

ESTIMACIÓN DEL CONSUMO Y POTENCIAL DE AHORRO EN STANDBY RESIDENCIAL PARA LA ARGENTINA

C.G. Tanides

Departamento de Electrotecnia, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires

Av. Paseo Colón 850, Subsuelo, (1063) Capital Federal

Tel.: (+54 11) 4343 0891 Ext. 159, Fax: Ext. 365, e mail: ctanide@fi.uba.ar

RESUMEN: El consumo en modo de espera (*standby*) de los equipos eléctricos y electrónicos es sin duda uno de los símbolos más elocuentes de derroche. En este trabajo se exponen los resultados de tres de los últimos trabajos realizados en el país sobre este tema. Los dos primeros estudios realizados en la Argentina en el 2005 y 2007 estimaron valores de potencial de ahorro del orden de los 2.600 GWh/año en el sector residencial para los años 2020 y 2025 respectivamente, a partir de la introducción de estándares de eficiencia mínima. El tercer trabajo muestra los datos surgidos de un relevamiento realizado en el año 2007 en el sector residencial de la región del AMBA en donde se midieron los consumos en 15 residencias arrojando un consumo promedio en modo de espera por residencia de 11W y 31W respectivamente para los grupos de Tarifas T1R1 y T1R2. El promedio ponderado para esta región fue de 23W por residencia.

Palabras clave: uso eficiente de la energía eléctrica, sector residencial, standby, modo en espera, aparatos electrónicos

INTRODUCCION

El consumo en modo de espera (*standby*) de un aparato de uso final es el que se produce aún cuando está apagado o no está ejecutando su función principal. En general esta función se corresponde con la espera para responder a diversas señales tales como controles remotos o a las llamadas entrantes a un contestador telefónico.

Una gran variedad de equipamiento electrónico, pequeños aparatos hogareños, equipos de oficina y aún equipos industriales consumen en *standby*. Las tendencias más recientes de incorporar *displays* digitales y otros componentes electrónicos en artefactos de la línea blanca, así como también el notable crecimiento en el uso de tecnologías digitales contribuyen a agrandar la lista de equipos que poseen este tipo de consumo. Las fuentes de consumo en *standby* más frecuentes incluyen productos con control remoto, fuentes de alimentación de baja tensión, cargadores de batería y *displays* digitales de uso continuo. Aún cuando la potencia demandada en este modo es baja (de 0,5 a 30 W por aparato) la suma de todos los equipos en un hogar pueden alcanzar en los países desarrollados valores que oscilan entre 50 y 70W por residencia (Meier, 2005; FVSA, 2006).

Otros estudios realizados para EE.UU., la UE y otros países desarrollados señalan que el consumo por residencia está alrededor de los 50 a 110W las 24 horas del día, representado un porcentaje que varía entre un 3 a 13% del sector. [OECD/IEA, 2001, Meier, 2005]

Un estudio muy completo realizado en Australia, revela que el consumo promedio en los hogares del sector residencial alcanza los 87W o sea 760 kWh/año por residencia, representando el 11,6% del consumo en ese sector. [Wear et al., 2001]

Existen varios motivos concurrentes por los cuales el consumo en este modo crece aceleradamente en todo el mundo: i) el número de artefactos en los hogares se está acrecentado fuertemente, ii) muchas funciones que anteriormente eran electromecánicas ahora son electrónicas y por último iii) la convergencia entre los productos electrónicos y los informáticos implica que más y más aparatos nunca dejan de consumir energía eléctrica.

En algunos casos en aparatos tales como las videocasetas (VCRs), DVDs y hornos a microondas el consumo en modo *standby* es mayor que el que efectivamente producen para reproducir videos o cocinar respectivamente. [OECD/IEA, 2001; Tanides et al. 2000]

Numerosos estudios señalan que los usuarios no son conscientes del consumo en *standby* de sus hogares o consideran que este valor es despreciable. [Vowles et al., 2003]

En síntesis, el consumo de aparatos en modo de espera ha captado la atención de numerosas políticas energéticas, ya que es una demanda que se encuentra en fuerte crecimiento, y que puede ser reducida drásticamente sin mayores costos y con tecnologías disponibles.

Existen dos maneras de reducir el consumo por *standby*: las mejoras tecnológicas y los cambios en el comportamiento de los usuarios.

Se han desarrollado tecnologías, que incluyen fuentes de alimentación más eficientes y mejoras en los diseños de los productos que permiten reducir el consumo a menos de 1W por aparato. De hecho, gracias a la adopción de algunas medidas, en numerosos países ya es posible adquirir productos con estos niveles de consumo (Thomas et al., 2004).

La rentabilidad de la reducción del consumo en modo de espera, es decir la relación costo/beneficio de aplicar tecnologías para disminuir el consumo energético, varía fuertemente de un equipo a otro pero en gran cantidad de situaciones resulta muy conveniente. Puede considerarse entonces que se puede lograr un ahorro de entre un 60 y 80% en este consumo (OECD/IEA, 2001 - p.34).

Por último la información más reciente proviene de la Comisión Regulatoria de la Unión Europea que aprobó en julio de 2008 una regulación que ahora deberá ser votada por el Parlamento europeo que incluye las siguientes características:

- La medida entrará en implementación en todos los Estados Miembro de la Unión Europea y todos los productos cubiertos deberán cumplir con los requerimientos.
- El rango de productos cubiertos incluyen los más importantes pequeños y grandes productos electrónicos y aparatos del hogar.
- El requerimiento principal es el límite de 1W en modo pasivo y modo apagado (*off mode*) para el 2010 que se incrementa a 2W en el caso de que se tenga un *display* informativo como por ejemplo en los relojes.
- El límite descenderá a 0,5W en el 2013 (1W cuando tengan *display*).
- Todos los productos deben incluir *standby* pasivo o modo de apagado.
- Todos los productos deberán pasar al modo de *standby* pasivo o apagado después de un tiempo lo más breve posible cuando no estén funcionando en su función principal (a no ser que no se pueda por el uso que cumplen). Esta función de apagado deberá venir programada de fábrica.
- Las pruebas admitirán una tolerancia del 10% dada la dificultad de medir niveles de potencia tan bajos.
- La medida será revisada luego de 6 años

En general en el mundo el control del consumo en modo de espera se aborda a partir de estándares de desempeño mínimo (*Minimum Efficiency Performance Standards*, MEPS, en inglés) y no con sistemas de etiquetado de eficiencia.

Para la Argentina el 85% de los artefactos eléctricos que consumirán en modo de espera en el año 2020 todavía deben ser fabricados, alrededor de 100 millones de nuevos equipos que tienen potencial de ahorro. Aquí radica la importancia de los estudios de potencial de ahorro y la medición que se presentarán a continuación: Los estudios se presentan en orden cronológico de realización.

POTENCIAL DE AHORRO EN MODO DE ESPERA

En los últimos dos años el autor participó de dos estudios que estimaron el potencial de ahorro en *standby* en el sector residencial. Ambos estudios fueron realizados dentro de un contexto mayor que estimaba el potencial de ahorro en los tres sectores de consumo más importantes de la energía eléctrica: industrial, residencial y comercial y público. El primer estudio fue realizado para la Fundación Vida Silvestre Argentina / WWF en el año 2005 [FVSA, 2006], mientras que el segundo, no publicado, tenía como objetivo el “*Diseño de un Programa de Etiquetado y Normalización de Eficiencia Energética*” y fue realizado para la Secretaría de Energía, en el año 2007 [AES, 2007], dentro del ámbito del GEF. En ambos casos el foco fue colocado dentro del sector residencial dado que gran parte del equipamiento con *standby*, con una tasa de crecimiento fuerte, se encuentra en este sector.

No resulta fácil obtener un valor de consumo de *standby* para el total del país ya que no hay suficientes investigaciones y de la información, bastante abundante, que proviene de otros países no surgen correlaciones tales como consumo en *standby* y PBI o alguna otra que pueda servir de guía.

Dada la diversidad de equipos que consumen en modo de espera la metodología de cálculo del potencial de ahorro no individualiza cada tipo de aparato sino que se basa en estimar una cantidad de aparatos que consumen en modo de espera por residencia y una potencia eléctrica equivalente por aparato, lo que permite estimar un consumo promedio por residencia en un año base y su evolución para el año horizonte.

La suposición básica acerca del patrón de consumo en modo de espera es que se produce en forma ininterrumpida durante las 24 horas del día los 365 días del año, no existiendo modificaciones horarias ni estacionales en su demanda. Por lo tanto, las hipótesis de partida son la cantidad de residencias, su tasa de crecimiento en el futuro, la cantidad de aparatos por hogar en los años base y horizonte, la potencia equivalente de cada uno y su evolución en el futuro a partir de las políticas a adoptar fundamentalmente implementando estándares de desempeño mínimo.

A pesar de que en algunos casos los equipos funcionan en *standby* sólo durante algunas horas del día y otros en forma continua, dado que son pocos los equipos que lo hacen en forma interrumpida, se supone una curva de carga plana a lo largo del día, y del año, que surge de calcular la potencia equivalente media de la energía consumida. La expresión que permite este cálculo para cada uno de los años es la (1).

$$P_e = \frac{\sum \text{Energía anual}_i}{8.760[h]} [W] \quad (1)$$

Donde: P_e , potencia equivalente en modo de espera; *Energía anual*, energía total consumida por año por tipo de aparato; i , tipo aparato y; 8.760, cantidad de horas al año.

Los estudios, realizados con dos años de diferencia, tienen periodos de análisis distintos. El de la FVSA/WWF (2005) considera el periodo de análisis los años 2006-2020 mientras que el de la SE (2007), 2008-2025. Ambos estudios coincidieron en suponer un consumo promedio por aparato de 5W y una cantidad de aparatos promedio por hogar en el año base de 5 aparatos lo que implica una demanda de 25W, con una vida media de 10 años, y de 9 aparatos en el año horizonte, alcanzando los 45W para ese año.

Estas suposiciones determinan un consumo promedio por residencia de los aparatos en modo de espera de 219 kWh/año en los años base 2005 y 2008 respectivamente y de 394 kWh/año en los años horizonte 2020 y 2025 respectivamente. La evolución en los años intermedios fue lineal en el escenario de FVSA/WWF y ajustada en función del crecimiento del número de residencias y del PBI/cápita en el caso de la cantidad de aparatos por residencia en el de la SE.

En la Tabla 1 se resumen a modo comparativo las hipótesis adoptadas en ambos estudios.

	2010		2015		2020		2025	
	FVSA	SE	FVSA	SE	FVSA	SE	FVSA	SE
Estándar de consumo máximo [W]	3W	3W	1W	1W				
Potencial de ahorro [GWh / año]	44	39	1.107	800	2.642	1.840		2.664
Reducción de la demanda de potencia [MW]	6	5,3	145	105	347	242		350

Tabla 1. Comparación de hipótesis y resultados adoptados en los escenarios de la FVSA y el estudio para la Secretaría de Energía.

Como es de esperar entre ambos escenarios las diferencias no son significativas más que en su ocurrencia en el tiempo debido básicamente al desfase temporal entre los periodos de análisis de cada uno.

Si es de destacar que los potenciales de ahorro resultan considerables y del orden de los 2 TWh.

Cabe mencionar que existe también potencial de ahorro para este modo en los sectores industrial y comercial y público. Seguramente el actuar sobre los aparatos residenciales tendría impacto en estos sectores ya que algunos de los aparatos considerados, principalmente los de oficina, tienen un uso compartido. Sin embargo no se realizó en estos estudios el cálculo del mismo.

La Fig. 1 muestra la evolución en el consumo de energía eléctrica del sector residencial argentino con y sin MEPS en el consumo en modo de espera en los aparatos del sector.

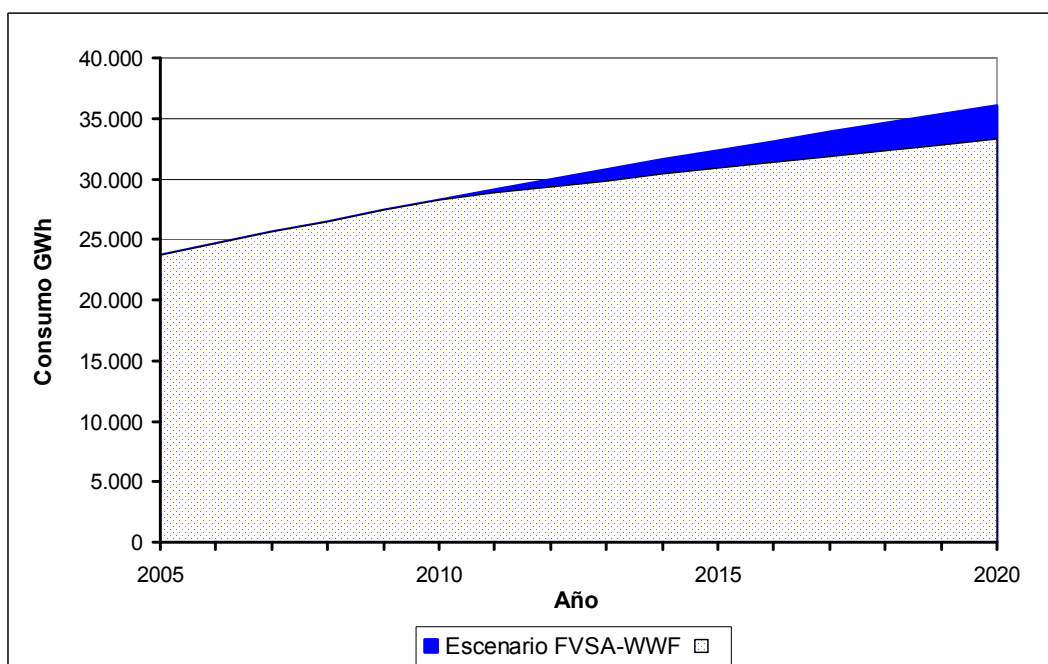


Figura 1. Evolución del Escenario Residencial para las opciones Referencia, y FVSA-WWF considerando la aplicación de políticas de reducción del standby.

MEDICIÓN Y ESTIMACION DEL CONSUMO EN MODO DE ESPERA

En un estudio realizado en el 2007 en el Departamento de Electrotecnia de la FIUBA [Lazzari *et al.*, 2007] se realizó la medición del consumo en modo de espera en una muestra de 15 casas en la zona de distribución de energía eléctrica de las empresas Edenor y Edesur. Las casas fueron seleccionadas de forma tal de respetar los porcentajes de distribución de hogares por tarifa en el año 2006 que fueron T1-R1 775.500 clientes (37%) y T1-R2 1.324.059 clientes (63%). Ver Tabla 1.

	Clientes zona Edenor + Edesur		Muestra	
	Cantidad	Consumo promedio bimestral [kWh/bim]	Cantidad	Consumo promedio bimestral [kWh/bim]
T1-R1	775.500	170	6	161
T1-R2	1.324.000	678	9	719
Total	2.099.500		15	

Tabla 1. Clientes T1-R1 y T1 R2 en 2006, para las distribuidoras Edenor y Edesur y característica de la muestra.

Los domicilios fueron inspeccionados y se identificaron los aparatos funcionando en modo de espera. Se midieron sus consumos en las distintas modalidades de uso: modo activo, *standby* pasivo y OFF, y se encuestaron las formas de funcionamiento que tenían en cada modalidad, esto es durante cuánto tiempo al día permanecían funcionando en los distintos modos. Se elaboró una tabla por domicilio donde se detalló el consumo de cada artefacto en cada modo de funcionamiento, discriminando horas de uso del mismo en días hábiles, sábados y domingos y feriados.

El instrumento utilizado para medir la potencia fue un medidor de potencia y acumulador de consumo de energía Marca: S.L. Electric, Type NZR 230, Rango: 230V 50Hz +- 10%. Potencia máx.: 2.300W Clase: 2, Alcance: 0,2W – 2.300W, de origen danés. Este instrumento es utilizado para hacer campañas de monitoreo del consumo de los artefactos en el sector residencial y se intercala directamente entre el toma y el equipo a medir ya que posee una ficha “macho” y una “hembra”.

A partir de esta información, el consumo eléctrico anual en modo de espera en la región de C.A.B.A. más G.B.A. fue determinado a partir del consumo bimestral para cada usuario. Con este valor se calcularon las medias de las muestras en las dos tarifas: R1 y R2. En el caso de R1 se consideró que un 10% de los hogares se halla deshabitado. El consumo total queda determinado entonces por la fórmula (2):

$$Energía_{Total\ anual} = [Energía_{BimR1} \times 0,9 \times N_{UsuariosR1} + Energía_{BimR2} \times N_{UsuariosR2}] \times 6 = 415 \frac{GWh}{año} \quad (2)$$

El cálculo de la participación del consumo promedio de energía en modo de espera en promedio por usuario respecto al consumo total anual arroja una cifra de 7,7%.

La potencia equivalente en modo de espera considerando que toda la energía consumida en este modo se divide por 24 h diarias muestra valores promedio de 11,4W y 30,6W respectivamente para las tarifas R1 y R2, siendo el promedio ponderado de 23,1W por residencia.

De la muestra puede observarse que se relevaron un promedio de 12,5 aparatos funcionando en modo de espera por residencia con un mínimo de 4 y un máximo de 18. Lo que arroja un promedio de potencia instalada en *standby* por aparato de 1,85W. Este valor bajo de potencia por aparato se debe al hecho de promediar todos los consumos, en donde en algunos casos como lo es típicamente el uso de cargadores para celulares, estos se conectan solamente durante el momento de la carga.

La distribución del consumo en modo de espera por tipo de artefacto puede verse en la Tabla 2 y Figura 2.

Artefacto	%
Televisor	26,7%
Equipo de audio	21,3%
PC (CPU+Monitor+Sonido+Impresora+Modem)	20,7%
Videocasetera +DVD	12,1%
Fax + Teléfono	5,4%
Decodificador TV	3,5%
Microondas	2,7%
Aire acondicionado	2,1%
Otros	5,5%

Tabla 2. Distribución del consumo de energía en *standby* por tipo de equipo.

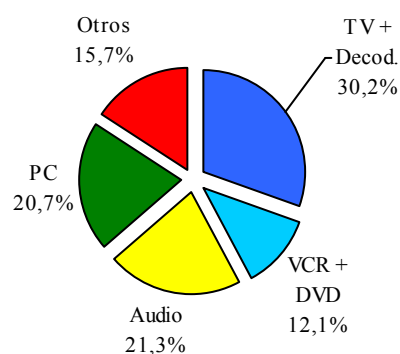


Figura 2. Distribución del consumo de energía en *standby* por tipo de equipo.

Como puede observarse, aquellos aparatos relacionados con el rubro televisión: TVs, decodificadores, VCRs y DVDs representan el 42% del consumo en este modo seguidos por el rubro Audio y PCs.

La saturación promedio de aparatos por residencia en el rubro televisión ha sido: TVs, 235%; VCRs, 65% y DVDs, 47%.

También resulta interesante mencionar el hecho de haber detectado aparatos consumiendo aún en modo OFF, tal como lo señala la literatura internacional. En nuestra muestra se han encontrado consumos en este modo de hasta 9W.

Es de destacar que la demanda de potencia por residencia (23,1W) es similar a la adoptada en los estudios de potencial de ahorro descritos en la sección anterior. Sin embargo se advierte que de las mediciones surge: i) el número de aparatos es mayor con un consumo promedio menor y ii) la muestra fue tomada en la zona del AMBA por lo que tal vez al extrapolarla a todo el país se tenga una demanda promedio por residencia menor. Estas consideraciones deberán ser tenidas en cuenta en futuros estudios.

CONCLUSIONES

Los consumos en modo de espera resultan una gran preocupación mundial por su alta tasa de crecimiento en el sector residencial.

La forma de contrarrestar esto ha sido hasta el momento la utilización de etiquetas de calidad (tipo *Energy Star*) y la implementación de estándares de desempeño mínimo.

En la Argentina los potenciales de ahorro de los escenarios formulados hasta el momento determinan valores de ahorro del orden de 2.600 GWh/año en el período 2020-2025 por lo que resulta evidente la necesidad de introducir algún tipo de medida que limite este tipo de consumo.

Las mediciones realizadas en el ámbito del AMBA arrojan una potencia promedio en este modo de uso que alcanza los 23,1W.

REFERENCIAS

- AES, (2008). *Diseño de un Programa de Etiquetado y Normalización de Eficiencia Energética*, Adviesbureau voor Energies-trategie (AES), con la participación de *Collaborative Labeling and Appliance Standards Program (CLASP)*, por contrato de la Secretaría de Energía de la Nación República Argentina, Dirección Nacional de Promoción, mayo
- Lazzari, D., Moizzes, N., Dufour, E. Maldonado, A. y J. Ugarte, (2007). *Estimación del consumo de energía en standby de los electrodomésticos del Sector Residencial y su potencial de ahorro*, monografía de la materia Uso Eficiente de la Energía Eléctrica (65.40) de la carrera de Ingeniería electricista, Departamento de Electrotecnia, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires.
- OECD/IEA, (2001). Things that Go Blip in the Night (Standby Power and How to Limit it).
- Meier, A., (2005). "Standby: where are we now?", *Proceedings European Council for an Energy-Efficient Economy*, ECEEE 2005, p. 847-854.
- Tanides, C.G., Dutt, G.S. y M.S. Brugnoli, (2000). "Characterisation and energy savings potential of video appliances in the Argentine residential sector", *Energy for Sustainable Development*, Volume IV No. 2, pp. 43-51, August.
- Thomas, Alison et al., (2004). Federal Purchasing: Leading the market for Low standby products, IEEE.
http://www.iea.org/textbase/papers/2004/am_femp.pdf
- Vowles, J., Boardman, B., and K. Lane, (2001). "Suspecting standby? Domestic levels and the potential for household-level reductions in the UK", *Proceedings European Council for an Energy-Efficient Economy*, ECEEE 2001, p. 107-117.
- Wear, A., Harrington, P., and L. Harrington, (2001). "Residential standby power consumption in Australia", *Proceedings European Council for an Energy-Efficient Economy*, ECEEE 2001, p. 155-157.

ABSTRACT

Standby consumption from electric and electronic apparatus is one of the most visible symbols of energy waste. In this work the last three studies done in Argentina for standby consumption in the residential sector are explained. The first two studies, developed during 2005 and 2007, calculate an amount of 2,600 GWh/year of energy savings potential in years 2020 and 2025 respectively, obtained through the introduction of minimum energy performance standards (MEPS). The third work shows data coming from a sample of 15 households in the metropolitan area of Buenos Aires measured during 2007. The average power demand per residence in the sample was 11W and 31W for the tariff categories T1R1 and T1R2 respectively, being the weighed average of 23W.

Keywords: efficient use of electricity, residential sector, standby, electronic equipment