ORGANISATION DES ACCUEILS LUMIÈRE HELLFEST P46

483 L'OFFICIEL DU SON & DE LA LUMIERE

WWW.SONOMAG.FR

SONO MAG

réalisa son&lumière

SONOMAG OCTOBRE 2022 483

SONOMAG OCTOBRE 2022

SYSTÈME PANTHER AU MONTREUX JAZZ FESTIVAL

P36

TESTS

ALCONS QRP-20 P108
Enceinte colonne

BLAZE POWERZONE CONNECT 504
Amplificateur P88

ETC EOS APEX 10
Console Lumière P100

FOCAL SOLO6 + SUB12
Système 3.1
P72

ACCUEIL LUMIÈRE AU HELLFEST 2022 | FOCAL SOLO6 | ETC EOS APEX 10

L 15394 - 483 - F: 6,00 € - RD

BEL/LUX : 6,50€ – DOM/S : 6,90€ – CH : 10,80 FS – CAN : 9,99 $CAD – PORT.CONT : 6,90€ – MAR : 70 MAD – TUN : 8,90 TND

Couv Sono 483 v3indd.indd 1 29/09/2022 11:12

PATRICK TUCHAIS

Blaze Audio PowerZone Connect 504

Compact et flexible, le petit ampli à tout faire

© DR

C'est sous le nom de Blaze Audio que la société Pascal A/S commercialise ses propres produits. Sous ce prénom à la consonance bien de chez nous se cache une jeune entreprise basée au Danemark et bien connue dans la fourniture de modules d'amplification en OEM ou ODM (Original Design Manufacturer ou fabricant de conception originale en français), c'est-à-dire destinés à être intégrés dans des produits finis d'autres marques.

NOTRE AVIS

LES PLUS

- La qualité de fabrication
- La simplicité de configuration
- Sa taille compacte
- Le mode ligne 70 V/100 V
- Le Wi-Fi intégré
- Les nombreux presets d'enceintes

NOUS REGRETTONS

- Rien de particulier

POUR QUI ? POUR QUOI ?

- Les installations fixes, la sonorisation multizone des bars, restaurants, zones commerciales…

Pascal a donc décidé d'intégrer ses modules sous le nom de Blaze, et nous propose une gamme étendue d'amplificateurs destinés à l'intégration système (quelquefois dénommés amplificateurs d'installation). Les petits modèles 1U sont proposés en version basique non connectée avec réglages « classiques » par potentiomètres ou bien en version connectés Ethernet et Wi-Fi, et les modèles 2U pouvant atteindre les 4 x 750 W pour le PowerZone Connect 3004. Bref, il y en a pour toutes les applications et pour tous les budgets. Tous les amplis peuvent être utilisés en mode ligne 100 V ou 70 V, qui permet des liaisons à longue distance avec les haut-parleurs (équipés de transformateurs d'adaptation).

LE MATÉRIEL

Le modèle mis à notre disposition par MID est le Powerzone Connect 504, le plus puissant des petits compacts Blaze

© DR

La face avant, sobre et de bon goût. On y retrouve en un coup d'œil les informations essentielles, connexions réseau/Wi-Fi inclues.

Audio. Il se présente comme un solide coffret métallique de 1U en demi-rack, ce qui permettra éventuellement d'en installer deux côte à côte dans une baie. Un certain nombre d'accessoires de montage sont fournis en option par Blaze Audio. On notera en particulier les deux « oreilles » qui permettent les fixer sur une surface plane de type plafond ou paroi. La face avant de l'appareil est on ne peut plus simple : cinq LEDs nous donnent immédiatement le statut de l'ampli, y compris l'état du réseau Ethernet et du Wi-Fi. À l'arrière, on retrouve l'ensemble de la connectique. Ampli d'installation oblige, l'essentiel des connexions pourra se faire grâce à des connecteurs Euroblock aisément montables et démontables. On remarque un connecteur GPIO qui permettra de télécommander certaines fonctions paramétrables. Les entrées/sorties audio analogiques et numériques sont cependant toujours accessibles grâce à des classiques Cinch. La petite excroissance noire qui occupe un orifice de la grille de refroidissement n'est autre que la minuscule antenne Wi-Fi.

LE MOT DU CHEF PRODUIT
Flavien Lebrun

Les amplificateurs de la série PowerZone Connect, dont fait partie le Powerzone Connect 504, sont des amplificateurs à matrice DSP conçus pour faciliter la vie des intégrateurs de systèmes dans leurs projets de sonorisation multizone. Ces amplificateurs se configurent en quelques minutes, grâce à leur application Web intuitive. À partir de cette interface simple, vous pouvez contrôler le système audio depuis n'importe quel appareil, sur n'importe quelle plateforme, et gérer toutes les entrées, sorties et enceintes multizones.
La gestion du niveau d'entrée, du routing, des traitements audio se fait depuis cette application Web. Elle est accessible depuis le hotspot Wi-Fi de l'ampli ou via le port RJ45 de la machine. L'interface graphique suit la logique du signal audio, je trouve cette approche très pertinente et intuitive. Grâce à sa taille ultra-compacte et à la souplesse de son installation, les PowerZone Connect sont le choix idéal pour de nombreux projets en commercial-audio.

DISTRIBUTEUR :	MUSIQUE INDUSTRIE DÉVELOPPEMENT (MID)
DURÉE DE GARANTIE :	5 ANS
DÉVELOPPEMENT :	DANEMARK
FABRICATION :	CHINE
PRIX CATALOGUE HT :	899 €

CARACTÉRISTIQUES FABRICANT

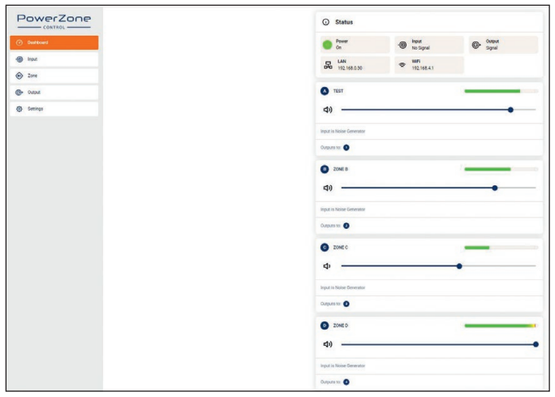
MARQUE :	Blaze
MODÈLE :	PowerZone Connect 504
ENTRÉES :	4 x analogiques symétriques (Euroblock), 4 x analogiques asymétriques (RCA), 1 x numérique S/PDIF (RCA)
SORTIES :	4 x HP (Euroblock), 1 x numérique S/PDIF (RCA)
GPIO :	5 x configurables par menu (Euroblock)
CONNECTEUR RÉSEAU :	Oui
WI-FI :	Oui
USB :	Non
SORTIES D'ALARME :	Non
INDICATEURS :	Status, input, output, network, Wi-Fi
AFFICHEUR :	Sans
PUISSANCE PAR CANAUX :	125 W/8 Ω, 125 W/4 Ω (250 W en mode ligne 70/100 V)
TYPE D'AMPLIFICATION :	Classe D (bridgé en mode ligne 70/100 V)
THD+N :	<0,05 % (20 Hz – 20 kHz, 8 Ω, puiss. nominale -3 dB)
RÉPONSE EN FRÉQUENCE :	20 Hz à 20 kHz, +0/-0,25 dB, 8 Ω, puiss. nominale -3 dB
RAPPORT S/N :	>106 dB(A) (20 Hz – 20 kHz, 8 Ω)
ÉGALISATION EN SORTIE :	Paramétrique 10 bandes, LPF, HPF, BPF, Shelf (6 dB/oct, 12 dB/oct, avec ou sans Q), all pass (1er et 2e ordre), notch
FILTRES CROSSOVER :	Butterworth, Bessel, Linkwitz-Riley (de 6 dB/oct à 48 dB/oct)
ÉGALISATION HAUT-PARLEUR :	Paramétrique 10 bandes, LPF, HPF, BPF, Shelf (6 dB/oct, 12 dB/oct, avec ou sans Q), all pass (1er et 2e ordre), notch
FIR :	Importables sous forme de fichier csv ou txt.
TRAITEMENT DE DYNAMIQUE :	Compresseur, limiteur (clip, peak, rms)
PROTECTION AMPLI :	Court-circuit, sous-alimentation, température, surcharge
PROTECTION HP :	Courant continu
TEMPÉRATURE D'UTILISATION :	0 – 40° C
MASSE :	2,8 kg
DIMENSIONS (MM) :	44 x 220 x 319 (1 U, demi-rack)
ALIMENTATION :	100 V – 240 V/50 Hz-60 Hz
PUISSANCE ÉLECTRIQUE :	150 W

© DR

La face arrière fait la part belle aux connecteurs Euroblock, la solution idéale pour les installations fixes. Le connecteur GPIO offre d'intéressantes possibilités de contrôle à distance.

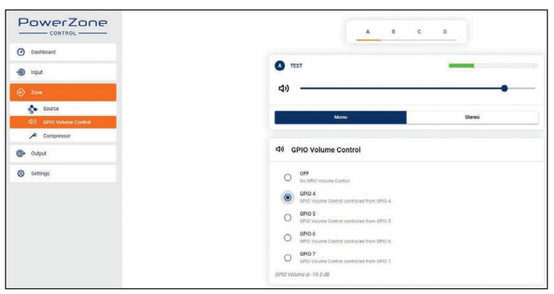
L'EXPLOITATION

L'appareil étant destiné à être installé à demeure, il ne dispose pas d'interrupteur de mise en route. Le démarrage est rapide (environ huit secondes). La première opération à effectuer sera bien entendu la connexion réseau, car c'est le seul moyen de communiquer avec l'ampli. Cela se fait sans problème en suivant la procédure du manuel. L'étape suivante et incontournable est la mise à jour du micrologiciel (firmware), disponible sur le site du fabricant. Il y a même une courte vidéo d'aide à l'installation. L'interface graphique utilisateur (GUI) de l'ampli s'ouvre grâce à n'importe quel navigateur Internet, du classique. La première page à s'afficher sera le tableau de bord ou dashboard qui reprend les informations essentielles de la machine.



© PT

Le tableau de bord affiche les niveaux et autres informations d'état de l'ampli. Il est également possible d'agir directement sur les volumes.



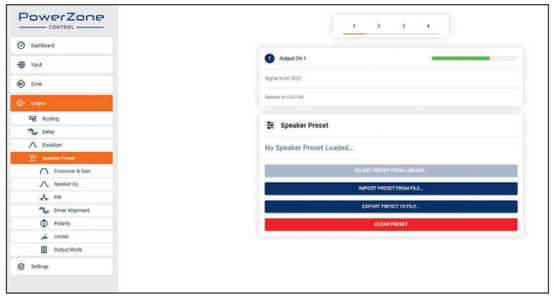
© PT

L'onglet de configuration des quatre zones, que l'on pourra nommer en fonction de la topologie du site. Ici, la section permettant l'affectation d'une entrée GPIO pour contrôle distant du volume.

L'ampli étant destiné à des installations multizones de type restaurant ou magasin, on passera directement à l'onglet « Zone » pour les configurer. Il est possible de définir quatre zones et de leur affecter un contrôle distant de volume par GPIO ainsi qu'un compresseur. L'onglet « Input » assure la configuration des entrées, soit analogiques soit numériques (mono ou stéréo). Il est même possible d'utiliser les entrées analogiques avec un gain élevé (52 dB) pour une source de type micro. Cela peut être intéressant dans certaines configurations. À noter qu'un générateur de bruit est intégré à l'ampli, bien utile pour repérer qui va où.
L'onglet « Output » permet d'affecter les quatre amplificateurs (ou deux en mode ligne 100 V) à la zone correspondante (routing) et également d'appliquer diverses corrections (delai, égaliseur). L'égaliseur est particulièrement complet, il dispose de 10 bandes auxquelles on peut appliquer tout

© PT

La section des filtres de sortie ; chacune des 10 bandes peut être associée à un type de filtre particulier.



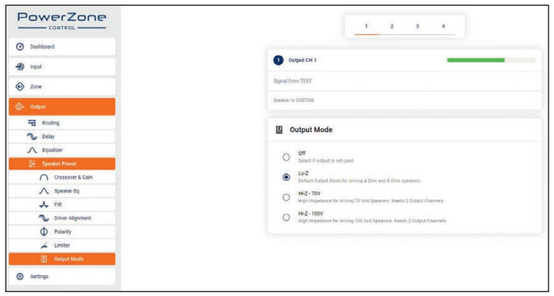
© PT

La page de chargement des fichiers de presets de haut-parleurs, disponibles en téléchargement sur le site Blaze Audio pour un grand nombre de fabricants. Il est aussi possible d'exporter et de créer ses propres fichiers.

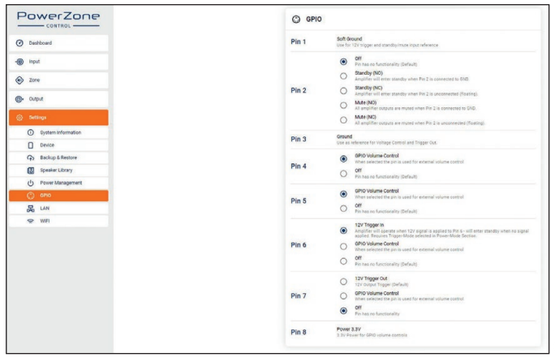
BLAZE POWERZONE CONNECT 504 - S/N :2151023302X00012 - FW 1.2.0

CANAL 1 – ENTREE ANALOGIQUE EUROBLOCK SYMETRIQUE				
IMPEDANCE DE CHARGE (Ω) :	**8**	**4**		
	CH 1 & 2 & 3 & 4 = 8Ω	**CH 1 & 2 = 4 Ω**		
PUISSANCES				
Puissance RMS (W)	**131**	**130**		
Niveau d'entrée	+ 4 dBu	+ 4 dBu		
PUISSANCE EFFICACE CONTINUE (W)	**106**	**82**		
Niveau d'entrée	- 10 dBu	- 10 dBu		
PUISSANCE EFFICACE CONTINUE (W)	**102**	**79**		
Niveau d'entrée (Vpp)	3	2,35		
Niveau Vrms (Ton)	1,06	0,83		
Niveau dBu (Ton)	2,7	0,6		
Niveau Vrms (période burst)	0,38	0,29		
Niveau dBu (période burst)	- 6,3	- 8,4		
Tension crête sortie (Vpeak)	56	42,5		
PUISSANCE CRETE (W)	**392**	**452**		
NIVEAU D'ENTREE MAX				
Niveau d'entrée max (dBu)	**+12,9**	**+12,9**		
DISTORSIONS				
Niveau d'entrée	+4 dBu	+4 dBu		
50Hz (%)	0,015	0,015		
1kHz (%)	0,01	0,01		
10kHz (%)	0,024	0,09		
10kHz (%)	0,007	0,009		
BRUIT				
Sans pondération (dBu)	-70	-72		
Pondération A (dBu)	-75	-76		
Sans pondération (dBu)	-73	-74		
Pondération A (dBu)	-75	-77		
Gain	27	23,4		
Bruit de fond ramené à l'entrée	-100	-97,4		
Bruit de fond pondéré ramené à l'entrée	-102	-100,4		
OVERSHOOT (suroscillation) – TEMPS DE MONTEE				
Overshoot ((Vmax-Vhigh)/Vpp)x100 (%)	8	10		
Temps de montée (µs)	20	20		
GAIN EN SENSIBILITÉ MICRO				
Gain (dB)	**52,4**			
LIGNE 70V/100V				
Tension efficace mode 100V (V)	**91,7**			
Tension efficace mode 70V (V)	**71,8**			
IMPEDANCE D'ENTRÉE				
Z out : 100 ohms - Tension de sortie	19,774			
Z out : 600 ohms - Tension de sortie	19,260			
Z in (ZA-ZB) VA / (VA-VB) ohms	**19235**			
RÉSIDUELLE DE MODULATION PWM				
330mVms/430kHz				
LATENCE				
1,15ms				
ALIMENTATION				
Standby	<10mA	<1W	<1VA	
ON mute	0,13A	16W	38VA	PF 0,51
8 ohms 100W (4 channels)	2,3A	496W	548VA	PF 0,95

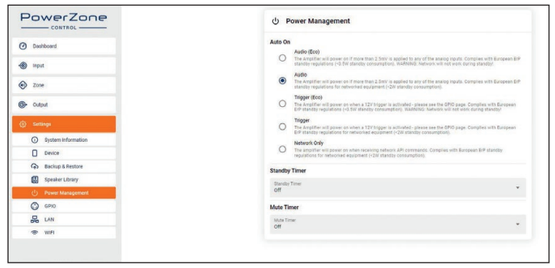
une gamme de filtres, du paramétrique au passe-haut et passe-bas en passant par les notchs et passe-tout.
Il est possible de configurer manuellement les paramètres associés à chaque modèle d'enceinte, mais cela peut être hasardeux si l'on n'en connait pas précisément les caractéristiques techniques. Blaze Audio met à disposition sur son site les fichiers de configuration pour une large gamme d'enceintes du commerce. Lorsque l'on installe un fichier « Speaker Preset », toute cette section disparaît de l'interface graphique. Il n'est pas possible de les éditer, mais on peut choisir quels seront les paramètres à importer. Notons que si l'on crée de toute pièce un preset de haut-parleur, il est possible de l'exporter sous forme de fichier pour éventuellement l'importer dans une autre installation.
Terminons avec l'onglet des paramètres (Settings), très classique. On notera la présence d'une page consacrée aux configurations des GPIO (acronyme de General Purpose Input Output, entrées sorties à usage général), qui permettront de contrôler les volumes ou l'allumage des amplis à distance.
L'ampli étant alimenté en permanence, il sera intéressant de configurer la section « Power management » pour qu'il passe



La sélection des modes de fonctionnement des amplificateurs. En mode 70 V/100 V, l'amplificateur travaille en pont (BTL) pour obtenir une tension de sortie élevée. Dans ce cas, le nombre de canaux d'amplification disponibles passe à deux.



La configuration des GPIO (entrées/sorties à usage général). Les volumes, la mise en standby sont contrôlables à distance après avoir câblé le connecteur arrière suivant les préconisations du manuel.

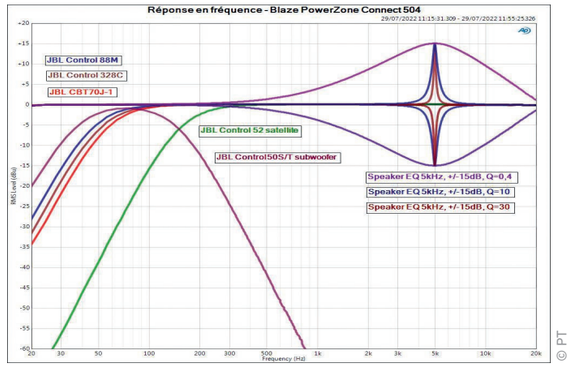


Il est possible de contrôler de différentes façons l'allumage et l'extinction de l'ampli. Celui-ci étant sous tension en permanence c'est plus que conseillé, tant au niveau des économies d'énergies que pour assurer sa longévité.

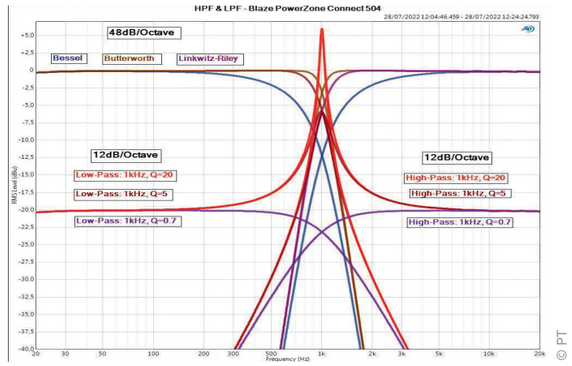
automatiquement en standby après une durée déterminée, et soit « réveillé » en présence d'un signal audio, par action sur l'entrée GPIO, et même par une commande réseau.

LES MESURES

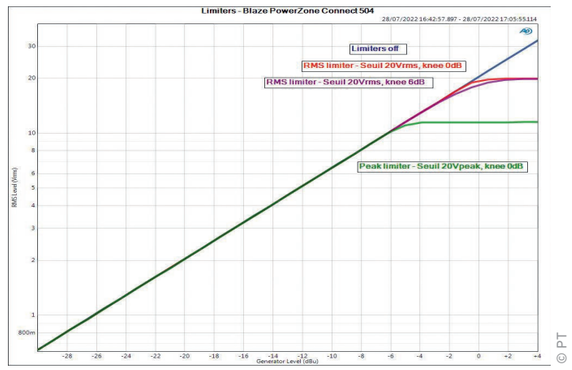
La mesure de la puissance d'un amplificateur travaillant en classe D (c'est à dire en mode de commutation, donc non-linéaire) n'est pas chose aisée. Il faut oublier les habitudes et les principes des amplis linéaires analogiques. La notion de puissance est ici davantage liée à un mode de fonctionnement impulsionnel, voulant se rapprocher le plus possible du signal musical réel. Le facteur à prendre en compte ici est plus celui de crête (rapport entre la valeur crête du signal et sa valeur efficace) que la valeur moyenne ou RMS. Le débat est aussi vieux que l'amplification de puissance en audio : quel type de signal de mesure choisir pour se rapprocher le plus possible d'un contenu musical réel ?
Puissance : Les puissances mesurées sont conformes, voire légèrement supérieures aux spécifications. En fonctionnement impulsionnel, on obtient même des puissances considérables pour un ampli aussi compact. Lorsque l'on injecte un signal continu sinusoïdal, on n'observe pas la décroissance de puissance qui apparaît habituellement sur les amplis de ce type, la puissance reste constante. Cependant, on prendra garde à ne pas pousser l'ampli dans ses limites ; dans ces conditions, l'alarme clip s'allume et la sortie se coupe après environ une minute pendant dix secondes. Si l'on ne réduit pas les niveaux, ce cycle se répète et on aura une interruption régulière du son. Il est clair que ce genre d'ampli, étant donné sa compacité et sa destination, n'est pas pensé pour fonctionner dans ces conditions. L'ampli est équipé d'un système de « partage intelligent de puissance » qui permet de répartir la puissance suivant la demande entre les canaux. Le Connect 504 étant constitué de deux modules stéréo indépendants, cette fonctionnalité n'existe qu'entre les canaux 1 et 2 ou 3 et 4, mais pas pour les quatre simultanément.



La réponse en fréquence (filtres en bypass et sans preset) est parfaitement linéaire. Quelques réponses en fréquence de presets d'enceintes d'installation proposées par JBL sont tracées ici, ainsi que la réponse du filtre « Speaker Eq ».



Réponse en fréquence de quelques-uns des nombreux filtres proposés dans l'interface graphique. On retrouve les classiques Bessel, Butterworth et Linkwitz-Riley. Le DSP permet d'atteindre des atténuations considérables.



On peut constater que les limiteurs intégrés sont d'une exactitude à toute épreuve, le seuil fixé à 20 Vrms ici agit réellement pour un niveau de 20 Vrms, de même que pour le limiteur de crête (20 Vpeak = 14,14 Vrmsx√2). Ce n'est pas toujours le cas, loin s'en faut. Un bon point pour Blaze Audio.

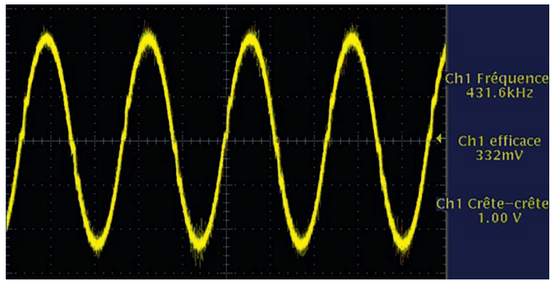
Distorsion, bruit : La distorsion mesurée est meilleure que les spécifications, le bruit reste extrêmement faible bien que légèrement supérieur aux spécifications fabricant. Rien à dire à ce niveau.

Résiduelle de commutation : Les amplificateurs de puissance travaillant en classe D sont basés sur le principe de la modulation de largeur d'impulsion (Pulse Width Modulation). Les transistors sont utilisés en commutation, ce qui conduit à un faible échauffement et à un rendement élevé. La fréquence utilisée pour les impulsions de modulation est élevée (autour de 430 kHz), donc largement au-dessus du spectre sonore, mais le niveau reste cependant conséquent (330 mVrms). Il est donc nécessaire d'utiliser un filtre passe-bas en sortie pour filtrer cette composante et reconstruire le signal continu qui va attaquer les HP. Dans le cas du Connect 504, la fréquence élevée de 430 kHz permet de réduire les dimensions du filtrage.

Réponse en signal carré : Les temps de montée et la suroscillation (overshoot), mesurés sur une charge résistive, sont tout à fait conformes à ce que l'on rencontre sur les amplificateurs équivalents.

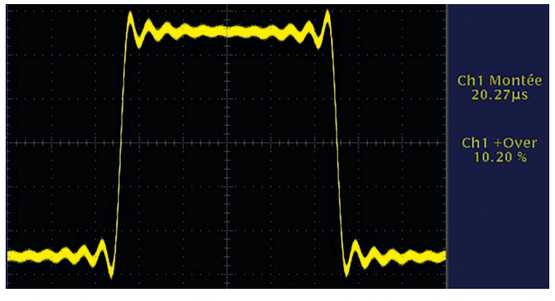
Alimentation : L'ampli est équipé d'une correction de facteur de puissance (PFC pour Power Factor Correction) qui se montre efficace car on mesure un facteur de puissance de 0,95 (l'idéal étant une valeur de 1). L'ampli étant constitué de deux modules stéréo équipés chacun de leur propre alimentation, il y a en réalité deux circuits de correction de facteur de puissance indépendants. Les quatre amplis chargés sous 8 ohms et sortant une puissance de 100 W, la consommation totale est d'environ 500 W. Il est cependant peu probable en utilisation normale d'atteindre ces niveaux.

Ligne 70 V/100 V : En mode 70 V, la tension nominale est respectée. En mode 100 V, on est légèrement en dessous de la tension nominale d'environ 10 %, mais cela est spécifié dans les caractéristiques données par le fabricant (-1 dB en 100 V). Rappelons que la ligne 100 V (appelée couplage à transformateur haute impédance par Blaze Audio) est un moyen de distribuer l'audio sur de nombreux haut-parleurs câblés en parallèle (dans la limite de la puissance maximale que l'ampli peut délivrer), sur de grandes distances et avec une section de câbles réduite. L'utilisation typique est la sonorisation de rue lors d'animations commerciales. Les haut-parleurs à utiliser seront d'un type particulier puisqu'équipés de transformateurs. Le Connect 504 n'utilise pas lui-même de transformateur élévateur mais passe en mode bridgé, ce qui permet d'obtenir les tensions désirées (au prix d'un passage à deux canaux au lieu de quatre).



© PT

La résiduelle de la fréquence de modulation PWM (modulation de largeur d'impulsion) caractéristique de l'amplification classe D. On travaille ici autour de 430 kHz, le niveau résiduel est autour de -8 dBu.

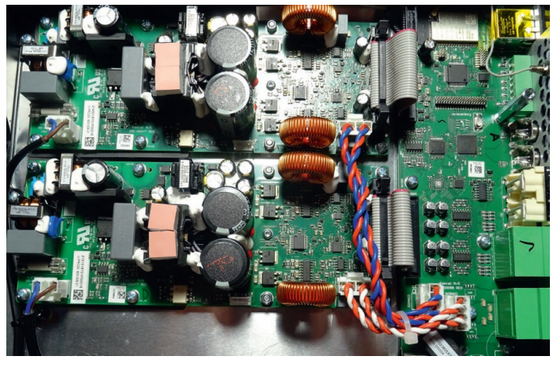


© PT

La réponse à un signal carré 1 kHz sous 4 ohms résistifs. Les temps de montée et l'overshoot correspondent à ce que l'on trouve habituellement pour les amplis de ce type.

LA CONCEPTION

Le Connect 504 se démonte très simplement après retrait des quelques vis du capot. La conception est très simple, les deux modules d'amplification estampillés Pascal Audio sont connectés à une carte mère assurant les entrées/sorties, le traitement du signal, et les connexions réseau/Wi-Fi. Une rapide recherche sur le site Pascal Audio permet de trouver des modules d'amplifications ressemblant fortement à ceux utilisés ici, les U-Pro2S. Les modules sont complètement indépendants puisqu'ils embarquent en même temps l'ampli stéréo et son alimentation. Un petit ventilateur refroidit l'ensemble.


© PT

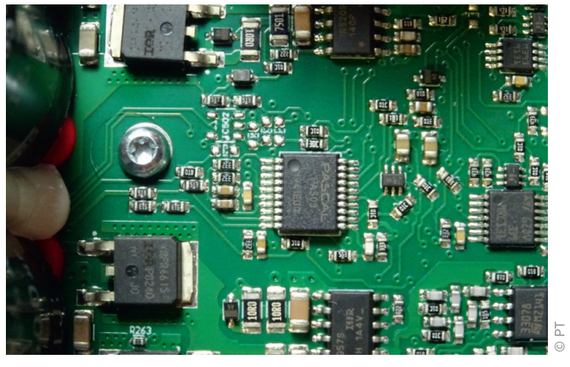
Vue d'ensemble de l'intérieur du Connect 504. Horizontalement, les deux modules d'amplification maison, qui comprennent leur propre alimentation. En haut à droite, le module W-iFi et en-dessous, le microcontrôleur et les DSP/convertisseurs.

En y regardant d'un peu plus près, le microcontrôleur est un modèle bien connu des développeurs puisqu'il s'agit d'un ARM de la famille STM32 de chez STMicroelectronics. Les DAC et ADC sont des Burr-Brown, une valeur sûre. La partie puissance de l'amplificateur est assurée par des MOSFETs de puissance IRFR4615, associés à un circuit estampillé Pascal qui se charge probablement de la partie PWM/driver. Les transistors de puissance ne sont pas montés directement sur un radiateur, mais soudés au circuit imprimé qui fera l'intermédiaire avec la partie inférieure du coffret pour la dissipation de chaleur. Le fait que nous soyons en classe D et l'utilisation de composants modernes comme ces MOSFETs permet d'assurer un échauffement minimal.

Une imagerie thermique infrarouge à puissance maximale sous 8 ohms montre que la partie qui s'échauffe le plus est celle entourant le transformateur haute fréquence d'alimentation. Étant donné le faible encombrement du transformateur et les puissances mises en jeu ceci est normal, et lorsque le boîtier est fermé, il se retrouve en contact avec le capot qui fera office de dissipateur grâce aux pads thermiques. Les deux gros condensateurs de filtrage, très proches du transformateur, sont des modèles à haute température et longue durée de vie, mais provenant d'un fabricant généralement considéré de deuxième rang (Teapo Jamicon). Il faudra voir à la longue ce que cela peut donner avec du matériel alimenté en permanence, sachant que leur durée de vie est limitée et dépend énormément des températures auxquelles ils sont exposés. Dans tous les cas, un bon espacement et une bonne aération sont absolument nécessaires.

LA MAINTENANCE

Le Blaze PowerZone Connect 504 sera extrêmement aisé à entretenir puisque de conception complètement modulaire. Un module d'amplification hors service pourra être remplacé en quelques minutes par un module disponible chez Pascal Audio (on n'est jamais mieux servi que par soi-même). Un dépoussiérage régulier des aérations et du ventilateur est nécessaire, étant donné la compacité de l'appareil.


© PT

Détail de la partie amplification, avec son circuit maison estampillé Pascal, probablement consacré à la gestion de l'amplification en mode PWM (Modulation de Largeur d'impulsion). Les transistors de puissances MOSFETs sont montés directement sur le circuit imprimé.

CONCLUSION

Le danois Pascal Audio nous propose donc un amplificateur compact destiné principalement aux installations fixes multizones de type centres commerciaux, restaurants et autres. La possibilité de fonctionner en ligne 100 V/70 V et ses quatre canaux sont parfaitement adaptés à ces applications. Il est à noter que le Connect 504 ne pourra pas être utilisé dans des installations où la fonction de sécurité de type alarme vocale est requise. Grâce au DSP incorporé, de nombreuses possibilités de configuration sont disponibles, il n'a rien à envier à des amplificateurs plus gros à ce niveau. Tout est accessible depuis son interface Web, tout est très clair et simple d'utilisation. Son excellente qualité de fabrication et sa modularité font qu'il sera durable et très simple à maintenir.

BILAN

INNOVATION
L'ampli reste classique.

QUALITÉ DE FABRICATION
Bonne.

EXPLOITATION
Simple et logique, peut se configurer très rapidement grâce aux presets de haut-parleurs.

RAPPORT PRIX/PERFORMANCE
Bon.

RAPPORT QUALITÉ/PRIX
Très bon.

MANIPULATION ET TRANSPORT

INSTALLATION

NIVEAU DE COMPÉTENCE MISE EN ŒUVRE
- ☑ Tous
- ☐ Technicien polyvalent
- ☐ Technicien qualifié

NIVEAU DE COMPÉTENCE EXPLOITATION
- ☐ Tous
- ☑ Technicien polyvalent
- ☐ Technicien qualifié

RENDEMENT OPÉRATIONNEL*

* Cette évaluation tient compte de la facilité de mise en œuvre, de la rapidité d'installation et de la quantité de matériel nécessaire.