

TECHNISCHER BERICHT

Wie intelligentes Sender-Design das Leistungsniveau eines herkömmlichen 1+1-Systems bieten kann

Eine Untersuchung der Redundanz, die ein ECRESO FM 10kW-Sender zur Verfügung stellt.



Wie kann intelligentes Design das Leistungsniveau eines 1+1 -Systems bieten?

Bei der Entwicklung der jüngsten Ergänzung im Bereich der ECRESO FM-Sender hat Worldcast Systems einen innovativen neuen Ansatz zum Design von Hochleistungssendern verfolgt. Bei diesem neuen Design ist Redundanz ein Schlüsselfaktor und das System wurde so konstruiert, dass es auf jeder Stufe maximale, dedizierte Redundanz bietet.

*Dieser Bericht versucht, die verschiedenen Techniken und die Vorgehensweisen genauer auszuführen, die diesen Ansatz für intelligentes Design auszeichnen und die Art, wie sie in den neuen ECRESO FM 10kW Sender integriert wurden.**

Standard-Redundanzverfahren

Für die meisten Rundfunk- und Fernsehleute hat es Priorität, sicherzustellen, dass ihr Rundfunksender ständig auf Sendung bleibt. Traditionell gibt es drei verschiedene „Backup“-Ansätze, die man beim Rundfunk anwenden kann und die alle unterschiedliche Redundanzniveaus bieten und unterschiedliche Investitionsniveaus erfordern.

Dual Drive

Eine Dual-Drive-Lösung ist die am wenigsten teure Option, liefert jedoch nur Redundanz für die Modulation innerhalb des Senders. Für Sender mit ausreichender inhärenten Redundanz im Leistungsverstärker kann dies einen angemessenen Schutz bieten.

N+1

N+1 ist eine Zwischenlösung, die ein gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis und vollkommen ausreichende Redundanz bietet, wenn ein einzelnes Programm ausfällt. Der Nachteil ist, dass sie keinen Schutz bietet, wenn zwei Sender gleichzeitig ausfallen und außerdem kann diese Lösung im Hinblick auf HF-Verkabelung, Kommunikation und Verwaltung für den Techniker, der sie einbauen, betreiben und warten muss, extrem komplex werden.

1+1

Eine 1+1-Konfiguration bietet das höchste Maß an Redundanz und zwei komplette Sender als Haupt- und Reservesysteme für das gleiche Programm. Das ist natürlich auch eindeutig die teuerste Lösung, da der Rundfunkbetreiber zwei vollständige Systeme erwerben muss mit Sender, HF-Schaltung, Steuerungseinheit, HF-Leitungen und vielem mehr. Für ein Hochleistungsübertragungssystem können die Kosten völlig unerschwinglich werden.

Auch wenn jede der oben erwähnten Lösungen die Anforderungen eines Rundfunkbetreibers an die Redundanz erfüllen kann oder in sein Budget passt, ist es doch unwahrscheinlich, dass irgendeine von ihnen beiden Kriterien gerecht wird. Die perfekte Lösung wäre es, das Redundanzniveau eines 1+1-Systems ohne die damit verbundenen Kosten zu erreichen, also nur minimale Investitionskosten zu haben.

Das ist genau das, was wir mit dem neuen Design-Ansatz des ECRESO FM 10kW erreichen wollten.

*Alle Verweise auf den Egreso FM 10kW Sender beziehen sich auf das vollständig redundante System, wenn alle Optionen und Funktionen angewählt sind.

Wie kann intelligentes Design das Leistungsniveau eines 1+1 -Systems bieten?

Neuer Ansatz für Redundanz

Unser innovativer neuer Ansatz liefert Redundanz, die „so solide wie ein 1+1«-System ist. Es ist das Ergebnis von ECRESOs 60 Jahren Erfahrung auf dem Gebiet des HF-Designs. Es orientiert sich an ähnlichen Konzepten innerhalb von anderen unternehmenskritischen Industrieanwendungen.

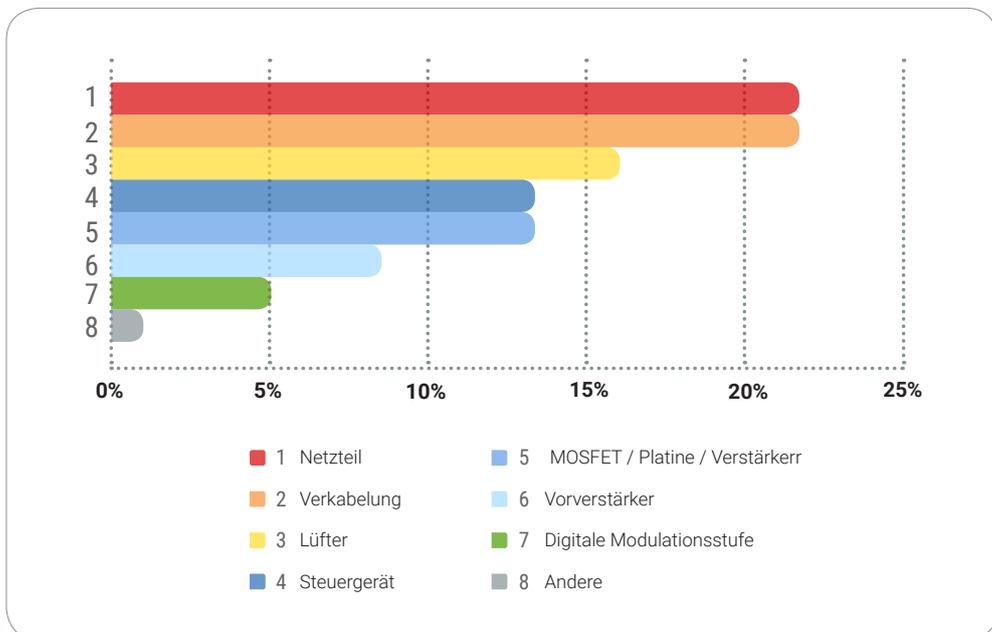
Die Grundannahme des Ansatzes ist es, Redundanz zum intrinsischen Teil des Sender-Designs selbst zu machen, anstatt zwei komplette und unabhängige Sender zu brauchen und im Fall eines Ausfalls (normalerweise ein 3dB-Alarm) zwischen ihnen umzuschalten. In diesem Ansatz hat jeder kritische Bestandteil seine eigene Redundanz und insgesamt werden die Kosten ganz erheblich reduziert.

Intelligentes Design - Analyse und Erforschung von Ausfällen

Wie bei allen Entwicklungen liefert die Forschungs- und Entwicklungsphase entscheidende Informationen, die in den Designvorgang einfließen. Intelligentes Sender-Design macht es erforderlich, jeden Teil des Senders zu analysieren und die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls und auch die mit einem solchen Ausfall verbundene Auswirkung auf die HF-Ausgangsleistung zu bewerten.

Ausfallraten und die Ursachen für diese Ausfälle bei FM-Sendern variieren stark je nach Hersteller, Design und Umgebung. Wir haben jedoch auf der Grundlage von allgemein akzeptierten Statistiken und der Erfahrung von vielen Rundfunkbetreibern das Balkendiagramm unten erzeugt, das die Hauptgründe für Ausfälle bei FM-Sendern an Standorten weltweit zeigt.

Verteilung der Ausfälle
Alle Ausfälle = 100%



Diese Durchschnitts-Statistiken berücksichtigen keine externen Ursachen, die nicht durch die Sendung bedingt sind, wie Leistungsabfall oder Probleme mit Antennen (VSWR), bei denen sich der Sender selbst schützt und sich trotz zur Verfügung stehender Redundanzen ausschaltet.

Wie kann intelligentes Design das Leistungsniveau eines 1+1 -Systems bieten?

Methoden des intelligenten Designs

Mit den Kenntnissen darüber, wo Ausfälle am häufigsten auftreten, über die Gründe für diese Ausfälle und über die Auswirkung eines Ausfalls auf das Gesamtsystem, können wir Verfahren ableiten, um die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls zu verringern und seine Auswirkungen zu minimieren oder zu vermeiden. Kombiniert erhöhen diese Vorgehensweisen die Zuverlässigkeit, Redundanz und Widerstandsfähigkeit des Senders und insbesondere der Teile, die sich direkt auf die ausgestrahlte Sendung auswirken.

Unten ist eine nicht erschöpfende Liste der wichtigsten Maßnahmen, die man treffen kann und Einzelheiten darüber, wie jede dieser Vorgehensweisen im neuen ECRESO FM 10 kW implementiert ist, um zu gewährleisten, dass er „so solide wie 1+1“-Systeme ist.

BESEITIGUNG EINZELNER SCHWACHSTELLEN

- **VORVERSTÄRKER**

Einige FM-Sender brauchen einen zwischengeschalteten Leistungsverstärker (Vorverstärker) nach der Digitale Modulationsstufe, um die Stromzufuhr zu den Hauptverstärkern hochzutransformieren. Aufgrund ihrer zentralen Rolle im Sender bildet der Vorverstärker eine einzelne Schwachstelle und wenn es hier zu einem Ausfall kommt, wäre dies für das gesamte System katastrophal. Der neue ECRESO FM 10kW hat gar keinen Vorverstärker; seine Leistungsverstärker werden direkt von der Modulationsstufe gespeist, wodurch die Hardware und das mit ihr zusammenhängende Risiko eines Totalausfalls wegfällt.

- **KABEL**

Innerhalb des intelligenten Designs des ECRESO FM 10kW-Senders werden Kabel, die Netzteile, Leistungsverstärker, Koppler, Lüfter, Lasten und andere Elemente verbinden durch robuste und direkte Hot-Plug-Stecker ersetzt. Dadurch reduzieren wir die Wahrscheinlichkeit von Fehlern und Fehlbedienung, wie falsches Anziehen ganz erheblich. Insgesamt werden die Ausfallwahrscheinlichkeit und die Effizienz erhöht.

- **ELEKTRONISCHE SCHALTUNG**

Ein Verstärkermodul hat mehrere Elemente an Bord, wie z.B. Kabel und Kondensatoren, mit denen ein Ausfallrisiko verbunden ist. Der Verstärker des ECRESO FM 10kW bietet ein neues, planares Design. Das bedeutet, dass diese entscheidenden Komponenten nicht mehr vorhanden sind. Auf diese Art werden Produktion, Wartung, Leistung und Einheitlichkeit verbessert. which means that these critical components are no longer present. In this way, production, maintenance, performance and consistency are improved.

- **STEUERUNGSEINHEIT**

Die Fähigkeit des Senders, auch unter Ausfallbedingungen weiter zu arbeiten, ist ein Hauptgesichtspunkt. Im Falle eines Totalausfalls der Steuerungseinheit des ECRESO FM 10kW bleibt der Sender mit seinen letzten bekannten Parametern auf Sendung.



Steuereinheit für den ECRESO FM 10kW-Sender

EXTREM ZUVERLÄSSIGE KOMPONENTEN

Wie bei jedem Gerät ist auch ein Sender nur so robust, wie seine schwächste Komponente. Es ist daher lebenswichtig, alle Teile gründlich zu erforschen und ihrer Haltbarkeit und Widerstandsfähigkeit entsprechend auszuwählen.

Zum ECRESO FM 10kW

- Der HF-Koppler und der HF-Filter sind groß, robust und komplett passiv. Sie enthalten keinerlei Schaltungen oder Komponenten, daher ist es fast unmöglich, diese Stufen zu zerstören, auch unter extremsten Bedingungen.
- Wwo denn aktive Komponenten erforderlich sind, wurde nur solche ausgewählt, die die strengsten Kriterien erfüllen, was Lebensdauer und Spezifikation angeht. Für die ECRESO FM 10kW-Sender wurden mehrere Verfahren verwendet, um geeignete Komponenten zu analysieren und zu erkennen. Dazu gehören das FMEA-Verfahren (Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse), PSA (Teil-Belastungsanalyse) und HALT (stark beschleunigte Grenzlastprüfung). Diese Tests ermöglichen es uns, die äußersten Betriebsgrenzen von jeder Komponente zu testen, etwaige Empfindlichkeiten unter bestimmten Bedingungen zu erkennen und erkannte Probleme zu lösen oder zu verbessern.

Wie kann intelligentes Design das Leistungsniveau eines 1+1 -Systems bieten?

ZUSÄTZLICHE REDUNDANZ UND ÜBERDIMENSIONIERTE MODULE

Im ECRESO FM 10kW-Sender sind alle entscheidenden Module redundant und überdimensioniert.

- **NETZTEILE**

Der ECRESO FM 10kW beherbergt sechs bis acht lastausgleichende 3500W-Netzteile, die eine Gesamtleistung von 21 kW bis 28 kW bieten. Denken Sie daran, dass weniger als die 13,5 kW erforderlich sind, um eine Ausgangsleistung von 10kW zu senden. Sie können also sehen, dass es erheblichen Spielraum gibt. Alle Netzteile werden parallel und mit reduzierter Leistung verwendet, um maximale Redundanz und erhöhte Lebensdauer zu erreichen.

- **NETZSCHALTER**

Für zusätzliche Verlässlichkeit werden für die wichtigsten Netzteile innerhalb des ECRESO FM 10kW zwei Netzschalter (anstatt einem) verwendet. Sollte an irgendeinem Netzteil ein Problem oder ein Kurzschluss auftreten, löst nur der entsprechende Schalter aus. Der zweite Netzschalter speist weiterhin bis zu 4 verbleibende Netzteile und alle Verstärker. Der Sender kann in diesem Störungszustand auf unbestimmte Zeit weiterarbeiten und HF-Leistung über den -3dB-Kriterien liefern.

- **LEISTUNGSVERSTÄRKER**

Der ECRESO FM 10kW verwendet 2100W Leistungsverstärker, was bedeutet, dass fünf davon ausreichend wären, um 10 kW Leistung zu bieten. Dadurch, dass sechs 2100 W (12 MOSFETS insgesamt) bereitgestellt werden, gewährleisten wir, dass jeder Verstärker genug Spielraum hat und mit reduzierter Leistung arbeitet. Auf diese Art wird die Wärmebildung der Komponenten reduziert und die Redundanz und Lebensdauer des Senders wird erhöht.

- **KOPPLUNG VON LASTEN**

Ein todsicherer Test für die Redundanz eines FM-Senders ist es, zu untersuchen, wie er mit Leistungsungleichgewichten umgeht, insbesondere starke Ungleichgewichte am Eingang des Kopplers. Die Lastkopplungsmodule und die damit verbundene Kühlung des ECRESO FM 10kW wurden so konzipiert, dass diese Ungleichgewichte nicht nur professionell verwaltet werden, sondern dass dies auch über einen unbegrenzten Zeitraum hinweg geschieht und mit der maximalen verfügbaren Ausgangsleistung. Damit hebt er sich von einigen anderen Sendern ab, die ihre Fähigkeit, Situationen mit Ungleichgewicht zu verwalten, zeitlich begrenzen.

- **KÜHLUNG**

Um den ECRESO FM 10kW zu kühlen, ist lediglich ein Eingangslüfter und ein Ausgangslüfter erforderlich, die von einem Netzteil versorgt werden. Das System, das mit seinem intelligenten Design „so solide wie ein 1+1“-System ist, beinhaltet stattdessen jedoch vier Lüfter und zwei Netzteile für totale Redundanz. Die Lüfter arbeiten mit halber Geschwindigkeit, auch wieder um die Lebensdauer dieser Komponenten zu erhöhen. Sie werden von den beiden Netzteilen quer gespeist, um sicherzustellen, dass das Kühlsystem von der vollen 1+1-Redundanz profitiert.



ECRESO Digital Exciter

- **DIGITALE Modulationsstufe**

Die digitale Modulationsstufe, das Herzstück des ECRESO FM 10kW, basiert auf dem Design des angesehenen ECRESO FM 100W. Zwei komplette und unabhängige 100 W-Geräte arbeiten im Dual-Drive-Modus, um auf dieser Stufe volle Redundanz des Senders zu bieten..

Wie kann intelligentes Design das Leistungsniveau eines 1+1 -Systems bieten?

Da also die entscheidenden Schwachstellen entfernt wurden und die Komponenten nach äußerster Zuverlässigkeit und einem Übermaß an Redundanz und Leistung ausgewählt wurden, ist das Design des ECRESO FM 10kW darauf eingestellt, konkurrenzlose Redundanz zu liefern.

Es sind jedoch nicht die theoretischen Ergebnisse, sondern die tatsächliche Leistung des Systems, die wirklich zählt. Lassen Sie uns also sehen, ob der ECRESO FM 10kW in der Praxis wirklich eine Leistung liefert, die „so solide wie 1+1“-Systeme ist.

Von der Theorie zur Praxis

GDa es unser Ziel war, einen FM-Sender zu entwerfen, der „so solide wie 1+1“-Systeme ist, ist es nur natürlich, dass wir die Ergebnisse des ECRESO FM 10kW mit denen eines traditionellen 1+1 Systems vergleichen.

Wir führten also Ausfalltests durch, die unser neues Redundanz-Konzept mit einem traditionellen 1+1-System vergleichen und die folgende Tabelle zeigt die üblicherweise gelieferte Ausgangsleistung von jedem System unter verschiedenen Störungsbedingungen.

Redundanzvergleich

Ausfall	Traditional 1+1	ECRESO FM 10kW
1 Netzteil	10kW (geschaltet)	10kW
1 Mosfet	8kW	10kW
1 Verstärker	10kW (geschaltet)	8kW
Modulation	10kW (geschaltet)	10kW
Steuerungseinheit	10kW (geschaltet)	10kW
HF-Ausgangsschalter	0kW	10 kW (nicht nötig)
Andere	unbekannt	unbekannt

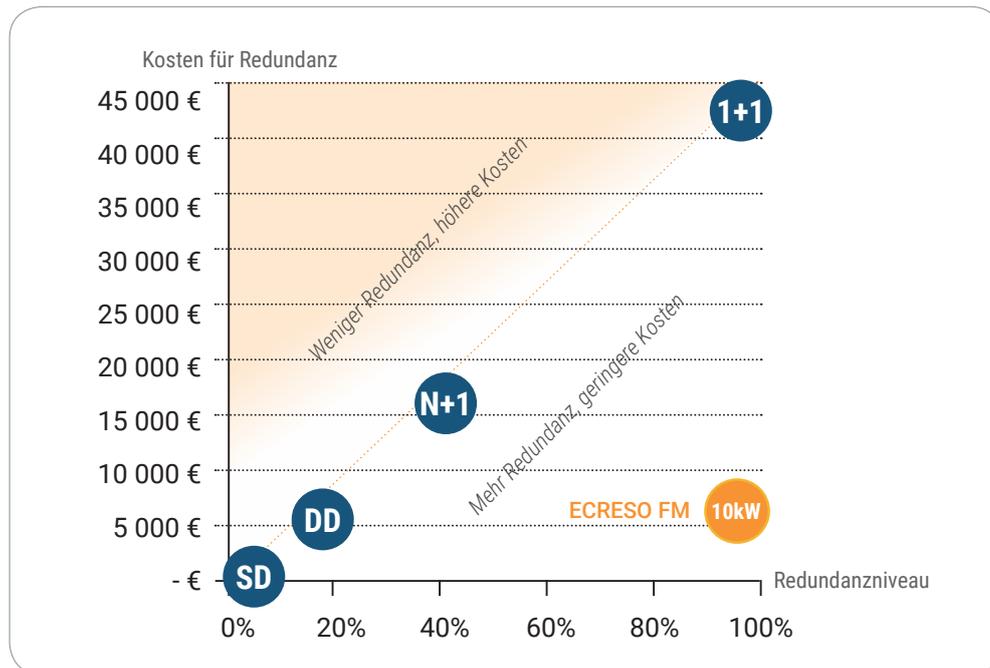
Das in diesem Test verwendete traditionelle 1+1-System stammt von einem bekannten Hersteller und verwendet 2x5kW Verstärker und 2 Hauptnetzteile. Die 1+1-Umschaltung erfolgt nach -3dB-Kriterien. Nennausgangsleistung: 10kW.

Den selben Vergleich mit einem traditionellen N+1-System durchzuführen, liefert Ergebnisse, die ziemlich genau das Gleiche bieten, wie oben im Fall eines Einzelsender-Ausfalls, aber erheblich schlechter als ein 1+1-System sind, wenn Ausfälle an mehreren Sendern auftreten. Außerdem müssen die Redundanzvorteile eines Systems immer zusammen mit den Anschaffungskosten für diese Redundanz bewertet werden.

Wie kann intelligentes Design das Leistungsniveau eines 1+1 -Systems bieten?

Untersuchen wir als Beispiel einen Rundfunksender mit 3 Programmen. In der Grafik unten haben wir das übliche Redundanzniveau (0 für gar keine Redundanz und 100 für perfekte Redundanz) dargestellt mit den durchschnittlichen Anschaffungskosten für dieses Redundanzniveau zusammen mit etwaigen erforderlichen Reservesendern und Schaltsystemen. Die Grafik zeigt deutlich, dass das Kosten/Nutzen-Verhältnis den ECRESO FM 10kW zum wirtschaftlichsten und professionellsten Angebot auf dem Markt macht.

Die Grafik zeigt deutlich, dass das Kosten/Nutzen-Verhältnis den ECRESO FM 10kW zum wirtschaftlichsten und professionellsten Vorschlag auf dem Markt macht.



Based on average estimates

Vorteile

Bisher haben wir festgestellt, dass unser neuer Ansatz zur Redundanz eine Leistung bietet, die mit einem vollen 1+1 System vergleichbar ist, zu deutlich geringeren Kosten, aber lassen Sie uns noch einen genaueren Blick auf die weiteren Vorteile werfen.

Kosteneinsparungen

Wenn wir uns zunächst den ursprünglichen Kaufpreis ansehen, können wir erkennen, dass die ECRESO FM 10kW-Lösung durchschnittlich 65 % weniger kostet als eine herkömmliche 1+1-Lösung und 30 % günstiger ist als ein traditionelles 3+1-System. Wenn man von einem 10kW-System als Einzelsystem in einem einzelnen Rack ausgeht, kann auch bei Verpackung und Transportkosten bis zu 50 % gespart werden. Sie sollten auch beachten, dass für die Wartung weniger Ersatzteile benötigt werden.

Wie kann intelligentes Design das Leistungsniveau eines 1+1 -Systems bieten?

Insgesamt sind im Vergleich zu einem vollen 1+1 System erhebliche Einsparungen bei den ursprünglichen Anschaffungskosten möglich. Der Anschaffungspreis ist jedoch nicht die einzige Erwägung. Es gibt auch andere Bereiche, in denen Einsparungen und Effizienzsteigerungen möglich sind:

Platzersparnis

Zu traditionellen 1+1 Lösungen gehören zwei komplette Sender, ein Umschaltsystem und möglicherweise eine Dummy-Last. Der ECRESO FM 10kW belegt einen einzelnen 29U-Schrank mit einer Grundfläche von 600x1000mm, was bedeutet, dass man bis zu 50% an Platzersparnis erreichen kann.

Leichtere Installation und Wartung

Traditionelle 1+1 und N+1-Lösungen bestehen aus vielen unterschiedlichen Hardware- und Software- Elementen. Mit ihren zusätzlichen starren Leitungen, HF-Schaltern, Dummy-Lasten, Verkabelung und Steuerung, können Sie unglaublich schwierig zu installieren, zu konfigurieren und zu warten sein.

Beim ECRESO FM 10kW ist nur ein Sender zu verwalten, daher ist die Konfiguration einfacher, vor allem mit unserer intuitiven grafischen Benutzeroberfläche im Internet. Es ist nicht erforderlich, 1+1 oder N+1 Schaltregeln zu konfigurieren und Überwachung und Wartung sind mit nur einem Sender und weniger Peripheriegeräten auch viel einfacher.

Mehr Effizienz

Dadurch, dass bei diesem Ansatz die Notwendigkeit von HF-Leitungen und Reserve-Sendern durch das intelligente Design wegfällt, werden HF-Verluste und Stromverbrauch reduziert. Wir können erkennen, dass sich in Folge dessen die Gesamteffizienz des ECRESO FM 10kW erhöht, was seinerseits eine direkte (und positive!) Wirkung auf die Gesamtbetriebskosten hat.

Höhere Redundanz

CVerglichen mit traditionellen N+1-Systemen, wo 3 oder 4 Programme gleichzeitig vom selben Standort ausgestrahlt werden, können Sie mit dem ECRESO FM 10kW ein viel größeres Maß an Redundanz erreichen.

Es ist durchaus möglich, dass an mehreren Sendern gleichzeitig Störungen auftreten und eine N+1-Lösung kann nicht für mehrere Sender gleichzeitig Backup leisten. Mit dem ECRESO FM 10kW hat jeder Sender und damit jede Rundfunkstation ihre eigene, dedizierte Redundanz für den ultimativen Seelenfrieden des Betreibers..

Summary

In diesem Bericht haben wir dargelegt, wie das intelligente Design des ECRESO FM 10kW die Redundanz und Leistung eines vollen 1+1-Systems zu stark reduzierten Anschaffungskosten und mit geringeren Gesamtbetriebskosten bieten kann. Wir haben so viel Vertrauen in die Leistung und das innovative Design des ECRESO FM 10kW, dass wir eine Garantie von bis zu 10 Jahren auf das System bieten; eine Garantie die auf dem heutigen Markt für Sender einzigartig ist.



Wenden Sie sich an uns, wenn Sie Fragen haben, z.B. zu unserem neuen Hochleistungsbereich und zu Redundanzlösungen.



Gregory MERCIER
Produktmanager und Manager für
Anwendungstechnik und Engineering



WorldCast Systems

20, av Neil Armstrong
33700 Mérignac
Bordeaux-Métropole
France

☎ +33 557 928 928

✉ contact@worldcastsystems.com

Niederlassung in Großbritannien

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

☎ +44 28 90 677 200

✉ info@APTcodecs.com

WorldCast Systems Inc

19595 NE 10th Avenue Suite A
Miami, FL 33179
USA

☎ +1 305 249 3110

✉ ussales@worldcastsystems.com



www.worldcastsystems.com