desgasta en la reducción. En el mercado nos podemos encontrar con máquinas tractoras "visinfín", en las que un reductor planetario de precisión origina un funcionamiento suave y sin ruido, y con una disminución importante en la corriente de arranque. Su rendimiento es muy superior a las de sinfín-corona y pueden llegar al 85%, aportando un importante ahorro de energía. Las máquinas visinfín utilizan motores convencionales asincrónicos de jaula de ardilla en un montaje muy compacto y

Figura 1. Máquina tractora sinfín-corona movida por un motor asincrónico.



pueden incluso incluir dentro de la polea tractora el pequeño reductor planetario y el freno (figura 2). Disponen de un elevado par de arranque.

En los reductores con motores asíncronos se debe elegir correctamente la potencia necesaria en realidad, ya que en los circuitos magnéticos se produce una energía reactiva que es imprescindible para su funcionamiento, pero que no produce una potencia útil. La corriente reactiva al circular por la red produce pérdidas por efecto Joule, caídas de tensión y desaprovechamiento de la capacidad de la instalación. Una medida relativa de la cuantía de la potencia reactiva es el factor de potencia denominado  $\cos j$ , que es la relación entre la potencia activa y aparente. Este  $\cos j$  será mayor cuanto más alto sean sus revoluciones y su potencia, y cuanto más bajo sea su régimen de carga. Para conseguir un buen  $\cos j$  con la utilización de motores asíncronos, estos deben estar bien calculados para la carga que va a transportar. Un motor sobredimensionado, además de consumir una mayor potencia activa, trabajará en vacío o a media carga consumiendo mayor energía reactiva. Lo ideal es que trabajaran en régimen de plena carga. Al mejorar el  $\cos j$  de una instalación, disminuye el componente reactivo de la intensidad que absorbe de la red y, por tanto, la caída de tensión producida por dicho componente. El mercado debe ir introduciendo motores de inducción trifásicos de alto rendimiento –mejorando la refrigeración, la calidad del material, chapas magnéticas, disminuyendo los rozamientos– todo ello encaminado a la reducción significativa de consumo energético.

En la actualidad, se están imponiendo en el mercado las máquinas de tracción por adherencia sin reductora, llamadas máquinas síncronas de imanes permanentes gearless (sin engranaje). Para su funcionamiento se alimenta con corriente alterna el bobinado del estator, y el rotor está dotado de imanes permanentes de alta energía que producen un campo magnético muy intenso. Su tamaño, en conjunto, es más pequeño que una máquina tractora por sinfín-corona, por lo que puede ser muy útil para instalarlos dentro del hueco, en los llamados ascensores sin cuarto de máquinas. Tienen un rendimiento muy superior al del motor de inducción asíncrono, particularmente a bajas velocidades de giro. Con ellas, se consigue mayor suavidad de marcha y parada, una correcta nivelación y mínimos ruido y vibración en su funcionamiento (figuras 3 y 4).

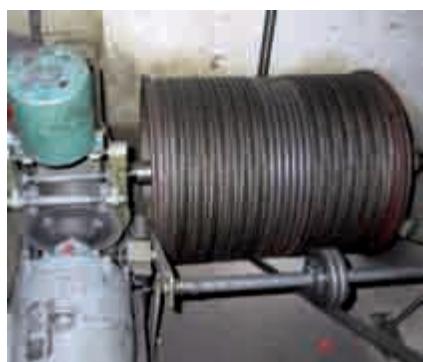


Figura 2. Máquina de ascensor con tambor de arrollamiento del cable tracción movido por un motor asíncrono trifásico de rotor jaula de ardilla



Figura 3. Máquina gearless con sincronía de imanes permanentes de la marca CEG.



Figura 4. Máquina gearless de imanes permanentes de la marca Wittur.

En este tipo de máquinas la polea tractora por adherencia se coloca directamente en el eje del motor. Suelen ser poleas de pequeño diámetro, entre 240 y los 360 mm, dependiendo del cable de tracción utilizado.

El motor de imanes permanentes trabaja con velocidades de sincronismo muy bajas, alrededor de 60 rpm, y el número de polos utilizados está entre 12 y 20.

Estos motores de imanes permanentes están equipados con generadores de impulso absoluto (*encoder*), que informan a la maniobra de control de su posición en todo momento. Con ello, se logra una nivelación en la parada de la cabina mucho más exacta que con los

reductores tradicionales y se adapta a la carga en todo momento. El variador de frecuencia y el *encoder* (lazo cerrado) controlan las aceleraciones y deceleraciones de la máquina síncrona, consiguiendo una nivelación óptima de la cabina del ascensor.

Fomentando la utilización de las máquinas *gearless* y eligiendo correctamente la potencia necesaria en función de las características de la instalación, conseguiremos una instalación eficiente energéticamente además de conseguir un ahorro energético importante. Su rendimiento es un factor decisivo en el buen comportamiento energético, y este depende del material utilizado en la creación de los imanes permanentes del rotor, de las aleaciones utilizadas en las chapas magnéticas del estator, del número de polos, etcétera. Se deben utilizar materiales magnéticos de alta eficiencia con mínima disipación de potencia. Son soluciones inteligentes para la reducción de costes y la protección medioambiental.

Desde el punto de vista medioambiental, los motores de imanes permanentes tienen la ventaja de no utilizar aceites, necesitan un menor número de materiales en su fabricación y tienen un mayor rendimiento. Se reduce la energía consumida en la fabricación, así como la energía consumida durante su funcionamiento.

### Alumbrado de cabina y huevo

El alumbrado representa una parte importante de la energía absorbida en el ascensor. Aproximadamente, el 78% del consumo energético de un ascensor corresponde a la iluminación de cabina. Con una iluminación eficiente se pueden conseguir ahorros de hasta el 80%, ya que ésta suele estar encendida durante todo el día aunque el ascensor no se mueva.

En la actualidad, se puede hablar de tres formas básicas de iluminación utilizadas en todas las cabinas: la incandescencia, la de descarga a baja presión y la de LED. La fluorescencia se caracteriza por ser una fuente de luz lineal, mientras que la incandescencia y la de LED son esporádicas. Entre las características más importantes de estas tres formas de iluminar están:

### Lámparas de incandescencia

Como lámparas incandescentes tenemos la bombilla clásica y la moderna lámpara halógena (figura 6). Se basan en calentar un filamento hasta conseguir que produzca



Figura 5. Techo de una cabina clásica de madera con una luminaria tipo tulipa con bombilla incandescente.

luz. En este proceso se desprende gran cantidad de calor por radiación y otra parte por convección. En las convencionales, el 95% de la energía que se consume se transforma en calor.

La bombilla clásica incandescente se puede sustituir fácilmente por la actual bombilla electrónica de bajo consumo que utiliza la misma tecnología que la de los tubos fluorescentes pero en miniatura y con casquillo de bombillas para que se pueda sustituir por estas sin problemas. Como son lámparas fluorescentes compactas de alta eficacia y de muy buena reproducción cromática, tienen las mismas ventajas y desventajas que las fluorescentes. Con ellas conseguimos, comparadas con las incandescentes, un consumo cinco veces menor, menos carga calorífica y una duración de, aproximadamente, ocho veces más, y, por tanto, menor gasto de mantenimiento.

Figura 6. Techo de cabina de ascensor con tres lámparas halógenas sobre bandeja abatible negra. Estas lámparas son fácilmente sustituibles por otras de tecnología LED o por lámparas de bajo consumo tipo fluorescentes compactas.



Las lámparas incandescentes se suelen utilizar en techos de cabinas antiguas de madera (figura 5) y que disponen de tulipas decorativas. Además de intentar sustituir dichas lámparas por otras de bajo consumo, conseguimos ahorros de hasta el 80% y las tulipas se deben mantener limpias e incluso sustituirse por otras de colores más claros y transparentes. Se pueden incluir sensores de movimiento y temporizados para mantenerlas apagadas con el ascensor en reposo y cuando alguien se aproxime o se ponga en funcionamiento el ascensor se enciendan. Apagar y encender las lámparas de incandescencia no gasta más electricidad, a diferencia de las fluorescentes o las de bajo consumo, que consumen cierta cantidad de energía y reducen su vida útil.

En la Unión Europea las lámparas con un alto consumo de energía, principalmente las lámparas incandescentes, están siendo retiradas de forma progresiva del mercado.

#### Lámpara de descarga o baja presión

En este grupo están los tubos fluorescentes y las modernas bombillas electrónicas de bajo consumo. Se basan en producir una descarga eléctrica entre dos electrodos a través de una atmósfera de gas y de vapor metálico. Para iniciar la descarga se precisa aumentar el grado de ionización del gas para obtener tensiones de arranque bajas y de disponer de una tensión suficientemente alta para mantener la descarga. Lo primero se consigue procediendo a un calentamiento previo de los electrodos, con lo que se activa su emisión electrónica, y para lo segundo, se obtiene la tensión aprovechando el pico producido por la corriente de ruptura en un circuito fuertemente inductivo (reactancia).

Es aconsejable utilizar la tecnología fluorescente en aquellos lugares en los que se enciende la luz más de una hora cada vez. Por ello, se recomienda su utilización en los cuartos de máquinas y poleas, rosarios de iluminación, hueco de ascensor y en la iluminación de las cabinas de los ascensores (figura 7). Este tipo de lámparas de descarga utilizan una potencia cinco veces menor y duran ocho veces más que las bombillas de incandescencia.

Si nuestra cabina ya tiene iluminación a través de equipos fluorescentes, estos serán más eficientes si sustituimos:

Los fluorescentes antiguos de potencia 20 w y 40 w por otros más modernos de 18 w y 36 w, que proporcionan igual cantidad de luz y consumen el 10% menos de energía. También se pueden sustituir por otro tipo de lámpara fluorescente llamada de alta eficiencia multifósforo o trifósforo, que proporciona el 15% más de luz con el mismo consumo energético.

Los balastos convencionales (reactancias) por otros balastos electrónicos. Con estos equipos de conexión electrónicos, además de conseguir una mayor eficacia lumínosa, reducen las pérdidas de potencia del balasto a la tercera parte, desaparecen los ruidos y zumbidos, consiguen luz sin parpadeo y sin ningún efecto estroboscópico, se desprende menos calor y su seguridad es más completa. Asimismo, estos equipos de conexión electrónicos hacen que la duración de las lámparas fluorescentes se vea incrementada hasta el 50%, lo cual beneficia al medio ambiente.

Debemos sustituir los metacrilatos opacos de los techos de cabina por otros más transparentes, sustituyendo las chapas perforadas que los sujetan por otras que permitan pasar mejor la luz. Incluso se pueden sustituir los techos de iluminación por otros de cristal laminar translúcidos. Con

Figura 7. Podemos observar una iluminación de cabina por equipos fluorescentes. En la imagen de la izquierda, los equipos están cubiertos por una bandeja abatible negra de chapa perforada con metacrilato blanco opal, y en la de la derecha, por un techo de cristal laminar que descansa sobre un marco metálico de acero inoxidable.



ello podremos disminuir el número de tubos instalados.

#### Illuminación con LED

Un LED es un dispositivo semiconductor que emite luz cuando circula por la corriente eléctrica, es decir, es un diodo emisor de luz. La luz se genera al liberarse los fotones (luz) gracias a que los electrones cambian de nivel de energía durante su desplazamiento por el material semiconductor (diodo); este efecto se llama electroluminiscencia.

Tienen una elevada eficiencia energética cercana al 90%, con una larga vida útil de hasta 100.000 horas. Son baratos, fáciles de fabricar, no emiten calor y tienen una elevada resistencia física a los golpes y vibraciones, características que los hacen adecuados para iluminar el interior de las cabinas de los ascensores (figura 8).

En la actualidad, se están probando paneles luminosos flexibles de alto rendimiento energético que utilizan la tecnología OLED (diodo orgánico emisor de luz). Son de alta eficiencia energética y forman una luz agradable orgánica uniforme, expansiva en todo un espacio y, aparentemente, natural. Su eficiencia es de 2,5 veces superior a la de las bombillas actuales de bajo consumo, pero actualmente tiene en contra su elevado coste y menor vida útil. Este es un paso para la optimización energética en la iluminación de las cabinas y hueco de ascensores, buscando nuevas tecnologías que aumenten su eficiencia y descubriendo nuevos materiales encaminados a conseguir un bajo consumo energético en su elaboración y manipulación.

Figura 8. Podemos observar un techo de cabina iluminado con LED independientes.



#### Sistemas de control inteligentes

Los sistemas de control, o maniobras, son los encargados de gobernar el funcionamiento del ascensor. Entre sus funciones está la de controlar el arranque, parada, sentido de rotación e, incluso, la velocidad de la máquina. Deben tener las características necesarias al servicio que han de prestar y dependerán del número de ascensores de que se disponga la instalación.

Los ascensores utilizados en el sector residencial son unos grandes consumidores de energía en comparación con los ascensores situados en los llamados edificios inteligentes de oficinas. En el diseño de estos edificios se ha tenido en cuenta la eficiencia energética, y se instalan sistemas de control inteligentes que optimizan la energía consumida a través de un servicio de control y gestión centralizada. Dan un servicio y confort adecuados ajustándose a las necesidades reales de cada momento con el mínimo coste energético. Optimizan el tráfico del ascensor reduciendo los tiempos de espera y se atienden las llamadas por una sola cabina.

Con la instalación de maniobras inteligentes que sean capaces de optimizar y controlar la gestión de las llamadas recibidas, podemos alcanzar ahorros de consumo eléctrico de más del 10%. Son los llamados sistemas de movimiento eficientes que utilizan maniobras selectivas en subida y bajada y que están dotadas de microprocesadores, autómatas programables, sistemas de regulación de velocidad vectorial (tensión y frecuencia) e, incluso, con sistemas de inteligencia artificial para el control inteligente del funcionamiento del ascensor.



Figura 9. La primera imagen muestra una botonera antigua para puerta exterior con un solo pulsador de llamada y sin ningún tipo de luminoso que indique el estado del ascensor. La segunda imagen muestra un sistema de control básico para ascensores utilizado el siglo pasado.

Aún existe en el sector residencial ascensores gobernados por sistemas de control que utilizan elementos electromecánicos como los relés y temporizadores de escalera que tienen un elevado consumo si los comparamos con los elementos electrónicos y, normalmente, no permiten optimizar las llamadas. Con las nuevas tecnologías lo que se consigue son más prestaciones evitando desplazamientos inútiles, lo que supone un ahorro de energía y una mayor duración de los materiales al tener menor desgaste, con el consiguiente beneficio para el medio ambiente.

#### Sistemas de control con regulación de velocidad

Para conseguir mayores regulaciones de la velocidad en el motor del ascensor se utilizan las maniobras con variadores de frecuencia (figura 10). Con



Figura 10. Maniobra inteligente de marca Rotelec que optimiza y controla la gestión de las llamadas con la regulación de velocidad del motor a través de un convertidor de frecuencia marca Fuji.



Figura 11. Variador de la marca Mac Puarsa en el que se pueden observar los filtros y condensadores utilizados para atenuar las radioperturbaciones e interferencias.

ellas se consigue que el motor tenga unas rampas de aceleración y deceleración óptimas, con un buen par y precisión de velocidad a velocidades bajas, consiguiendo un mayor confort en la aceleración y detención de la cabina. Además de conseguir estas ventajas son más eficientes energéticamente al evitar las corrientes de arranque elevadas del motor y, con ello, conseguir un ahorro energético.

Con la regulación de la velocidad a través de rampas de aceleración y deceleración de la frecuencia de salida se compensa el juego mecánico de la reduc-tora de una máquina tradicional de ascensor (sinfín-corona), se eliminan las sacudidas y se limita la inadaptación de velocidad con régímenes transitorios rápidos en caso de inercia elevada.

Se utilizan convertidores de frecuencia estáticos formados principalmente por semiconductores que convierten la tensión alterna de la red en un sistema de tensiones de frecuencia y tensión variable que, aplicados al motor de inducción, hacen trabajar en un amplio rango de velocidades con un mínimo mantenimiento. Los principales tipos de control son los convertidores de tensión/frecuencia, el vectorial en lazo abierto y el vectorial en lazo cerrado.

La utilización de convertidores o variadores de frecuencia en las maniobras de los ascensores tiene el problema de que se modifica la onda senoidal de la red incorporando armónicos. Al exis-

tir estos, se genera una potencia de distorsión (muy semejante a la potencia reactiva) que produce un mayor consumo "no útil" al aumentar las pérdidas de la línea. Es la producida por una corriente que no genera potencia activa útil, pero que aumenta la potencia aparente de la instalación. Este efecto incrementa cuadráticamente las pérdidas en las impedancias (transformadores, generadores, cables, etcétera) con el consiguiente aumento de la factura de electricidad, tanto por aumento de energía activa (Kw/h) como por la de energía reactiva (Kvar/h).

Figura 12. Interior de un variador de marca Fuji.



Como algunos aparatos electrónicos son sensibles a las irregularidades producidas por el variador de frecuencia en la red de alimentación, se deberán insertar en el cuadro de maniobra del ascensor filtros de entrada y salida y atenuadores de radioperturbaciones, y todas las conexiones entre la maniobra, el motor y el *encoder* estarán realizadas con mangueras apantalladas. Así se evitarán las perturbaciones, interferencias y las alteraciones en el funcionamiento de aparatos electrónicos, cumpliendo las normas de compatibilidad electromagnética (CEM).

Además de incorporar variadores de frecuencia (figuras 11 y 12) en los cuadros de maniobras de los ascensores, se podría aumentar su eficiencia energética si se aprovechara toda la energía disipada en la resistencia de frenado de los convertidores de frecuencia (VVVF). Supone una pérdida directa, ya que es una energía convertida en calor, que se produce siempre que el motor trabaja como generador. Se debe dar prioridad a los sistemas para ahorro que recuperan la energía cinética de las masas en movimiento y la energía de frenada. Siempre que el motor trabaja como freno, reteniendo la carga, el par motor se invierte y actúa como generador transportando la energía a los condensadores de filtro de su bus de corriente continua. Cuando estos condensadores alcanzan un determinado nivel de carga, automáticamente se conecta en paralelo con la resistencia de frenado disipándose la energía sobrante en forma de calor. Si despreciamos el rendimiento de la máquina tractora, la cantidad de energía perdida es proporcional a la carga de la cabina y al cuadrado de la velocidad de desplazamiento.

El motor funcionaría como generador cuando la velocidad pasa a ser ligeramente superior a la que le correspondería por la frecuencia de salida del variador o convertidor de frecuencia, llamado deslizamiento positivo. Se da cuando el ascensor sube con poca carga en la cabina o cuando baja con la cabina llena, al retener el motor la caída de la cabina y el del contrapeso trabajan como generador. Cuando el sistema está equilibrado, tanto en el lado de la cabina como la del contrapeso, durante el movimiento del ascensor sólo hay pérdidas de rozamiento (depende del rendimiento máquina), pero durante la aceleración se requiere de un par importante con su correspondiente consumo de energía, y durante la desace-

leración habrá un desperdicio de energía en forma de calor producido en la resistencia de frenado.

Para recuperar la energía que se disipa en forma de calor, se podría utilizar una fuente de alimentación regenerativa para el variador o convertidor estático de frecuencia, de forma que cuando la tensión del bus de c.c. aumenta por efecto del trabajo como freno, devuelva la energía a la red, o para aprovecharla para la propia iluminación de cabina e incluso de la iluminación de los cuartos de máquinas. También se podría utilizar para alimentar a una batería de condensadores con el objeto de almacenar la energía generada durante la frenada, para después poder utilizarla en la aceleración. En estos casos el rendimiento energético del ascensor será óptimo, ya que se aprovecha la energía cinética de las masas en movimiento durante los recorridos en subida con poca carga o en bajada a plena carga.

Los sistemas de control que incorporan variadores de velocidad con máquinas *gearless* de imanes permanentes llevan un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) que permite abrir

el freno o la continuidad de movimiento de la máquina del ascensor cuando exista un fallo de tensión en la acometida. Estos SAI están formados por baterías y su correspondiente cargador, e incluso los circuitos electrónicos de mando para asegurar la continuidad de desplazamiento hasta la próxima parada (rescatadores). Pueden llevar entradas y salidas lógicas para las funciones de verificación del estado de las baterías por medio de pruebas de carga. El consumo de los sistemas de alimentación ininterrumpida también se deberá tener en cuenta dentro del equilibrio energético total de la instalación.

#### Bibliografía

Plan Renove de Ascensores de la Comunidad de Madrid. [www.renoveascensor.com](http://www.renoveascensor.com)

Balcells J. *Compensación de energía reactiva y filtrado de armónicos*. Editado por el departamento técnico de circuitos.

*Filtrado de armónicos*. Catálogo sobre la calidad de la energía eléctrica de la marca Polylux.

Batet Sancliment D. *Ahorro de energía en ascensores con VVVF*. Ascensores y Montacargas nº 30 (2002).

Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior y sus Instrucciones Técnicas Complementarias EA-01 a EA-07.

Guzmán OM. *Eficiencia energética. Un panorama regional*. Sociedad Civil de Asesoramiento, Argentina. Enero de 2009

Jiménez Moreno C. *El ahorro energético aplicado a la utilización de los ascensores*. Técnica Industrial, nº 234 (1999).

[http://www.construmatica.com/construpedia/Iluminacion\\_por\\_Leds](http://www.construmatica.com/construpedia/Iluminacion_por_Leds)

<http://www.gruponeva.es/blog/noticia/205/la-iluminacion-oled-principio-del-futuro.html>

---

#### Carlos Jiménez Moreno

cjimenez@duplexelevacion.es

Ingeniero técnico industrial eléctrico en la intensificación de electrónica industrial y técnico especialista en instalaciones y líneas eléctricas. Actualmente desarrolla su carrera profesional en el grupo Dúplex, empresa dedicada a la instalación, sustitución, reparación y mantenimiento de ascensores, montacargas y plataformas.

---



## Define tu futuro en una universidad líder en la formación de profesionales del sector industrial

En la Universidad Europea de Madrid vas a encontrar las titulaciones de grado y postgrado más novedosas y demandadas en el área industrial. Su gran contenido práctico, combinado con una formación teórica impartida por los mejores profesionales y sumado al aval de importantes empresas, hacen de nuestros programas, compatibles con tu actividad profesional, la elección más segura en el ámbito industrial. Y la mejor decisión para tu futuro.

#### Titulaciones en horarios compatibles con la actividad profesional:

- Ingeniería Industrial (2º Ciclo)
- Ingeniería en Organización Industrial (2º Ciclo)
- Ingeniería Técnica Industrial: Electrónica Industrial
- Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática
- Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática (curso de adaptación para Ingenieros Técnicos Industriales en Electrónica Industrial)
- Grado en Ingeniería Mecánica (curso de adaptación para Ingenieros Técnicos Industriales en Mecánica)

#### Titulaciones en horario convencional:

- Grado en Ingeniería en Organización Industrial
- Grado en Ingeniería Mecánica
- Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática



Laureate International Universities

Escuela Politécnica  
Campus de Villaviciosa de Odón  
Campus de La Moraleja

902 23 23 50 [www.uem.es](http://www.uem.es)

Pensada para el mundo real