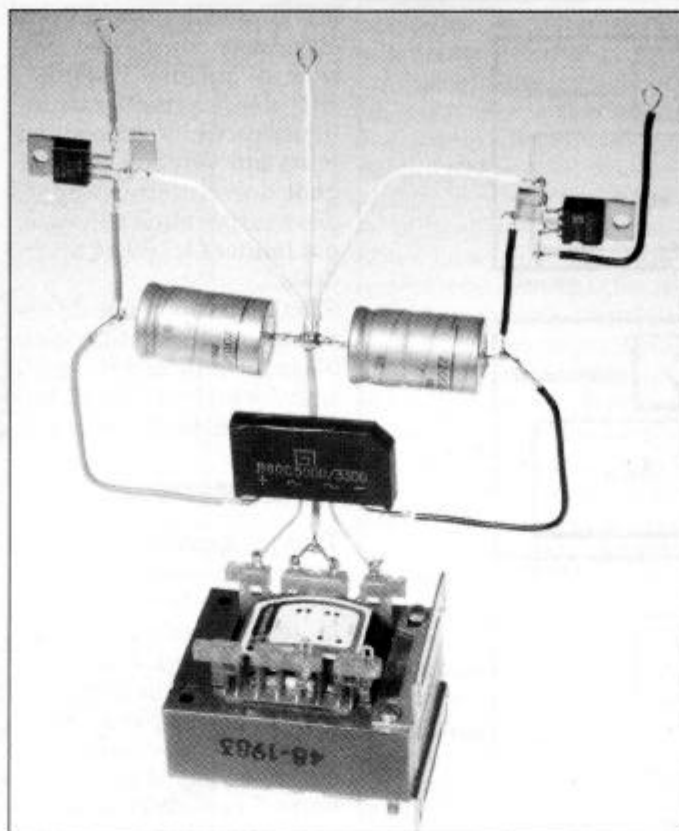


Même des électroniciens chevronnés peuvent se trouver poussés au désespoir par les ronflements dans les haut-parleurs reliés à des amplificateurs de construction maison. Cet article envisage les différentes causes possibles et quelques remèdes. Les règles qui y sont exposées ne s'appliquent pas seulement à la construction de l'AurocK, l'amplificateur décrit dans ce numéro, mais à toutes les réalisations qui font intervenir de petits signaux analogiques.

Pourquoi un amplificateur aux caractéristiques fabuleuses devrait-il aller rejoindre dans la caisse à bidouilles les transformateurs grillés qui attendent que vous récupériez quelques mètres de fil et les saladiers de haut-parleurs d'où vous comptez extraire un aimant ? Parce que vous n'auriez pas su éliminer une « ronfle » épouvantable. Ce genre de déception peut vous gâcher une bonne partie du plaisir de la construction électronique. Ne désespérez pas, il y a toujours quelque chose à faire.

alternatif

La cause du mal est unique : il s'agit du secteur alternatif qui alimente tous nos appareils. La tension du secteur est une tension alternative à 50 Hz (périodes par seconde) que nous transformons en une tension continue, comme en réclament nos montages. Malheureusement, le secteur est omniprésent : tous les conducteurs reliés au secteur produisent des champs électriques à 50 Hz, ou des champs magnétiques quand ils sont parcourus par un courant. Tous les corps conducteurs qui se trouvent dans une maison (raccordée au secteur) sont soumis, par couplage capacitif ou inductif, à ces champs électriques et magnétiques. De ce fait, ils deviennent tous des sources de bruit potentielles. Pour vous en rendre compte, touchez du doigt l'entrée



la ronfle

d'un oscilloscope. Vous serez surpris de voir sur l'écran une sinusoïde (déformée) de plusieurs volts d'amplitude. Vous imaginez sans peine que les circuits audio qui sont reliés plus directement au secteur sont le siège de tensions alternatives encore plus importantes. Le transformateur en

particulier : non seulement il est relié au secteur, ce qui en fait une source de champs électriques, mais en plus il fonctionne par le jeu de champs magnétiques, ce qui ne peut qu'aggraver la situation. Comme on ne peut guère se passer du 220 V, il faut se protéger des ses effets néfastes.

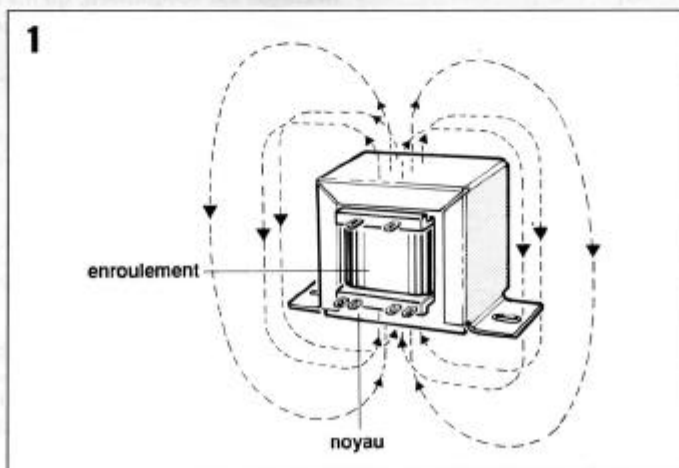


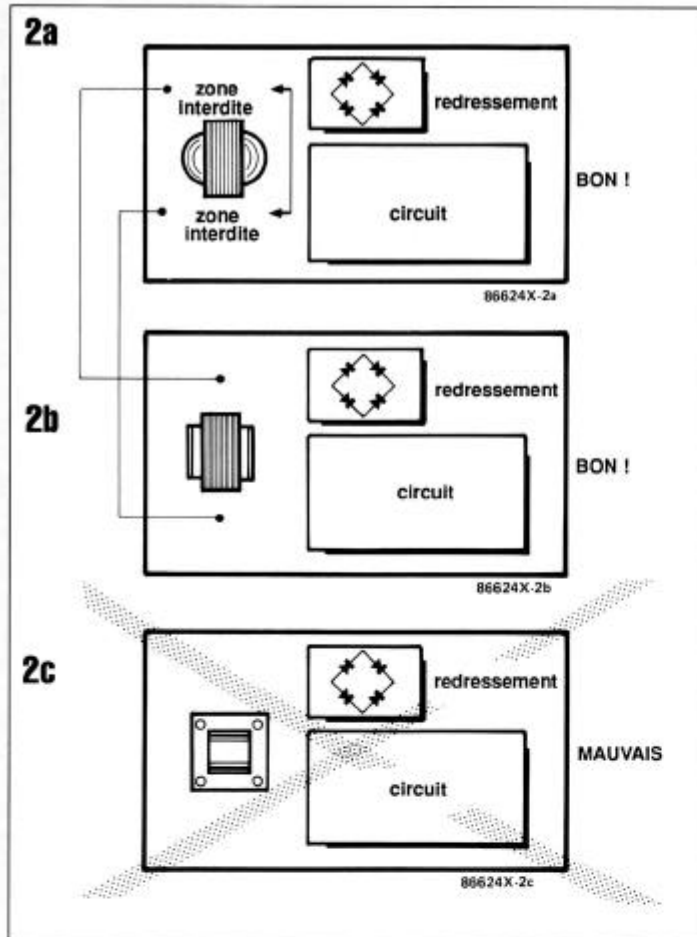
Figure 1 - Tous les transformateurs, sauf ceux à noyau torique, émettent un champ magnétique parasite. Les conducteurs qui se trouvent à proximité se comportent alors comme des secondaires supplémentaires et la tension induite risque d'être amplifiée.

le transformateur

Commençons par ce composant particulier qui nous permet d'obtenir une tension plus faible que les 220 V et surtout de rester isolés du réseau. La transformation de tension se fait suivant un principe qui a été exposé en détail dans le n°12 : un bobinage transforme le courant électrique en un champ magnétique, ce champ magnétique induit un courant électrique dans un autre bobinage. Les tensions aux bornes des deux enroulements sont dans le même rapport que leur nombre de spires, ce qui permet d'obtenir la tension voulue sans gaspillage d'énergie dans des résistances comme c'est le cas en continu. Les deux bobinages, primaire et secondaire, n'ont pas besoin d'être reliés électriquement, d'où l'isolement qui nous arrange bien.

Jusqu'ici tout va bien. Ou plutôt tout irait bien si le transformateur n'avait pas de fuites. Dans les transformateurs ordinaires, le champ magnétique n'est pas entièrement contenu dans les tôles du circuit magnétique, il s'en « échappe » une fraction en dehors du noyau et en-dehors des enroulements. Tous les conducteurs qui se trouvent à proximité du transformateur sont le siège de courants alternatifs induits, d'autant plus intenses que la distance est plus faible. D'autre part, les fuites magnétiques se font principalement suivant certaines directions (figure 1). Pour minimiser l'importance des courants induits, il faut veiller à l'orientation du transformateur par rapport au châssis. La disposition la plus favorable est celle de la figure 2a, celle de la figure 2b est acceptable. Dans tous les cas, il faut éviter de disposer le transformateur parallèlement au circuit imprimé (figure 2c).

Les autres précautions à prendre concernent le câblage : les fils qui transportent



le courant alternatif doivent être aussi courts que possible, ce qui limitera l'intensité des champs magnétiques produits ; les conducteurs qui véhiculent un signal doivent être éloignés des sources alternatives, ce qui limitera les courants induits.

S'il n'est pas possible de respecter ces impératifs de câblage, il faudra blinder le transformateur avec une tôle d'acier ou d'aluminium.

le redresseur

Tous les appareils audio utilisent du courant continu. Il faut donc redresser et filtrer la tension alternative du transformateur. Le résultat est une tension continue, mais elle n'est pas exempte d'ondulations, comme celle de piles ou d'accumulateurs. Ces ondulations sont une composante alternative superposée à la tension continue. La composante alternative est plus importante quand le montage ne redresse qu'une alternance comme sur la figure 3a. Il faut éviter ce type de redresseur et utiliser l'un des mon-

tages à deux alternances des figures 3b et 3c.

L'ondulation liée au redressement est limitée et presque éliminée par un filtrage énergétique. La capacité du condensateur de filtrage est déterminée par l'intensité maximale du courant consommé. Dans le cas où le redresseur est suivi d'un régulateur, comme dans les alimentations de laboratoire, il faut prévoir 1000 μF par ampère. Dans le cas des amplificateurs, il faut porter cette valeur à 2200 μF par ampère pour compenser l'absence de régulation.

Les étages préamplificateurs ne doivent pas être soumis aux variations de tension provoquées par la consommation des étages de puissance. Il est indispensable, pour les découpler, de les alimenter par l'intermédiaire d'un régulateur tripolaire de la série 78xx ou 79xx.

le câblage de puissance

Quel que soit le diamètre des fils qui transportent le courant, leur résistance n'est

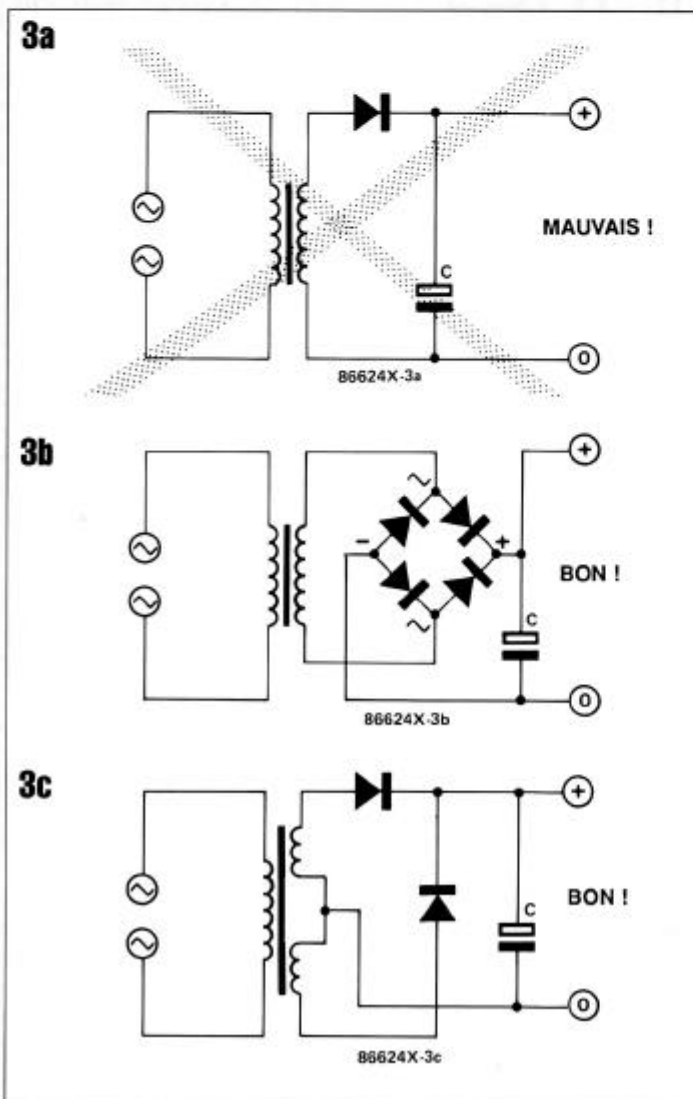
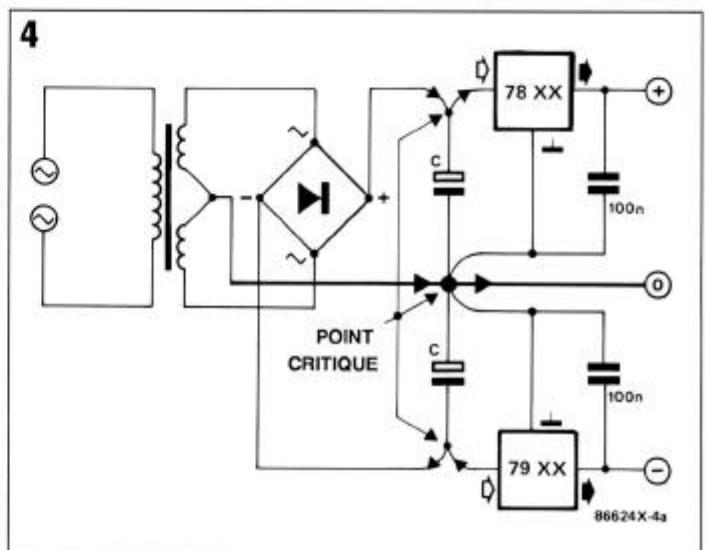


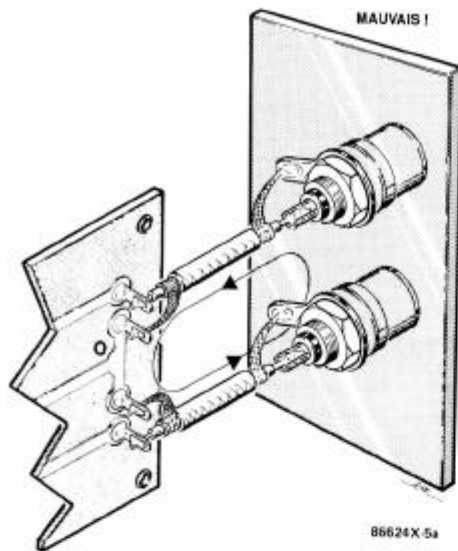
Figure 2 - De ces différentes façons de disposer l'un par rapport aux autres un transformateur et des circuits imprimés, l'une est interdite, une est acceptable, une seule est conseillée.

Figure 3 - Le redressement monoalternance ne convient absolument pas pour les applications audio. Que l'alimentation soit simple ou symétrique, il faut recourir au redressement à double alternance (b ou c).

Figure 4 - Cette configuration physique des organes d'un redresseur est obligatoire, qu'il s'agisse d'une alimentation de laboratoire ou de celle d'un amplificateur BF.

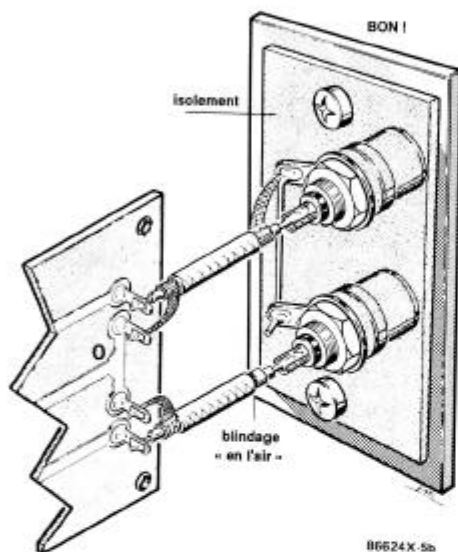


5a



86624 X 5a

5b



86624 X 5b

pas nulle. Les courants relativement importants qui sont nécessaires aux étages de puissance provoquent des chutes de tension variables qui peuvent être amplifiées par les étages pré-amplificateurs les plus sensibles. Le schéma de la figure 4 ne représente pas seulement le principe d'une alimentation symétrique d'amplificateur, il représente aussi la disposition physique des éléments et le chemin que doit suivre le courant. C'est le condensateur de filtrage qui doit être considéré comme la source d'énergie du montage à alimenter. Imaginons que l'entrée du régulateur 78xx soit reliée au pôle positif du pont redresseur et non au condensateur : dans ce cas, pendant les « creux » entre les alternances, le courant débité par le condensateur devrait parcourir une longueur de fil supplémentaire avant de parvenir au régulateur. Toute longueur de fil supplémentaire représente une résistance et une inductance, donc une chute de tension supplémentaires. Comme ce courant est variable en intensité, c'est une source de bruit supplémentaire.

Ce raisonnement est valable

aussi pour la liaison de masse. Le potentiel de la broche de masse du régulateur est le potentiel de référence. Les courants consommés par l'amplificateur provoquent une chute de tension dans la section de fil comprise entre le pôle négatif du condensateur et le point marqué 0. Si la broche de masse était reliée à ce point, son potentiel changerait par rapport à celui du condensateur, ce qui provoquerait de variations de tension de sortie au gré des variations de l'intensité consommée.

Ces deux points critiques justifient que tous les départs de courant d'alimentation (+ et -) se fassent depuis le condensateur, de même il faut que tous les retours à la masse, y compris celui de la broche de référence des régulateurs, se fassent au même point, le point commun des condensateurs. C'est ce qu'illustre la photo. Pour les alimentations simples (par opposition aux alimentations symétriques), oubliez simplement la partie inférieure de la figure 4, mais respectez la disposition de la partie supérieure.

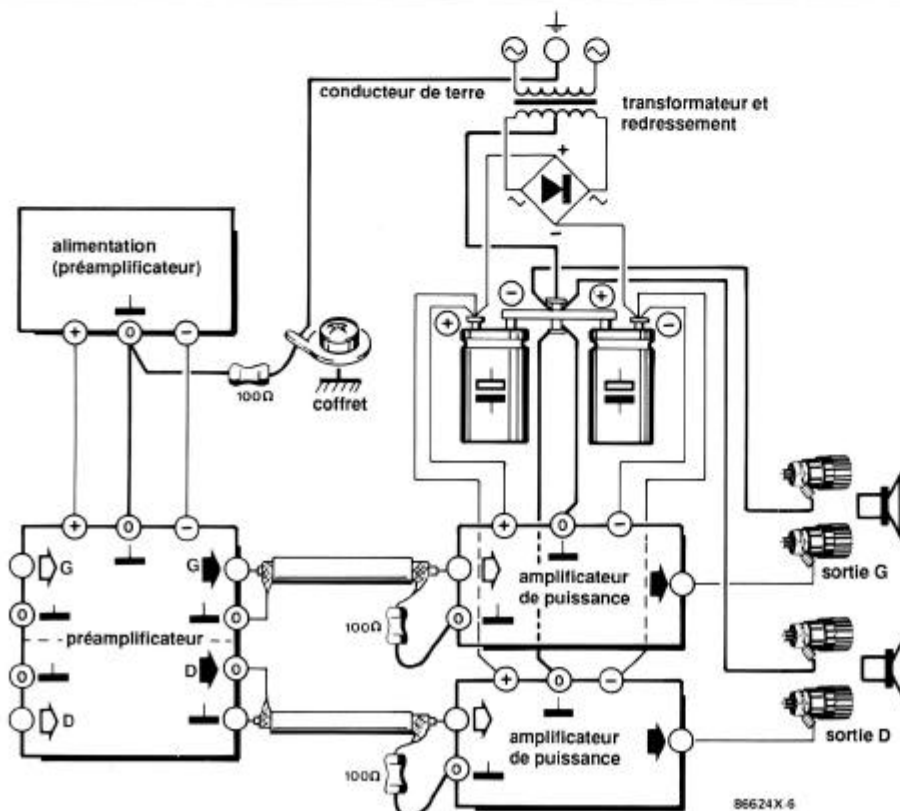
le câblage des signaux

Vous avez intérêt à installer tous vos appareils audio dans des coffrets métalliques pour éviter les rayonnements électriques et magnétiques de l'extérieur. Ce coffret métallique pose un

Figure 5 - Les douilles d'entrée et de sortie des signaux doivent être raccordées par du fil blindé, mais pas n'importe comment. La boucle de masse constitue un secondaire de transformateur, prêt à transformer en tensions parasites tous les champs magnétiques qui peuplent notre environnement. Les douilles doivent toujours être isolées du coffret.

Figure 6 - Bouquet final : tous les détails de construction sont rassemblés ici. Les liaisons en gras sont celles des points critiques, elles doivent être faites en fil de forte section. Dzing !

6



86624 X 6

autre problème pour les douilles cinch (RCA) d'entrée et de sortie des signaux : il faut que leur connexion de masse reste isolée de la masse du coffret. En effet, le blindage du fil de liaison, déjà raccordé à la masse du préamplificateur ou de l'amplificateur, formerait, s'il était relié à celle du coffret, une **boucle de masse**. Cette boucle conductrice se comporterait comme une spire secondaire et capterait le champ magnétique émis par le transformateur d'alimentation. La tension qui naît aux bornes du blindage se trouve en série avec la tension du signal et s'y ajoute pour être amplifiée par le reste du montage. Le défaut serait le même si vous reliez ensemble les blindages de deux douilles montées sur une plaquette isolante (**figure 5a**). La disposition convenable est celle de la **figure 5b**, où la boucle de masse est interrompue puisqu'une seule douille est raccordée à l'amplificateur.

Dans le cas d'un préamplificateur avec de nombreuses entrées, vous ne raccorderiez qu'un blindage, celui de l'entrée la plus sensible (microphone ou tourne-disque). Tous les autres blindages resteront « en l'air » du côté des douilles et vous court-circuiteriez les masses au plus court par des fils séparés.

Les connexions des haut-parleurs, bien qu'elles véhiculent des signaux, doivent être considérées comme des lignes d'alimentation, du fait de la puissance mise en jeu. Vous ramènerez donc directement au point de masse de l'alimentation les connexions de masse des haut-parleurs, sans les relier à aucun autre point.

cohabitation

L'amplificateur de puissance et le préamplificateur cohabitent souvent dans un même coffret, avec les problèmes que posent les deux alimentations et les boucles de masse. Si vous le pouvez, utilisez deux alimentations

distinctes qui ne seront reliées que par les blindages des fils de sortie (**figure 6**). Les signaux de sortie du préamplificateur seront acheminés jusqu'à l'étage de puissance par un câble blindé (ou deux en stéréo) dont le blindage est relié à la masse de puissance par une résistance de 100 Ω . Ces résistances interdisent la circulation des courants induits dans la boucle de masse et suppriment tout ronflement. Elles ne nuisent pas au fonctionnement de l'ensemble car les liaisons où elles sont insérées sont des liaisons de tension et non de courant : c'est leur potentiel qui sert de référence, alors que les courants consommés retournent à l'alimentation par un fil distinct.

La dernière mesure à prendre est de relier la masse du préamplificateur à la terre et à la masse du coffret par une résistance de 100 Ω , ce qui permet de fixer le potentiel de tout l'appareil. Les seuls ronflements à craindre maintenant peuvent provenir de la table de lecture de disques. Pour les supprimer, il faut relier ensemble les masses des deux appareils, par un fil séparé fixé sous une vis de chacun des boîtiers, ou dans la douille prévue à cet effet sur la majorité des platines.

86624