

NOTE TECHNIQUE

Comment la conception de l'émetteur peut permettre un niveau de performance équivalent à un système 1+1

Étude de la redondance disponible sur
l'émetteur ECRESO FM 10kW



Comment la conception de l'émetteur peut permettre un niveau de performance équivalent à un système 1+1

Pour le développement du dernier né de la gamme émetteurs ECRESO FM, WorldCast Systems a choisi une nouvelle approche de la conception de l'émetteur forte puissance. La redondance est un élément clé et le système a été conçu pour permettre une sécurité maximale à chaque niveau.

*Cet article cherche à détailler les techniques et la méthodologie utilisées lors de la conception, et à exposer la manière dont elles ont été intégrées à l'émetteur ECRESO FM 10kW. **

Méthodes de redondance standards

Garantir que votre station reste à l'antenne est une priorité pour la majorité des diffuseurs. Trois approches traditionnelles de « secours » sont à disposition des diffuseurs, chacune avec des niveaux de redondance et des niveaux d'investissement différents.

Double Drive

La solution double drive est l'option la moins onéreuse, cependant, elle permet la redondance uniquement au niveau du pilote de l'émetteur. Pour un émetteur intégrant suffisamment de redondance intrinsèque au niveau de l'amplification, cette solution peut s'avérer suffisante.

N+1

La solution N+1 est une solution intermédiaire qui offre un équilibre entre coût et avantage, elle est parfaitement adéquate si une seule station est en défaut. En revanche, si deux émetteurs tombent en panne en même temps, il n'y a aucune protection pour l'un des deux, et en termes de câblage RF, de communication et de gestion, cette solution peut être extrêmement complexe à installer, exploiter et maintenir.

1+1

La configuration 1+1 qui utilise deux émetteurs complets pour une seule station, l'un en principal, l'autre en secours, offre le niveau de redondance le plus élevé. Cette solution est cependant également la plus onéreuse puisque le diffuseur doit acquérir deux systèmes complets incluant émetteurs, relais RF, unité de contrôle, connexions RF et plus encore. Pour un système de forte puissance, le coût peut vite devenir réhibitoire.

Les solutions présentées ici peuvent satisfaire les exigences du diffuseur ou être adaptées à son budget, mais il est peu probable qu'elles remplissent les deux critères. Dans le scénario parfait, on pourrait atteindre les niveaux de redondance d'un système 1+1 tout en minimisant l'investissement nécessaire.

C'est exactement ce que nous avons cherché à accomplir avec notre approche de la conception de l'ECRESO FM 10kW.

* Dans cet article, toutes les mentions de l'émetteur ECRESO FM 10kW font référence au système redondant équipé de toutes les options et fonctions possibles.

Comment la conception de l'émetteur peut permettre un niveau de performance équivalent à un système 1+1

Une nouvelle approche de la redondance

Notre approche innovante permet une redondance équivalente au 1+1. C'est le résultat de 60 ans d'expérience d'ECRESO dans le domaine de la conception RF et elle est inspirée par des concepts similaires issus d'applications industrielles critiques.

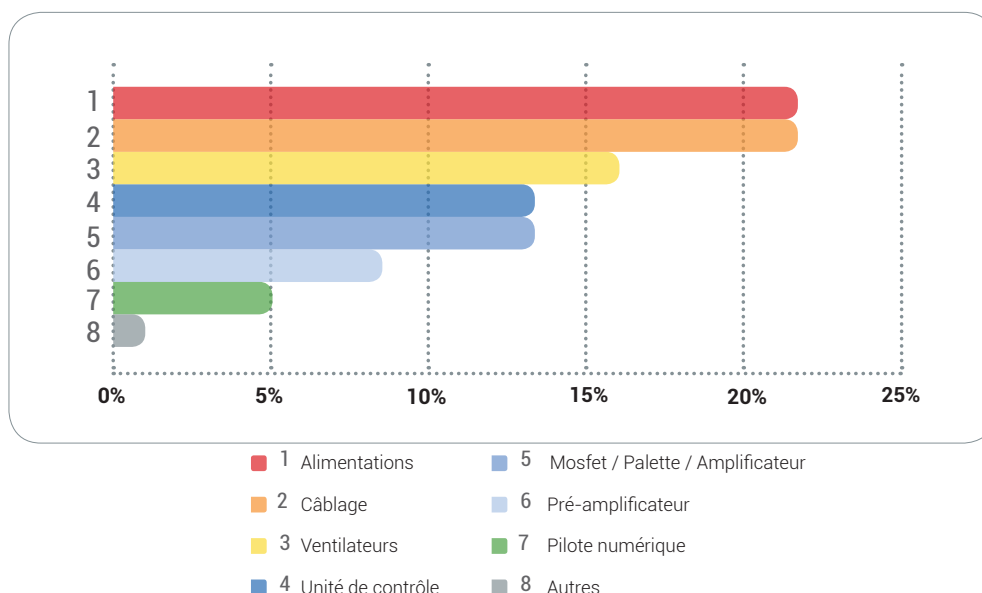
Plutôt que de faire appel à deux émetteurs complets et indépendants entre lesquels s'opère une commutation en cas de défaut (typiquement une alarme -3 dB), l'idée de base de cette approche repose sur la notion que la redondance peut et doit être intrinsèque à la conception même de l'émetteur. Ainsi, chaque composant critique est indépendamment redondant et le coût global en est considérablement réduit.

Conception intelligente – analyse et recherche des défauts

Comme pour tous les développements, la phase de recherche et développement fournit des informations critiques qui alimentent le processus de conception. La conception intelligente implique que chaque élément de l'émetteur soit analysé afin d'évaluer la probabilité de défauts et de calculer l'impact associé sur la puissance RF en sortie.

Le taux de défauts et les causes de ces défauts varient fortement en fonction du fabricant, de la conception et de l'environnement. Cependant, d'après des statistiques largement acceptées et l'expérience de nombreux diffuseurs, nous avons réalisé le graphique ci-dessous qui montre les principales causes de défaut d'émetteurs FM à travers le monde.

Distribution des défauts
Tous les défauts = 100%



Ces statistiques moyennes ne prennent pas en compte les causes externes telles que les coupures électriques ou les problèmes d'antenne (ROS), où l'émetteur se met en mode protection et n'émet plus malgré toutes les redondances disponibles.

Comment la conception de l'émetteur peut permettre un niveau de performance équivalent à un système 1+1

Méthodes de la conception intelligente

Savoir où ces défauts sont plus à même de survenir, les raisons de ces défauts, et l'impact de ces défauts sur le système dans son ensemble, nous permet de réduire la probabilité de panne et de réduire, voire d'éliminer ses effets. En combinant ces méthodes, nous augmenteront la fiabilité, la redondance et la résilience de l'émetteur, spécifiquement sur les éléments impactant directement la diffusion sur antenne.

Voici la liste non-exhaustive des actions principales qui peuvent être prises, et comment toutes ces méthodes sont implémentées dans l'ECRESO FM 10kW pour garantir qu'il est équivalent à un système 1+1.

SUPPRESSION DES POINTS DE DÉFAILLANCE INDIVIDUELS

- **PRÉAMPLIFICATEUR INTERMÉDIAIRE (IPA)**

Certains émetteurs FM nécessitent un préamplificateur intermédiaire après l'étape du pilote afin de d'augmenter la puissance fournie aux amplificateurs principaux. Étant donné son rôle central dans l'émetteur, le préamplificateur représente un point de défaillance et si un défaut survient, il affecterait le système complet. L'ECRESO FM 10kW ne possède pas de préamplificateur intermédiaire, ses amplificateurs de puissance sont directement alimentés par le modulateur ; le matériel est supprimé ainsi que le risque de défaut.

- **CÂBLES**

Avec la conception originale de l'émetteur ECRESO FM 10kW, les câbles de connexion vers les alimentations, les amplificateurs, le coupleur, les ventilateurs, les charges et autres éléments sont remplacés par des connecteurs hot-plug directs et robustes. Nous réduisons ainsi largement la probabilité de mauvaises manipulations et d'erreurs, dues par exemple à des serrages insuffisants. Le taux de défauts est globalement réduit et le rendement augmenté.

- **CIRCUITERIE**

Plusieurs éléments du module amplificateur tels que les câbles ou les condensateurs peuvent présenter des risques de défaut. L'amplificateur de l'ECRESO FM 10kW utilise une nouvelle conception planar qui exclut ces composants critiques. La production, la maintenance, la performance et la réparabilité sont ainsi améliorées.

- **UNITÉ DE CONTRÔLE**

L'émetteur doit impérativement pouvoir continuer à fonctionner même en cas de défaut sur l'unité de contrôle. Dans une telle situation, l'émetteur continue à diffuser avec les derniers paramètres connus.



Unité de contrôle de l'émetteur ECRESO FM 10kW

FIABILITÉ EXTRÊME DES COMPOSANTS

Comme n'importe quel équipement, un émetteur n'est pas plus robuste que son composant le plus faible. Il est donc essentiel que tous les éléments soient sélectionnés pour leur durabilité et leur résilience.

Sur l'ECRESO FM 10kW

Le coupleur RF et le filtre RF sont larges, solides, et entièrement passifs. Ils n'intègrent aucune circuiterie, ni composant, il est donc quasiment impossible de détériorer ces étages, même dans les conditions les plus extrêmes.

Lorsque des composants actifs sont requis, notre choix s'est porté sur les composants répondants aux spécifications les plus exigeantes et dont la durée de vie est la plus longue. Pour l'émetteur ECRESO FM 10kW, plusieurs méthodes ont été suivies pour analyser et identifier les composants adéquats, dont la méthode AMDE (Analyse des Modes de Défaillance et de leurs Effets), PSA (Part Stress Analysis) et HALT (Highly Accelerated Life Test). Ces tests nous ont permis de tester les limites de fonctionnement de chaque composant, d'identifier la sensibilité à certaines conditions, et d'éliminer ou d'améliorer les problématiques soulevées.

Comment la conception de l'émetteur peut permettre un niveau de performance équivalent à un système 1+1

AJOUT DE REDONDANCE ET MODULES SURDIMENSIONNÉS

Sur l'ECRESO FM 10kW, tous les modules critiques sont redondants et surdimensionnés.

- **ALIMENTATIONS**

L'ECRESO FM 10kW inclut de six à huit alimentations de 3500 W à charge partagée, fournissant une capacité totale allant de 21 à 28 kW. En prenant en compte le fait qu'il faut moins de 13,5 kW pour une puissance en sortie de 10 kW, il est facile de voir que la marge est large. Toutes les alimentations sont installées en parallèle à puissance réduite afin de garantir une redondance et une durée de vie maximales.

- **DISJONCTEURS**

Pour plus de fiabilité, deux disjoncteurs (plutôt qu'un) sont utilisés pour les alimentations principales à l'intérieur de l'ECRESO FM 10kW. Si un problème survient sur l'une des alimentations, seul le disjoncteur correspondant se déclenche. Le deuxième disjoncteur continue à alimenter ses 3 ou 4 alimentations et tous les amplificateurs. L'émetteur peut continuer à fonctionner dans cet état indéfiniment et à fournir une puissance RF au-dessus du critère de -3 dB.

- **AMPLIFICATEURS DE PUISSANCES**

L'ECRESO FM 10kW utilise des amplificateurs de puissance de 2100 W : cinq amplificateurs auraient donc été suffisants pour atteindre une puissance de 10 kW. Avec six x 2100 W (12 MOSFETS au total), nous garantissons une marge sur chaque amplificateur et un fonctionnement à puissance réduite. De cette manière, les composants chauffent moins et la redondance et durée de vie augmentent.

- **CHARGES DU COUPLEUR**

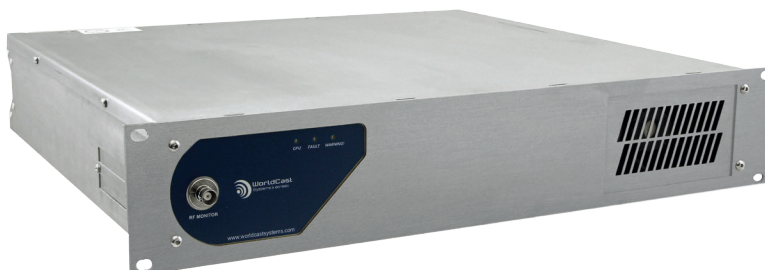
La capacité à gérer un déséquilibre des charges, surtout s'il est grand, démontre de manière incontestable la redondance d'un émetteur FM. Les modules charges du coupleur et la ventilation associée de l'ECRESO FM 10kW ont été conçus non seulement pour gérer ces déséquilibres professionnellement, mais pour les gérer sans limite dans le temps et avec un maximum de puissance en sortie. Cette conception diffère de nombreux autres émetteurs qui ne peuvent gérer des situations de déséquilibre que pour des durées limitées.

- **REFROIDISSEMENT**

Pour le refroidissement de l'ECRESO FM 10kW, nous avons uniquement besoin d'un ventilateur pour l'entrée d'air et un pour la sortie, alimentés par une seule alimentation. Cependant, dès sa conception, l'ECRESO FM 10kW, pensé pour être équivalent à un système 1+1, inclut quatre ventilateurs et deux alimentations pour une redondance complète. Les ventilateurs fonctionnent à vitesse réduite, toujours pour augmenter la durée de vie de ces composants. La double-alimentation croisée garantit que le système de refroidissement est parfaitement redondant.

- **PILOTE NUMÉRIQUE**

Le pilote numérique qui est au cœur de l'ECRESO FM 10kW est basé sur l'ECRESO FM 100W dont la réputation n'est plus à faire. Deux pilotes 100W complets et indépendants fonctionnent en mode double drive pour permettre une redondance complète à cet étage de l'émetteur.



Pilote numérique ECRESO

Comment la conception de l'émetteur peut permettre un niveau de performance équivalent à un système 1+1

Une fois les points de défaillance principaux supprimés, les composants sélectionnés pour leur très grande fiabilité et avec un surplus de redondance et de puissance, l'ECRESO FM 10kW peut offrir une redondance hors pair.

Cependant, la performance réelle compte plus que les résultats théoriques. Regardons maintenant si la performance de l'ECRESO FM 10kW est effectivement équivalente à celle d'un système 1+1.

De la théorie à la pratique

Étant donné que notre but était de concevoir un émetteur FM équivalent à un système 1+1, il est normal de comparer les résultats de l'ECRESO FM 10kW à ceux d'un système 1+1 traditionnel.

Nous avons effectué des tests comparant notre nouveau concept de redondance avec un système 1+1 traditionnel et la table ci-après montre la puissance de sortie typique produite par chaque système dans différentes conditions.

Comparaison de la redondance

Défaut	1+1 traditionnel	ECRESO FM 10kW
1 alimentation	10 kW (Commuté)	10 kW
1 Mosfet	8 kW	10 kW
1 amplificateur	10 kW (Commuté)	8 kW
Pilote	10 kW (Commuté)	10 kW
Unité de contrôle	10 kW (Commuté)	10 kW
Relais sortie RF	0 kW	10 kW (non présent)
Autre	inconnu	inconnu

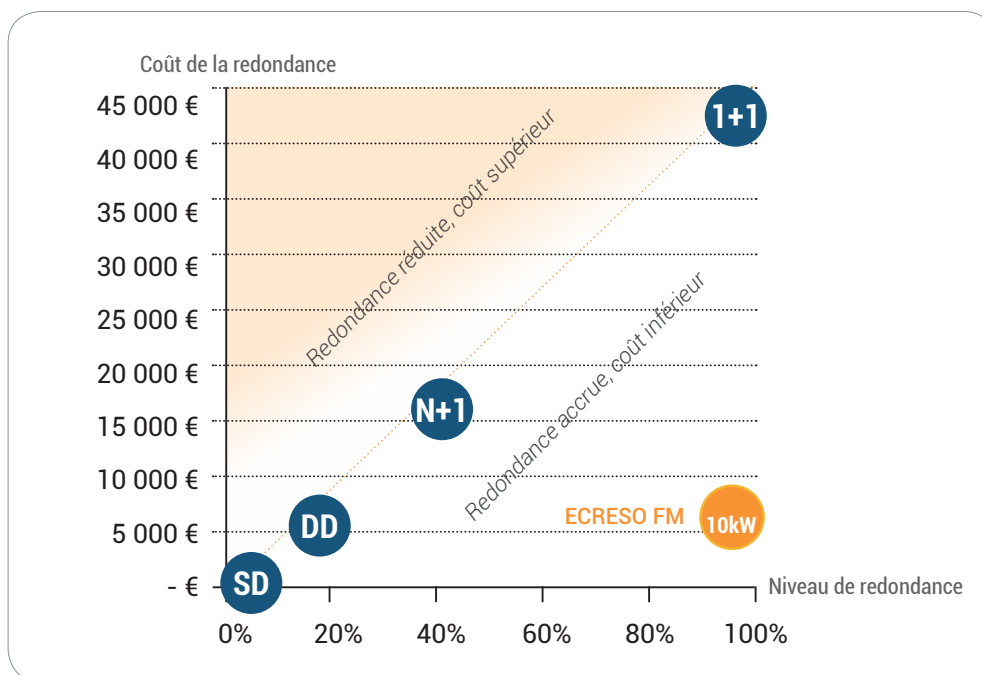
Le système traditionnel 1+1 utilisé dans ce test est celui d'un fabricant renommé utilisant 2 amplificateurs de 5 kW et 2 alimentations principales. La commutation 1+1 survient sur critère -3 dB. Puissance de sortie nominale : 10 kW.

En faisant la même comparaison avec un système N+1 traditionnel, on obtient des résultats similaires dans le cas d'interruptions sur un seul émetteur, mais considérablement pire lorsque les interruptions surviennent sur plusieurs émetteurs. De plus, les avantages apportés au système par la redondance doivent toujours être évalués par rapport aux coûts de l'acquisition de cette redondance.

Comment la conception de l'émetteur peut permettre un niveau de performance équivalent à un système 1+1

Prenons l'exemple d'une station qui diffuse 3 programmes. Dans le graphique ci-dessous, nous avons représenté le niveau de redondance typique (0 si aucune redondance, 100 pour une redondance parfaite) par rapport au coût d'achat moyen pour ce niveau de redondance, incluant tout émetteur de réserve et système de commutation requis.

Le graphique montre clairement que le ratio coût/avantage de l'ECRESO FM 10kW en fait la proposition professionnelle la plus économique du marché.



Basé sur des estimations moyennes

Avantages

Jusqu'à maintenant, nous avons démontré que notre approche de la redondance permet une performance équivalente à celle d'un système 1+1 pour un coût bien inférieur, mais regardons maintenant en détails les avantages supplémentaires.

Économies

En regardant le prix d'achat initial, nous voyons que la solution ECRESO FM 10kW est en moyenne 65% moins chère qu'une solution 1+1 traditionnelle et 30% moins chère qu'un système 3+1 traditionnel. Étant donné que notre émetteur 10 kW est un système simple dans une baie unique, des économies peuvent également être réalisées sur le conditionnement et les frais de transport avec des réductions pouvant aller jusqu'à 50%. Il est également intéressant de noter que le nombre de pièces de rechange nécessaires pour la maintenance sera moindre.

Comment la conception de l'émetteur peut permettre un niveau de performance équivalent à un système 1+1

La comparaison avec un système 1+1 complet montre que globalement, des économies significatives peuvent être faites sur le prix d'achat initial. Cependant, le prix d'achat n'est pas notre seule considération. Des économies et plus d'efficacité peuvent également être obtenues sur d'autres aspects :

Espace réduit

La solution 1+1 traditionnelle inclut deux émetteurs complets, un système de commutation et parfois une charge fictive. L'ECRESO FM 10kW occupe uniquement une baie de 29U dont l'encombrement au sol est de 600 x 1000 mm, ce qui veut dire qu'une économie d'espace de 50% peut être réalisée.

Installation et maintenance facilitées

Les solutions 1+1 traditionnelles intègrent de nombreuses composantes matérielles et logicielles. Avec leurs câbles rigides supplémentaires, leurs relais RF, leurs charges fictives, leur unité de contrôle et ses câbles, elles peuvent être extrêmement difficiles à installer, configurer et maintenir.

Avec l'ECRESO FM 10kW, il n'y a qu'un émetteur à gérer, la configuration est donc plus facile, et d'autant plus intuitive qu'elle se fait par l'intermédiaire d'une interface web graphique. Nul besoin de configurer des règles de commutation 1+1 ou N+1, de plus avec un seul émetteur et moins de périphériques, la surveillance et la maintenance sont également facilitées.

Meilleur rendement

Puisque avec cette approche conceptuelle, les émetteurs de réserve et les lignes RF sont supprimés, les pertes RF et la consommation électrique diminuent. Il en résulte que le rendement global de l'ECRESO FM 10kW augmente ce qui a un impact direct (et positif) sur son coût d'exploitation.

Meilleure redondance

Comparé à un système N+1 traditionnel qui diffuse 3 ou 4 programmes en même temps, les niveaux de redondance de l'ECRESO FM 10kW sont bien plus élevés.

Il est tout à fait possible que plusieurs émetteurs présentent des défauts simultanément, et une solution N+1 ne pourra pas secourir plusieurs émetteurs en même temps. Avec l'ECRESO FM 10kW, chaque émetteur - et donc chaque station - possède sa redondance propre et dédiée pour garantir votre tranquillité.

Conclusion

Dans cet article, nous avons mis en avant la manière dont la conception originale de l'ECRESO FM 10kW donne à l'émetteur la redondance et la performance d'un système 1+1 pour un investissement initial moindre et un coût du cycle de vie réduit.

C'est en toute confiance dans la performance et la conception de l'ECRESO FM 10kW que nous nous permettons d'offrir une garantie pouvant aller jusqu'à 10 ans sur ce système, une garantie que nous sommes les seuls à proposer sur le marché FM.



Contactez-nous pour plus d'informations sur notre nouvelle gamme de fortes puissances et nos solutions de redondance.



Gregory MERCIER
Chef de Produit & Manager
Ingénieurs d'Application



WorldCast Systems

20, av Neil Armstrong
33700 Mérignac
Bordeaux-Métropole
France

☎ +33 557 928 928

✉ contact@worldcastsystems.com

UK Office

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