



BORG EPISODE 2

Contexte technique

Le coffret

Les coffrets d'enceintes typiques présentent des résonances structurelles marquées, audibles et susceptibles de réduire le « rapport signal/bruit » du haut-parleur. FinkTeam accorde une grande importance à cet aspect, car nous savons que les résonances du coffret masquent les moindres détails de la musique. Les colorations sont réduites, la précision de l'image stéréo est améliorée et la fatigue d'écoute est évitée.

L'accent de la conception est mis sur l'amortissement des panneaux. Comme il est impossible de déplacer toutes les résonances de flexion des panneaux au-delà de la plage au-dessus de la fréquence de coupure du tweeter, celles-ci sont plutôt amorties afin de réduire leur amplitude en dessous du seuil d'audibilité. Cela est obtenu grâce à une construction multicouche combinant des panneaux MDF à plusieurs couches avec une couche d'amortissement dont la friction interne transforme les vibrations en chaleur.

Les algorithmes développés par FinkTeam aident à déterminer les épaisseurs de matériaux idéales afin d'obtenir les meilleurs résultats, mais la décision finale repose sur une évaluation subjective. Les passionnés dépensent des milliers pour acquérir des équipements plus silencieux – des produits qui semblent (ou réellement) créer plus d'espace entre les notes – pour finalement voir cet effet considérablement réduit par des coffrets résonants.

La modélisation COMSOL et le balayage laser de FinkTeam permettent de prévoir et de mesurer les résultats de la conception du coffret, améliorant ainsi les performances tout en réduisant le nombre d'itérations physiques. Un exemple en est l'ouverture du coffret destinée à l'installation du haut-parleur médium-grave de 10,25 pouces. Même lorsque les haut-parleurs étaient solidement fixés, des vibrations indésirables apparaissaient. Au toucher, elles étaient presque imperceptibles, mais elles devenaient évidentes sous le scanner laser. Un anneau métallique massif placé derrière les fixations du haut-parleur a résolu le problème et amélioré le rapport signal/bruit. Et cela restait valable même après cinq ans. Nous avons tenté de l'améliorer, mais la conception d'origine était toujours aussi parfaite.

Une chose a toutefois été modifiée : alors que le BORG d'origine était positionné droit, le nouveau BORG EPISODE 2 est légèrement incliné vers l'arrière. Cela améliore l'image sonore et la scène sonore – une optimisation que nous avons apprise lors du développement de notre enceinte KIM.

Unité médium/grave

Comme on pouvait s'y attendre, le haut-parleur médium-grave du Borg a été spécialement développé et fabriqué pour cette application. Les haut-parleurs de 10,25 pouces sont relativement rares et leur association avec des tweeters n'est pas triviale, mais FinkTeam est lui-même peu conventionnel: un défi technique est considéré comme un exercice de conception dont la solution peut simplement nécessiter plus de temps.

Les avantages d'un haut-parleur médium de 10,25 pouces sont difficiles à oublier une fois entendus. Une dynamique inhabituelle et un naturel remarquable dans la restitution des voix, ainsi qu'une richesse sonore sans bourdonnement ni résonance excessive (dans un système bien conçu), offrent un rendu tout simplement juste. Les systèmes deux voies plus petits paraissent fades après l'écoute d'un « 10 pouces ».



L'unité médium-grave du Borg est construite de manière similaire au woofer du WM-4 : une suspension à faible hystérésis (qui rappelle également un haut-parleur professionnel), une grande bobine mobile de 3 pouces pour un meilleur contrôle et une capacité de charge accrue, ainsi qu'une membrane en papier légère et rigide. Elle intègre naturellement les caractéristiques de conception typiques de FinkTeam: un anneau de court-circuit en aluminium sur le pôle central afin de réduire la variation d'inductance de la bobine mobile en fonction de sa position et de limiter les variations de flux en fonction du courant de la bobine.

Le châssis en aluminium moulé sous pression est entièrement ventilé pour réduire les vitesses d'air, tout comme le support de la bobine mobile, ce qui diminue les distorsions et la compression. L'ensemble en résulte une unité motrice dynamique, peu colorée, avec une grande capacité de charge et une faible compression thermique.

Il n'y avait donc aucune raison de modifier le haut-parleur de grave, et c'est pourquoi cette unité est restée identique à celle utilisée dans le Borg d'origine..



Tweeter

Le tweeter est un Air Motion Transformer (AMT), fonctionnant selon les principes de son inventeur Oskar Heil. Il a été développé et fabriqué par Mundorf, puis assemblé dans l'atelier de production de FinkTeam à Essen.

L'AMT utilise une membrane plissée en Kapton de 25 μm d'épaisseur avec des pistes en aluminium de 50 μm . Ce matériau présente un excellent amortissement interne, ce qui permet d'obtenir une distorsion particulièrement faible. Un procédé de gravure spécifique a été développé pour sa fabrication, et la configuration de la membrane a été optimisée au fil de nombreux tests.

Compte tenu du haut-parleur médium-grave de 10,25 pouces et d'une fréquence de coupure relativement basse de 1600 Hz, un AMT de grande taille avec une surface de 6464 mm^2 s'est révélé idéal. La réponse en fréquence s'étend facilement jusqu'à 30 kHz, avec une distorsion très faible, principalement limitée à la deuxième harmonique.

L'impédance quasi constante de l'AMT permet également une conception (théoriquement) simplifiée du filtre. Pour le nouveau modèle, une légère modification du boîtier du tweeter a été réalisée afin d'améliorer son découplage du coffret. Associée à une fixation à vis flottante, cette solution permet de limiter la transmission des vibrations du coffret vers le tweeter.

Filtre

Le filtre est le cœur d'une enceinte passive, et c'est précisément à ce niveau que les plus grandes évolutions ont été apportées à la nouvelle génération BORG. Il s'agit d'un filtre acoustique Linkwitz-Riley du 4^e ordre avec un décalage temporel supplémentaire entre les basses fréquences (LF) et les hautes fréquences (HF). Même pour le woofer, des bobines à air sont utilisées (avec noyau en acier laminé pour la compensation d'impédance).

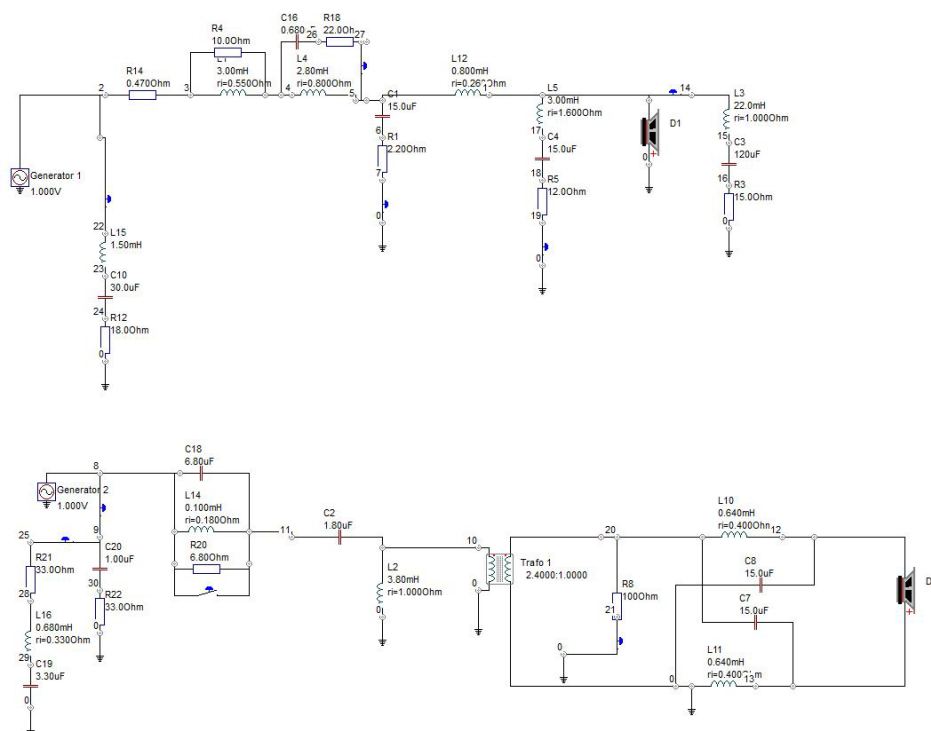
De nombreux composants ont été testés afin de trouver la meilleure combinaison pour le caractère sonore souhaité. Ces choix ne peuvent pas être déterminés uniquement par des mesures – seule l'écoute permet de sélectionner les composants appropriés. Par exemple, un condensateur polyester utilisé pour la compensation d'impédance (150 μF) a été remplacé par 12 condensateurs MKT montés en parallèle, offrant des pertes plus faibles qu'un condensateur unique en polypropylène.

La section haute fréquence du filtre utilise un transformateur pour adapter la sensibilité du tweeter au niveau du grave. Le niveau du tweeter doit être réduit de plus de 6 dB, ce qui était auparavant réalisé à l'aide de résistances de haute qualité. Bien que cela fonctionne, il est moins connu que les résistances peuvent influencer le son dans un filtre.

Lors du développement du successeur du WM4, l'utilisation de transformateurs pour l'adaptation de niveau a été introduite, avec une amélioration sonore significative. Ces transformateurs (autoformers) étaient déjà largement utilisés dans les moniteurs BBC classiques, ainsi que chez JBL et Tannoy. Dans tous les cas, ils ne servent pas seulement à réduire le niveau, mais font également partie du filtre.

C'est également le cas dans la BORG EPISODE 2, ce qui a permis de simplifier considérablement le filtre du tweeter AMT par rapport à la version originale. Comme le transformateur modifie non seulement le niveau mais aussi l'impédance, la valeur du condensateur principal du tweeter a pu être réduite. Ce condensateur étant crucial pour la qualité sonore, de nombreux modèles ont été testés avant de retenir un nouveau type du spécialiste danois DUELUND (hybride PP et argent), associé à un second de MUNDORF.

Le transformateur est fabriqué en Allemagne sur un noyau en ferrite haute qualité et encapsulé dans de la cire afin d'assurer un amortissement mécanique optimal. Le filtre est logé dans une cavité située à la base du coffret.





Panneau de connexion

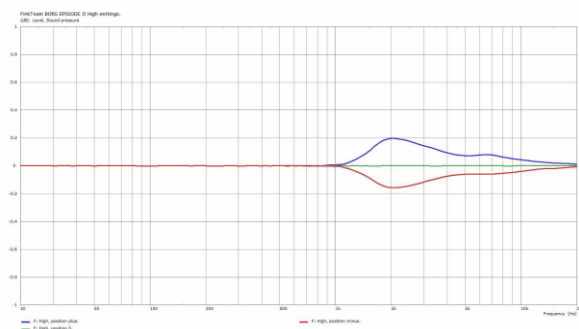
Comme sur le BORG d'origine, une plaque de connexion avec des bornes séparées pour les haut-parleurs de grave et d'aigus est utilisée. Les bornes sont en cuivre et non en laiton, comme c'est souvent le cas.

Le BORG d'origine disposait de quatre réglages, alors que le nouveau modèle n'en propose plus que deux. Les commutateurs mécaniques ont été remplacés par des ponts. La décision de réduire le nombre de réglages repose sur l'expérience acquise au cours de cinq années.

Le réglage le plus utilisé était celui de l'atténuation des woofers, qui a donc été conservé. Le réglage du tweeter et de la présence n'était pas facile à utiliser pour l'utilisateur, c'est pourquoi il a été remplacé par un nouveau réglage HF combinant les deux fonctions, sans recourir à une modification de résistance série ni à l'ajout de condensateurs.

La position centrale offre un rendu naturel, le réglage positif rend la restitution plus présente, tandis que le réglage négatif procure un son plus détendu. La bande des bas médiums n'étant jamais utilisée, elle a été entièrement supprimée.

La nouvelle façade et les nouveaux éléments de commande, associés à une conception entièrement repensée, ont également permis de réduire la longueur de câblage nécessaire.





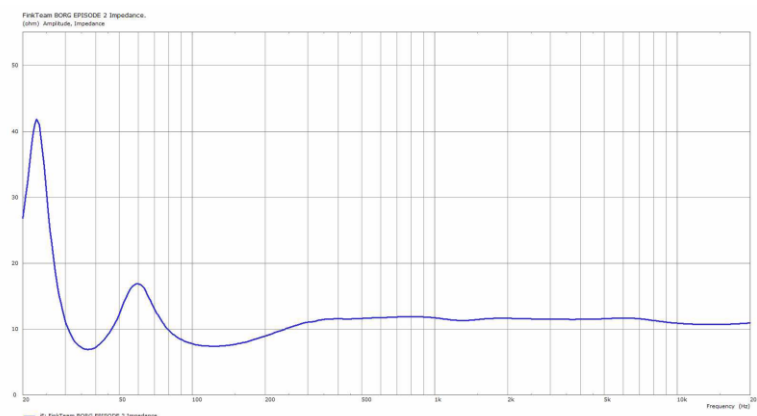
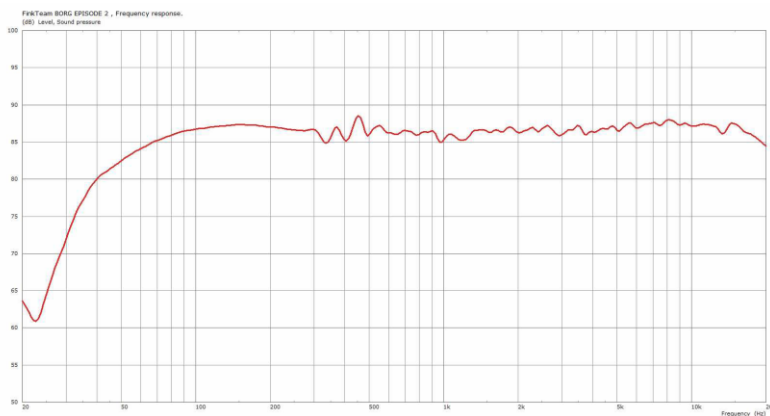
Mesures

Un haut-parleur FinkTeam présentant de mauvaises mesures ne sera jamais commercialisé, et le BORG EPISODE 2 ne fait pas exception. En réalité, il est très proche du BORG d'origine, même si la topologie du filtre a été fortement modifiée. La réponse en fréquence et les niveaux de distorsion sont presque identiques, avec de légères améliorations dans la zone du filtre.

La plus grande évolution concerne l'impédance. En raison du transformateur dans le filtre, l'impédance devient très élevée à haute fréquence, ce qui a nécessité une compensation d'impédance plus complexe, répartie entre le filtre grave et le filtre aigu.

Ces compensations ne sont pas critiques en termes de composants (même si nous utilisons des éléments de très haute qualité), mais elles permettent d'obtenir une charge constante supérieure à 10 ohms, avec un faible déphasage au-dessus de 200 Hz, ce qui facilite le travail des câbles et des amplificateurs.

La sensibilité est « seulement » de 87 dB à 2,83 V – mais la sensibilité « réelle » à 1 watt est en réalité plus élevée.





Production

Le BORG EPISODE 2 est assemblé en Allemagne. Certains composants sont fabriqués dans une usine de menuiserie en Europe, mais la production finale des coffrets est réalisée en interne.

Le processus de fabrication étant très complexe, toutes les étapes sont documentées. Un système complet d'assurance qualité KLIPPEL mesure chaque haut-parleur et sélectionne les paires correspondantes. Le tweeter est ajusté manuellement, pièce par pièce, selon les spécifications.

Bien entendu, le filtre est également contrôlé, et chaque enceinte subit des tests approfondis.

Tous les détails sont enregistrés, ce qui nous permet de remplacer un appareil défectueux par un modèle parfaitement apparié (cela ne s'est produit qu'une seule fois en cinq ans, en raison d'un amplificateur défectueux). Toutes les enceintes sont rodées pendant plusieurs jours, et chaque paire est écoutée par des membres de l'équipe de développement dans notre salle d'écoute.