

TECH NOTE

Cómo logra el diseño inteligente del transmisor los niveles de desempeño del 1+1

Un estudio de la redundancia disponible en el transmisor ECRESO FM 10kW



Para el desarrollo de la última incorporación a la gama de transmisores ECRESO FM, WorldCast Systems ha adoptado un enfoque innovador en el diseño de transmisores de alta potencia. En este nuevo diseño, la redundancia es un factor clave y el sistema se ha diseñado para ofrecer la máxima redundancia dedicada en cada etapa.

*Este documento tiene por objeto detallar las diversas técnicas y metodologías que componen este inteligente enfoque de diseño y describir cómo se han incorporado en el nuevo transmisor ECRESO FM 10kW.**

Métodos de redundancia estándar

Garantizar que la estación permanezca en el aire durante la transmisión es la prioridad de la mayoría de las emisoras. Tradicionalmente, una emisora puede optar entre tres enfoques diferentes de 'back-up'; cada uno proporciona diferentes niveles de redundancia y requiere diferentes niveles de inversión.

Dual Drive

Una solución Dual Drive es la opción menos costosa pero solo proporciona redundancia para la etapa de excitación dentro del transmisor. Para transmisores con suficiente redundancia inherente en su etapa de amplificación de potencia, esta solución puede proporcionar una protección adecuada.

N+1

N+1 es una solución intermedia que ofrece un buen equilibrio entre el costo y el beneficio y una redundancia perfectamente adecuada en caso de un solo fallo de programa. Sus aspectos negativos son que no ofrece protección en caso de fallar dos transmisores al mismo tiempo y que puede ser una solución extremadamente compleja de instalar, operar y mantener, en cuanto a cableado de RF, comunicaciones y gestión.

1+1

Una configuración 1+1 ofrece el más alto nivel de redundancia con dos transmisores completos como sistemas principal y de reserva para el mismo programa. Sin embargo, es claramente la solución más cara, dado que las emisoras deberán comprar dos sistemas completos de transmisor, conmutador de RF, unidad de control, líneas de RF y mucho más. Para un sistema de transmisión de alta potencia el costo puede ser totalmente prohibitivo.

Cada una de las soluciones nombradas puede satisfacer las expectativas de redundancia de una emisora o ajustarse a su presupuesto, pero es poco probable que alguna de ellas cumpla con los dos criterios. El escenario ideal sería alcanzar el nivel de redundancia de un sistema 1+1 sin el costo asociado, o sea, solo con una inversión mínima.

Esto es exactamente lo que nos hemos propuesto con el nuevo enfoque de diseño de ECRESO FM 10kW.

* Todas las referencias al transmisor ECRESO FM 10kW en este documento se refieren al sistema redundante completo con todas las opciones y funciones seleccionadas.

Nuevo enfoque de redundancia

Nuestro enfoque nuevo e innovador ofrece una redundancia "tan sólida como un 1+1". Es el resultado de los 60 años de experiencia de ECRESO en el campo del diseño de RF y se inspira en conceptos similares de otras aplicaciones industriales críticas.

La premisa del enfoque es que en lugar de requerir dos transmisores completos e independientes y conmutar entre ellos si produce un error (generalmente una alarma de -3 dB), la redundancia puede y debe ser una parte intrínseca del propio diseño de transmisor. Con este enfoque, cada componente crítico tiene su propia redundancia y los costos se reducen drásticamente en general.

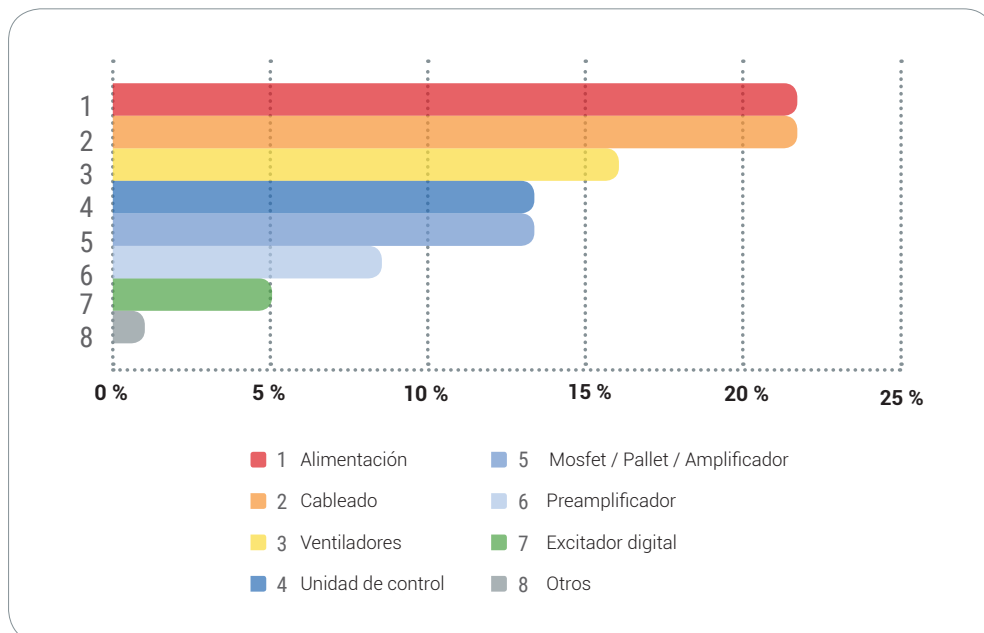
Diseño inteligente, análisis de fallas e investigación

Como en todo desarrollo, la fase de investigación y desarrollo proporciona la información crítica que alimenta el proceso de diseño. El diseño inteligente de transmisores requiere que cada elemento del transmisor se analice para evaluar la probabilidad de falla y el impacto de esa falla en potencia de salida de RF.

Las tasas de fallas y las causas de las fallas de los transmisores de FM varían mucho en función del fabricante, el diseño y el entorno. Sin embargo, sobre la base de las estadísticas generalmente aceptadas y la experiencia de muchas emisoras, hemos elaborado el siguiente gráfico de barras que muestra las principales causas de falla de los transmisores de FM en todo el mundo.

Distribución de fallas

Todas las fallas = 100 %



Las estadísticas promedio no incluyen causas externas de falla como las pérdidas de energía o problemas de las antenas (VSWR) en los que los transmisores se protegen y salen del aire a pesar de las redundancias disponibles.

Métodos de diseño inteligente

Con el conocimiento de dónde es más probable que se produzcan fallas, las razones de las fallas y el impacto de una falla sobre el sistema total, podemos idear métodos para reducir la probabilidad de las fallas y minimizar o eliminar sus efectos. Combinados, estos métodos aumentarán la confiabilidad, la redundancia y la resistencia del transmisor y, en particular, de las piezas que afectan directamente la emisión al aire.

A continuación, se encuentra una lista no exhaustiva de las principales medidas que pueden tomarse y detalles de cómo se implementan cada uno de estos métodos en el nuevo ECRESO FM 10kW para sea "tan sólido como un 1+1".

ELIMINACIÓN DE LOS PUNTOS ÚNICOS DE FALLA

- **IPA**

Algunos transmisores de FM requieren un amplificador de potencia intermedia (IPA) después de la etapa de excitación para intensificar la potencia entregada a los amplificadores principales. Dado su papel central en el transmisor, el IPA constituye un punto único de falla y, si se produce una avería, tiene un efecto catastrófico para todo el sistema. El nuevo ECRESO FM 10kW no tiene IPA; sus amplificadores se alimentan directamente desde la etapa de modulación, así se elimina el hardware y el riesgo de falla total.

- **CABLES**

Con el diseño inteligente del transmisor ECRESO FM 10kW, los cables de conexión de fuentes de alimentación, amplificadores de potencia, acoplador, ventiladores, cargas y otros elementos se sustituyen por conectores 'hot plug'. Esto reduce drásticamente la probabilidad de error y mal manejo, como el apriete incorrecto. En general, se reduce la tasa de fallas y se aumenta la eficiencia.

- **CIRCUITOS**

En un módulo de amplificación, existen varios elementos, como cables y condensadores, que pueden presentar riesgos de falla. El amplificador del ECRESO FM 10kW ofrece un nuevo diseño planar que significa que estos componentes críticos ya no están presentes. De esta forma, se mejoran la producción, el mantenimiento, el rendimiento y la coherencia.

- **UNIDAD DE CONTROL**

La capacidad del transmisor de continuar funcionando, incluso en condiciones de falla, es una consideración clave. En caso de falla completa de la unidad de control del ECRESO FM 10kW, el transmisor permanece en el aire con sus últimos parámetros conocidos.



Unidad de control para el transmisor ECRESO FM 10kW

EXTREMA FIABILIDAD DE LOS COMPONENTES

Al igual que cualquier equipo, la solidez de un transmisor es solamente la de su componente más débil. Por lo tanto, es vital que todas las piezas se investiguen minuciosamente y se seleccionen por su durabilidad y resistencia.

En el ECRESO FM 10kW

- El acoplador de RF y el filtro de RF son grandes, resistentes y completamente pasivos. No incluyen ningún circuito ni componente, por eso, es casi imposible de romperlos, incluso en las condiciones más extremas.
- Donde se requieren componentes activos, únicamente se seleccionan los que cumplen con los más exigentes criterios de especificaciones y vida útil. En el transmisor ECRESO FM 10kW, se han utilizado varios métodos para analizar e identificar los componentes adecuados. Entre otros, el método FMEA (análisis modal de fallas y efectos), PSA (análisis de tensión de piezas) y HALT (ensayo de vida útil altamente acelerado). Estos métodos nos permiten probar los límites operativos extremos de cada componente, identificar sus puntos sensibles frente a ciertas condiciones y eliminar o mejorar cualquier problema identificado.

REDUNDANCIA AÑADIDA Y MÓDULOS SOBREDIMENSIONADOS

En el transmisor ECRESO FM 10kW, todos los módulos críticos son redundantes y sobredimensionados.

- **FUENTES DE ALIMENTACIÓN**

El ECRESO FM 10kW puede alojar entre seis y ocho fuentes de alimentación de 3500 W de carga compartida que proporcionan una potencia total de 21 kW a 28 kW. Tenga presente que se requieren menos de 13,5 kW para una emisión de 10 kW de potencia de salida, por lo que hay un margen sustancial. Todas las fuentes de alimentación se utilizan en paralelo y a potencia reducida para garantizar la máxima redundancia y un aumento de la vida útil.

- **DISYUNTORES PRINCIPALES**

Para una fiabilidad adicional, se utilizan dos disyuntores principales (en lugar de 1) para las fuentes de alimentación principales del ECRESO FM 10kW. Si hay un problema o se produce un cortocircuito en cualquier fuente de alimentación, se activará solo el disyuntor correspondiente. El segundo disyuntor continuará alimentando hasta 4 fuentes de alimentación restantes y todos los amplificadores. El transmisor puede continuar funcionando en esta condición de error indefinidamente, y mantener la potencia de RF superior al criterio de -3 dB.

- **AMPLIFICADORES DE POTENCIA**

El ECRESO FM 10kW utiliza amplificadores de potencia de 2100 W, lo que significa que cinco de ellos serían suficientes para generar 10 kW de potencia. Al contar con seis amplificadores de 2100 W (12 MOSFETS en total), garantizamos que cada amplificador tiene suficiente margen y trabaja a potencia reducida. Esto reduce el calor del componente y aumenta la redundancia y la vida útil del transmisor.

- **CARGAS DE ACOPLAMIENTO**

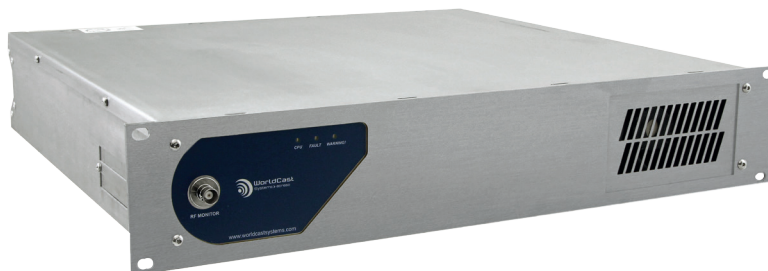
Una prueba infalible de la redundancia de un transmisor de FM es cómo maneja los desequilibrios de potencia, en especial los desequilibrios extremos en la entrada del acoplador. Las cargas de acoplamiento y su enfriamiento asociado en el ECRESO FM 10kW se han diseñado para que no solo manejen estos desequilibrios profesionalmente, sino que lo hagan durante un período ilimitado de tiempo y con la máxima potencia de salida disponible. Esto contrasta con otros transmisores que limitan el tiempo de manejo de las situaciones de desequilibrio.

- **ENFRIAMIENTO**

Para enfriar el ECRESO FM 10kW, únicamente se requieren un ventilador de entrada y un ventilador de salida alimentados por una sola fuente de alimentación. Sin embargo, el sistema, con su diseño inteligente "tan sólido como un 1+1", incluye cuatro ventiladores y dos fuentes de alimentación para una redundancia total. Los ventiladores funcionan a la mitad de la velocidad, nuevamente, con el fin de aumentar la vida útil de estos componentes. Se alimentan de forma cruzada por las fuentes de dos alimentaciones para garantizar que el sistema de enfriamiento se beneficia completamente de la redundancia 1+1.

- **EXCITADOR DIGITAL**

El excitador digital del ECRESO FM 10kW se basa en el diseño del muy respetado ECRESO FM 100 W. Dos dispositivos de 100W completos e independientes trabajan en modo Dual Drive para ofrecer redundancia completa en esta etapa del transmisor.



Excitador digital ECRESO

¿Cómo logra el diseño inteligente del transmisor los niveles de desempeño del 1+1?

Así, con la eliminación de los principales puntos de falla, los componentes seleccionados por su extrema fiabilidad y una superabundancia de redundancia y potencia, el diseño del ECRESO FM 10kW ofrece una redundancia sin precedentes.

De todos modos, lo que realmente cuenta no son los resultados teóricos sino el rendimiento real. Por eso, veamos si el ECRESO FM 10kW es capaz de cumplir en la práctica con el rendimiento "tan sólido como un 1+1".

De la teoría a la práctica

Dado que nuestro objetivo fue diseñar un transmisor de FM "tan sólido como un 1+1", es natural que comparemos los resultados del ECRESO FM 10kW con los de un sistema tradicional de 1+1.

Hemos realizado pruebas de falla que comparan nuestro nuevo concepto de redundancia con un sistema tradicional de 1+1, y la siguiente tabla muestra la potencia de salida típica entregada en cada sistema en diferentes condiciones de falla.

Comparación de redundancia

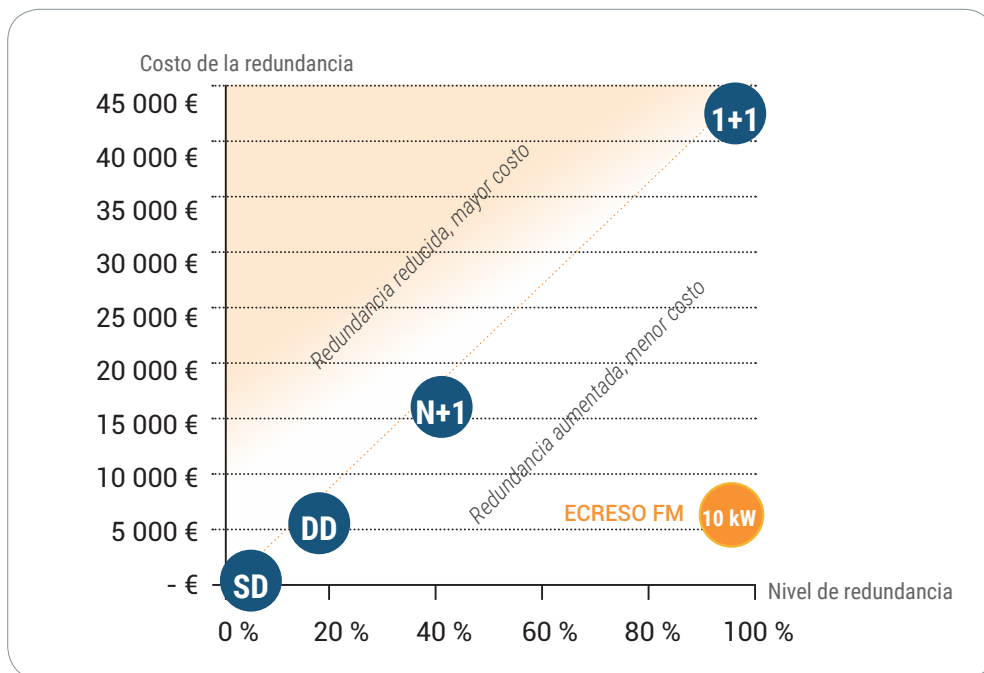
Falla	1+1 tradicional	ECRESO FM 10kW
1 alimentación	10 kW (conmutado)	10 kW
1 Mosfet	8 kW	10 kW
1 Amplificador	10 kW (conmutado)	8kW
Excitador	10 kW (conmutado)	10 kW
Unidad de control	10 kW (conmutado)	10 kW
Conmutador de salida de RF	0 kW	10 kW (no presente)
Otros	desconocido	desconocido

El sistema tradicional de 1+1 utilizado en esta prueba es de un fabricante reconocido, con 2 amplificadores de 5 kW y 2 fuentes de alimentación. La conmutación de 1+1 se produce con el criterio de -3 dB. Potencia de salida nominal: 10 kW.

La misma comparación con un sistema tradicional N+1 da resultados muy similares a los anteriores en el caso de fallas de un solo transmisor, pero considerablemente peores que un 1+1 cuando las fallas se producen en varios transmisores. Además, los beneficios de la redundancia del sistema siempre deben evaluarse junto con los costos de adquirir esa redundancia.

¿Cómo logra el diseño inteligente del transmisor los niveles de desempeño del 1+1?

Examinemos un ejemplo de una estación emitiendo 3 programas. En el siguiente gráfico hemos trazado el nivel de redundancia típica (0 si no hay redundancia y 100 para redundancia perfecta) con el costo promedio de compra de esa redundancia junto con los transmisores de reserva y los sistemas de conmutación requeridos. El gráfico ilustra claramente que la relación costo-beneficio de los equipos ECRESO FM 10kW los convierte en la propuesta más económica y profesional del mercado.



Beneficios

Hasta ahora, hemos establecido que nuestro nuevo enfoque de redundancia ofrece un rendimiento análogo al de un sistema completo 1+1 a un costo considerablemente menor, pero veamos en detalle los otros beneficios.

Ahorro de costos

Cuando observamos el precio de compra inicial, podemos ver que la solución de ECRESO FM 10kW es promedialmente 65 % más económica que una solución tradicional de 1+1 y 30 % más económica que un sistema tradicional de 3+1. Dado que el equipo de 10 kW es un sistema único en un solo rack, el costo de embalaje y transporte también se reduce hasta un 50 %. También cabe señalar que se necesitarán menos piezas de repuesto para el mantenimiento.

¿Cómo logra el diseño inteligente del transmisor los niveles de desempeño del 1+1?

En general, en comparación con un sistema completo 1+1, hay un ahorro significativo en el precio de compra inicial. Pero el precio de compra no es la única consideración. Hay otras áreas en las que se pueden haber ahorros y mayor eficiencia:

Espacio reducido

Las soluciones tradicionales 1+1 incluyen dos transmisores completos, un sistema de conmutación y, posiblemente, una carga fantasma. El ECRESO FM 10kW ocupa un único gabinete de 29U con una planta de aprox. 600 x 1000 mm, que implica hasta un 50 % de ahorro de espacio.

Mayor facilidad de instalación y mantenimiento

Las soluciones tradicionales 1+1 y N+1 se componen de muchos elementos diferentes de hardware y software. Con sus elementos adicionales –líneas rígidas, conmutadores de RF, cargas fantasmas, cableado y unidad de control– pueden ser increíblemente difíciles de instalar, configurar y mantener.

Con el ECRESO FM 10kW solo hay que manejar un transmisor, por eso, la configuración es más fácil, especialmente con nuestra intuitiva interfaz gráfica web. No es necesario configurar reglas de conmutación 1+1 o N+1, con un único transmisor y menos periféricos el monitoreo y el mantenimiento son también mucho más simples.

Mayor eficiencia

Al eliminar el requisito de líneas de RF y transmisores de reserva en este enfoque de diseño inteligente, también se reducen las pérdidas de RF y el consumo eléctrico. Como resultado, aumenta la eficiencia global del ECRESO FM 10kW, y esto tiene un impacto (¡positivo!) en el costo total de propiedad.

Mayor redundancia

En comparación con sistemas tradicionales de N+1 en los que se emiten 3 o 4 programas a la vez, se pueden lograr mucho mayores niveles de redundancia con ECRESO FM 10kW.

Es enteramente posible que varios transmisores fallen a la vez, y una solución N+1 no será capaz de proporcionar respaldo a varios transmisores al mismo tiempo. Con el ECRESO FM 10kW, cada transmisor y, por lo tanto, cada estación tiene su propia redundancia dedicada para su máxima tranquilidad.

Resumen

A lo largo de este documento, hemos descrito cómo el inteligente diseño de ECRESO FM 10kW puede ofrecer la redundancia y rendimiento de un sistema 1+1 con una inversión inicial muy reducida y un menor costo total de propiedad.

Tal es nuestro nivel de confianza en el diseño innovador del ECRESO FM 10kW y su desempeño, que ofrecemos una garantía de hasta 10 años sobre el sistema; una garantía sin paralelo en el mercado actual de transmisores.



Póngase en contacto con nosotros para obtener más información sobre nuestra nueva gama de soluciones de alta potencia y redundancia.



Gregory MERCIER
Gerente de Productos y Marketing
Gerente de Ingeniería de Aplicaciones



WorldCast Systems

20, av Neil Armstrong
33700 Mérignac
Bordeaux-Métropole
Francia

☎ +33 557 928 928

✉ contact@worldcastsystems.com

Oficina en el Reino Unido

Whiterock Business Park
729 Springfield Road
Belfast, BT12 7FP
RU

☎ +44 28 90 677 200

✉ info@APTcodecs.com

WorldCast Systems Inc

19595 NE 10th Avenue Suite A
Miami, FL 33179
EE. UU.

☎ +1 305 249 3110

✉ ussales@worldcastsystems.com



www.worldcastsystems.com