



Broadcast Transmission Systems – Efficiency and Total Cost of Ownership

Martyn J. Horspool
Product Manager, TV Transmission
GatesAir, Mason, OH 45040, USA

Overview

In today's world of rapidly increasing energy costs, new carbon taxes and pressure from environmentalists and Governments to reduce energy consumption, broadcasters are searching for ways to reduce the operating costs of their equipment. TV and radio transmitters are likely to be one of the more costly items that a typical station owns, not only in its initial purchase price, but also due to their on-going operational costs.

Rising Energy Costs

The price of energy continues to rise around the World. According to the US Energy Information Administration, global energy demand is set to grow by 56% between 2010 and 2040. That very high level of demand is certain to push prices up. This ever-increasing cost of energy has created a demand for more efficient, energy-saving equipment.

Transmitter Efficiency

The electrical power efficiency of the transmitter plays an important part in the overall cost of ownership equation. Early digital TV transmitters had a power efficiency in the 15% to 18% range. This means that a 10kW transmitter consumed about 66kW of

Sistemas Transmisores de Radiodifusión - Eficiencia y Costo Total de Propiedad

Martyn J. Horspool
Gerente de Producto, Transmisión de TV
GatesAir, Mason, OH 45040, EE.UU.

Introducción

En el mundo actual de crecientes costos energéticos, nuevos impuestos sobre el carbono y la presión de los medioambientalistas y gobiernos para reducir el consumo de energía, los radiodifusores buscan maneras de reducir el costo de operar sus equipos. Sin duda, los transmisores de televisión y radio están entre los equipos más costosos que posee una emisora típica, no sólo por su precio de compra inicial, sino también debido a sus costos operativos a largo plazo.

El Aumento de los Costos de Energía

El precio de la energía sigue aumentando en todo el mundo. Según la Administración de Información de Energía de Estados Unidos, la demanda mundial de energía crecerá en un 56% entre los años 2010 y 2040. Ese nivel muy alto de demanda seguramente provocará una subida de los precios. Este costo cada vez mayor de la energía ha creado una demanda creciente por equipos más eficientes y ahorradores de energía.

La Eficiencia del Transmisor

La eficiencia del transmisor en términos de consumo de energía eléctrica juega un papel importante en cálculo del costo total de propiedad. Los primeros transmisores de TV digital tenían una eficiencia en el rango de 15% a 18%. Esto significa que un transmisor de 10kW consumía alrededor de 66kW de energía

electrical energy, converting only 10kW of that energy to useful RF and 56kW as waste heat.

Not only was the cost of the electricity consumed a big expense, the cost of cooling the transmitter facility to rid it of the waste heat was also high.

Many advances in transmitter efficiency have been made over the past 10 years. The recent advent of new 50 volt LDMOS RF devices and special amplifier techniques significantly improved the RF amplifier efficiency. Efficiencies for just the RF pallet can be in excess of 50%, using the latest technologies. But transmitter efficiency isn't the only factor that should be carefully examined when replacing an old system, or purchasing a new one.

eléctrica, convirtiendo sólo 10kW de esa energía en RF útil, y desperdiciando 56kW bajo forma de calor residual.

No sólo la electricidad consumida fue muy costosa, sino también el enfriamiento de la sala de transmisores para evacuar el calor residual.

Se han realizado muchos avances en cuanto a la eficiencia de los transmisores en los últimos 10 años. El reciente advenimiento de nuevos dispositivos de RF LDMOS de 50 voltios y técnicas especiales de amplificación han mejorado significativamente la eficiencia de los amplificadores de RF. La eficiencia al nivel del módulo de RF puede superar el 50%, gracias a las últimas tecnologías. Pero la eficiencia del transmisor no es el único factor que se debe examinar cuidadosamente al reemplazar un sistema antiguo, o al comprar uno nuevo.

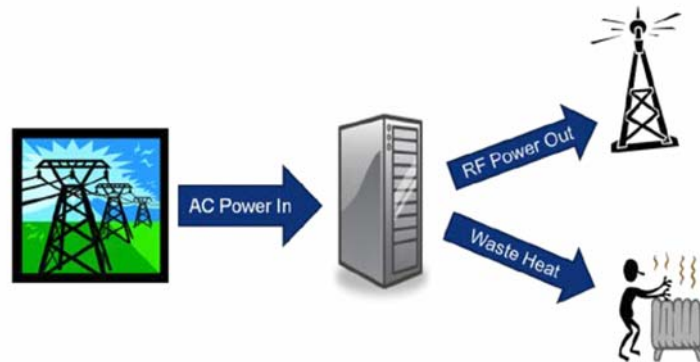


Figure 1 – Energy used by a transmitter is converted to RF power and waste heat

Figura 1 - La energía utilizada por un transmisor se convierte en potencia de RF y calor residual

The real cost of owning the equipment over a period of time is perhaps the most important consideration. This is generally referred to as TCO, or "Total Cost of Ownership"

El costo real de operar el equipo durante un período de tiempo es quizás la consideración la más importante. Esto se conoce generalmente como "costo total de propiedad" o TCO por su sigla en inglés (Total Cost of Ownership).



Total Cost of Ownership (TCO)

The TCO of a transmission facility is the actual cost to operate the system over time and includes:

- Transmitter power consumption including all items (Cooling, Control, Exciters, Drivers, PA's, etc.)
- Any AVR's or UPS systems in the AC path
- AC Isolation transformers, or Step-up/Step-Down Transformers ahead of the transmitter
- Heating, Cooling and Ventilation costs for the transmitter room (HVAC). Includes initial costs and annual maintenance costs
- Routine maintenance costs (Cost to send a technical expert to site plus any materials used)
- Equipment repair costs, including parts, shipping costs, labor and travel time to site
- The physical size and footprint of the equipment may be a factor, especially if building space is rented

The TCO will vary considerably and may depend on site location, annual temperature range, electricity costs per kW-hr, labor rates, etc.

GatesAir has developed a TCO calculator tool that enables its transmitters to be compared against each other as well as other brands of transmitters. This useful tool can be used to evaluate the cost/benefit of replacing an older

El Costo Total de Propiedad (TCO)

El TCO de una instalación de transmisión es el costo real para operar el sistema a lo largo del tiempo e incluye:

- El consumo de energía del sistema transmisor en su totalidad (enfriamiento, control, excitadores, controladores, amplificadores, etc.)
- Cualquier sistema de regulación de voltaje (AVR) o respaldo de batería (UPS) en el suministro de energía de CA.
- Cualquier transformador de aislamiento de CA o de subida / bajada de voltaje antes del transmisor
- Los costos de calefacción, enfriamiento y ventilación de la sala de transmisores – tanto los costos iniciales de compra como los costos de mantenimiento periódico.
- Los costos de mantenimiento de rutina (el costo para enviar un experto técnico al sitio más todos los materiales utilizados para realizar la visita)
- Los costos de reparación del equipo, incluyendo las piezas utilizadas, sus costos de envío, la mano de obra para efectuar la reparación y el viaje hasta el sitio
- El tamaño físico y las dimensiones del equipo pueden ser factores importantes, especialmente si se alquila el espacio en el edificio

El TCO puede ser muy variable según la ubicación geográfica y la variación térmica anual del sitio, los costos de electricidad por kW-h, las tasas de mano de obra, etc.

GatesAir ha desarrollado un calculador de TCO que permite comparar sus transmisores entre sí, así como también contra los de otros fabricantes. Esta herramienta útil puede ser utilizada para evaluar el costo / beneficio de



low efficiency transmitter with a new high efficiency design.

When replacing older technology transmitters, electrical power costs can drop by 50% or more, as well as other benefits including less heat load to the room, less frequent maintenance visits, simpler and faster fault identification using built-in diagnostics – not to mention the added benefit of a higher quality and more dependable on-air signal.

High Efficiency Transmitter Designs

Newer technology has paved the way to more efficient and “green” transmitters. For digital television, several power amplifier techniques have been developed that dramatically improve the efficiency. Two methods that have been most commonly employed are Drain Modulation and Doherty.

** Update: Since this article was written in 2014, the technique of drain modulation has all but disappeared from the television transmitter market in favor of the Doherty technique.*

Drain Modulation involves a process called “envelope tracking” where the DC power to the RF LDMOS device tracks the RF envelope so that the device is close to saturation at all times. While drain modulation is a really good way to increase amplifier efficiency and is fully broadband, it does involve rather complex power supply techniques and sophisticated pre-correction involving considerable circuit complexity and added cost.

Classic Doherty amplifiers use a technique first demonstrated back in the 1930’s and can

reemplazar un viejo transmisor de baja eficiencia por uno nuevo de alta eficiencia.

Al reemplazar los transmisores de tecnología antigua, los costos de energía eléctrica pueden verse disminuidos en un 50% o más. También puede haber otros beneficios, tales como una carga térmica reducida en la sala del transmisor, visitas de mantenimiento menos frecuentes y la identificación de fallas más sencilla y rápidamente gracias a las funciones de diagnóstico incorporadas. Todo ello sin mencionar el beneficio adicional de transmitir una señal más confiable y de más alta calidad.

Los Transmisores de Alta Eficiencia

Nuevas tecnologías han posibilitado el diseño de transmisores más eficientes y “verdes”. Se han desarrollado varias técnicas de amplificación de potencia para televisión digital que mejoran drásticamente la eficiencia del transmisor. Los dos métodos más comunes son los de modulación de drenaje* y la técnica Doherty.

** Actualización: Desde que este artículo fue escrito en 2014, la técnica de la modulación de drenaje ha desaparecido del mercado de transmisores de televisión en favor de la técnica Doherty.*

La modulación de drenaje involucra un proceso llamado “seguimiento de envolvente” donde la energía de CC suministrada al dispositivo de RF LDMOS sigue la amplitud del envolvente de RF para que el dispositivo quede cerca de su nivel de saturación en todo momento. Si bien la modulación de drenaje es una manera eficaz de aumentar la eficiencia del amplificador, y tiene un ancho de banda excelente, se utilizan técnicas bastante complejas en la fuente de alimentación y una pre-corrección sofisticada de una complejidad considerable que aporta costos adicionales.

Los amplificadores Doherty utilizan una técnica que fue demostrada por primera vez



provide excellent efficiency improvement, especially with modulation waveforms that exhibit a high peak to average ratio (as found in all current digital TV systems). It does however have an inherent disadvantage due to its limited bandwidth, often requiring between 4 and 7 versions of an amplifier design to cover an entire VHF or UHF frequency band if no special design precautions are taken.*

** Update: Since this article was written in 2014, "broadband" Doherty designs have been developed that allow a single design to cover up to several hundred megahertz of frequency range without the need for field readjustment*

TCO Example

As an example of a TCO comparison, figure 2 compares a recent model DVB-T2 transmitter (GatesAir Maxiva ULX series) with and a new design, the Maxiva™ ULXT with PowerSmart® 3D technology, which incorporates many energy saving techniques. The total operating costs savings over a 10 year period is 38.3%.

This example clearly shows that the power cost savings can be significant and in many cases can save more than the capital equipment cost over time. Additional savings that can be realized by deploying the new Maxiva ULXT include:

- The reduction in waste heat reduces the cooling requirements for the room
- Utilization of new rugged 50V LDMOS devices improves system reliability, reducing downtime and costly emergency repairs

en la década de 1930 y que proporciona una excelente mejora de eficiencia, especialmente con formas de onda que tienen una alta relación pico a promedio (tal como hay en todos los sistemas actuales de TV digital). Sin embargo, tiene una desventaja inherente debido a su limitado ancho de banda, lo que puede hacer necesario tener entre 4 y 7 versiones de amplificador para cubrir toda la banda de VHF o UHF, de no tomarse ciertas precauciones especiales en la realización del diseño.*

** Actualización: Desde que este artículo fue escrito en 2014, amplificadores Doherty de "banda ancha" han sido desarrollados que permiten que un solo diseño cubra hasta varios cientos de megahercios sin necesidad de reajustes*

El Cálculo de TCO, un Ejemplo

Como ejemplo de una comparación de TCO, la figura 2 muestra la comparación de un transmisor DVB-T2 tradicional de fabricación reciente (GatesAir Maxiva ULX) con un nuevo diseño, el Maxiva™ ULXT, con la tecnología PowerSmart® 3D, que incorpora varias técnicas de ahorro de energía. El ahorro total en los costos operativos durante un período de 10 años es de 38,3%.

Este ejemplo demuestra claramente que el ahorro en costos de energía puede ser significativo y que en muchos casos puede ahorrarse al largo plazo más que el costo de adquisición del nuevo equipo. Los ahorros adicionales que pueden realizarse mediante la instalación de un nuevo Maxiva ULXT incluyen:

- La reducción del calor residual reduce los requisitos de enfriamiento de la sala de transmisores.
- La utilización de nuevos dispositivos robustos de 50V LDMOS mejora la confiabilidad del sistema, reduciendo así el tiempo de fuera del aire y las costosas reparaciones de emergencia

- Improved modularity in the new system further improves the on-air reliability as well as reducing the frequency of site visits.
- Reduction of Carbon Taxes:

Some countries have imposed energy taxes based partly on carbon content. In Australia, the carbon tax in 2012 was at \$23 per tonne of CO2 emissions. Broadcast Australia (a major broadcaster in Australia) has estimated that the first year of the new carbon tax cost them almost \$3M.

- La modularidad mejorada del nuevo diseño mejora aún más su confiabilidad y reduce la frecuencia de visitas al sitio.
- La reducción de los impuestos sobre el carbono:

Algunos países han establecido impuestos energéticos basados en parte en el contenido de carbono del combustible. En Australia, el impuesto sobre el carbono en 2012 fue de 23 dólares por tonelada de emisiones de CO2. Broadcast Australia (una emisora importante en Australia) ha calculado que el primer año del nuevo impuesto sobre el carbono les costó casi 3 millones de dólares.

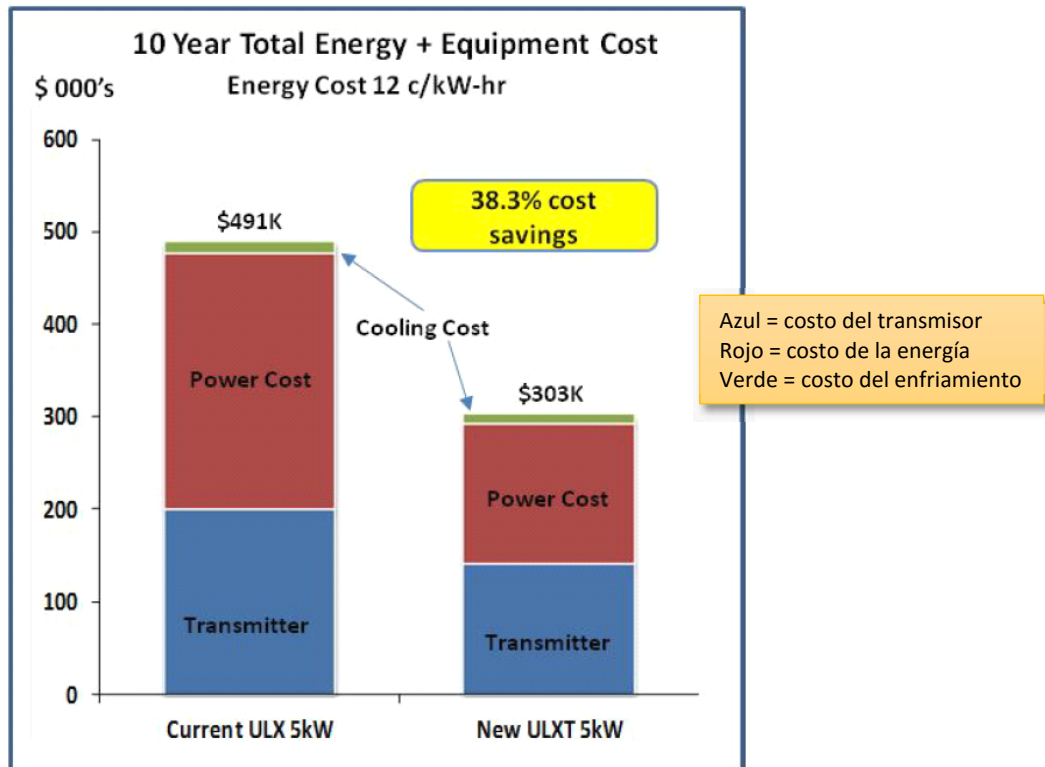


Figure 2 – Efficiency Comparison - Current versus New Technology DVB-T2 Transmitters

Figura 2 – Una Comparación de Eficiencia - Transmisores DVB-T2 de Tecnología Actual vs. Nueva Tecnología.



GatesAir "PowerSmart 3D" Technology

Over the past 30 years, GatesAir has a rich history of developing energy-efficient broadcast solutions. PowerSmart® is the on-going GatesAir design initiative to create the most efficient transmitter designs and products. GatesAir leverages the most sophisticated tools to develop cost, energy, and space efficient solutions.

For radio, the GatesAir Flexiva family of FM transmitters can offer operating efficiencies up to a remarkable 72%. The Flexiva line was the first FM design to use 50V LDMOS devices, and consequently has the smallest footprint on the market for transmitters of 10kW and higher power.

For television transmission, the GatesAir Maxiva family is the flagship product line. These transmitters now incorporate the latest developments, known as PowerSmart 3D.

Benefits include:

- Unique GatesAir patent-pending amplifier technology
- Over 50% pallet level efficiency (VHF)
- Broadband operation
- Switch mode AC-DC converters – 96% efficient
- Superior system efficiency leading to lower total cost of ownership (TCO)

For TV transmission, three major products lines featuring PowerSmart® 3D technology have been recently introduced: the Maxiva

La Tecnología "PowerSmart 3D" de GatesAir

En los últimos 30 años, GatesAir se ha conocido por su larga historia de desarrollar soluciones eficientes para radiodifusión. PowerSmart® representa la iniciativa en curso de GatesAir para diseñar los transmisores más eficientes en el mercado. GatesAir utiliza las herramientas más sofisticadas para desarrollar soluciones eficientes en términos de costo, energía y espacio.

Para la radio, la familia de transmisores de FM Flexiva de GatesAir ofrece eficiencias operativas de hasta un notable 72%. La línea Flexiva fue el primer diseño de FM en utilizar dispositivos LDMOS de 50V y, como resultado, tiene el diseño más compacto entre todos los transmisores de 10kW o más potencia en el mercado hoy.

Para la transmisión de televisión, la familia Maxiva de GatesAir es la línea de productos estrella. Estos transmisores incorporan los últimos desarrollos tecnológicos, conocidos en su conjunto como PowerSmart 3D.

Los beneficios incluyen:

- Una tecnología de amplificación patentada y exclusiva de GatesAir
- Un rendimiento a nivel de módulo superior al 50% (VHF)
- Una operación en banda ancha
- Los convertidores CA-CC de modo conmutado con una eficiencia de 96%
- Una eficiencia de sistema superior, que proporciona un costo total de propiedad (TCO) menor.

Para la transmisión de televisión, se han introducido recientemente tres líneas de productos con la tecnología PowerSmart® 3D:



VAX3D (Band III VHF), the Maxiva ULXT (UHF Liquid), and the Maxiva UAXT (UHF Air).

Maxiva VAX3D (banda III VHF), Maxiva ULXT (UHF líquido) y Maxiva UAXT (UHF aire).



Figure 3 – New High Efficiency FM and TV Transmitters

Figura 3 - Nuevos Transmisores de FM y TV de Alta Eficiencia

Other Ways to Improve Efficiency and Save Money

Otras Maneras de Mejorar Eficiencia y Ahorrar Dinero

Many broadcasters have found that sharing facilities (transmitter building/site, tower and antenna) is a good way to save money and makes for a more efficient operation (spares consolidation, for example).

Muchos radiodifusores han descubierto que compartir las instalaciones (edificio/sito del transmisor, torre y antena) es una buena manera de ahorrar dinero y conseguir una operación más eficiente (por ejemplo, con la consolidación del surtido de repuestos).

Utilizing new digital modulations can also save money, by allowing more efficient transmission. For example, with newer formats such as DVB-T2 and ATSC3, it is possible to transmit multiple programs simultaneously, using a single transmitter. Each program can be transmitted with its own modulation scheme, which allows tailoring of service area and type of service, whether it is for fixed rooftop reception, portable indoor reception, or to mobile devices. Continued efforts to improve video and audio

Adoptar nuevas modulaciones digitales también puede ahorrar dinero mediante una transmisión más eficiente. Por ejemplo, con nuevos sistemas tales como DVB-T2 y ATSC3, es posible transmitir múltiples programas simultáneamente por un solo transmisor. Cada programa puede ser transmitido con su propio esquema de modulación, lo que permite adaptar el área y tipo de servicio, ya sea para la recepción fija por una antena de techo, la recepción portátil en interiores o la recepción por dispositivos móviles. Los esfuerzos continuos para mejorar la compresión de



compression allow more programs to be carried within a specific maximum bit-rate.

In summary, it is clear that the broadcast manufacturing industry is taking important steps and investing in new technologies to improve efficiency and reduce the TCO for TV and radio transmission systems. As newer and more efficient solid state RF devices become available, they allow designers to integrate them with other energy saving techniques to further improve overall efficiency. Today, advanced PA technology along with more efficient power supplies, optimized cooling systems and other techniques are combined for optimized solutions. In the near future, ongoing development will lead to even higher efficiency transmission systems.

Martyn Horspool

video y audio permiten que más programas puedan llevarse dentro de una cierta tasa máxima de bits especificada.

En resumen, está claro que los fabricantes de equipos de radiodifusión están dando pasos importantes e invirtiendo en nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia y reducir el TCO de los sistemas de transmisión de televisión y radio. A medida que nuevos y más eficientes dispositivos de RF de estado sólido se vuelven disponibles, los diseñadores pueden juntarlos con otras técnicas de ahorro de energía para mejorar aún más la eficiencia global del sistema. Hoy en día, la tecnología avanzada de los amplificadores de potencia, las fuentes de alimentación de eficiencia mejorada, los sistemas de enfriamiento optimizados y otras técnicas se combinan para formar soluciones optimizadas. En un futuro próximo, este desarrollo continuo resultará en sistemas de transmisión aún más eficientes.

Martyn Horspool