LES ALIMENTATIONS ÉLECTRONIQUES

CHAPITRE 1

PRÉSENTATION

1.1 Rôle de l'alimentation

Presque tous les montages électroniques exigent une alimentation continue. Il faut en effet fournir à un circuit l'énergie nécessaire pour fonctionner correctement en lui permettant de délivrer une puissance utile à sa charge et de compenser ses pertes internes inévitables (à cause de l'effet Joule). Il faut également mettre les composants dans les conditions où ils peuvent assurer leur fonction : on parle alors de polarisation.

Par exemple, quand on réalise un amplificateur audio, son alimentation fournit la puissance utile au haut-parleur et les pertes dans les résistances et les transistors du montage. De plus, la tension continue constante imposée par cette alimentation permet de fixer le point de repos des transistors afin d'obtenir le fonctionnement envisagé. Ainsi, l'étage de sortie sera polarisé en classe B en plaçant les transistors à leur limite de conduction. Les signaux d'entrée entraînent alors des variations des tensions et des courants qui constituent l'information à traiter. Par contre, la source de ces signaux ne fournit qu'une faible puissance (*figure 1.1*).

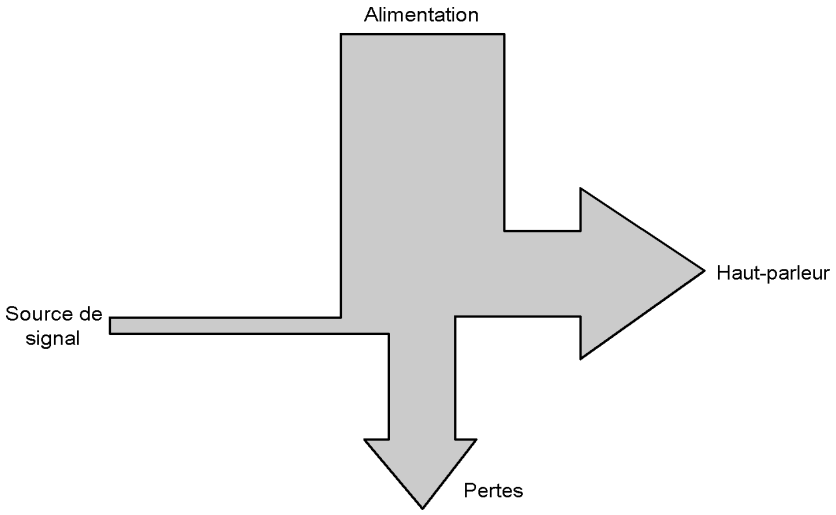

Figure 1.1 – Échanges énergétiques dans un amplificateur audio.

© Dunod. Toute reproduction non autorisée est un délit.

Lorsque l'alimentation est à l'intérieur d'un appareil et à son usage spécifique, on parle d'alimentation d'équipement. Il s'agit alors d'une ou de plusieurs sources de tensions continues selon les besoins du montage.

Un autre type d'alimentation répond à un besoin différent : l'alimentation de laboratoire. Il s'agit alors d'un appareil utile à l'électronicien pour ses manipulations et qui comprend une ou plusieurs sorties indépendantes délivrant des tensions ou des courants réglables par des potentiomètres accessibles sur la face avant et dont on peut lire les valeurs sur des indicateurs à aiguille ou à afficheurs électroluminescents. Le technicien peut ainsi disposer soit d'une source de tension avec limitation de courant, soit d'une source de courant avec limitation de tension. Ces fonctions sont très utiles pour relever les caractéristiques des composants ou alimenter les circuits en essai. De plus, l'alimentation de laboratoire possède des protections élaborées afin d'éviter les conséquences de manipulations erronées.

1.2 Alimentation à partir du réseau

Quand un appareil n'est pas mobile et que la puissance consommée n'est pas négligeable, on utilise des alimentations prélevant l'énergie sur le réseau de distribution électrique.

1.2.1 Caractéristiques du réseau

Le réseau monophasé délivre une tension sinusoïdale de fréquence et de valeur efficace données. En Europe, la fréquence nominale est $f = 50$ Hz et la valeur efficace nominale de la tension est $U = 230$ V.

Ces deux paramètres ne sont pas définis avec la même précision. La fréquence peut varier de 49,5 Hz à 50,5 Hz pendant 99,5 % d'une année et ne doit jamais sortir de l'intervalle 47 Hz à 52 Hz et la valeur efficace de la tension peut évoluer de $\pm$ 10 %, ce qui correspond à une plage de 207 V à 253 V. Les choix de composants dépendant de ces données doivent donc comporter des marges de sécurité suffisantes pour tenir compte de ces tolérances.

Il existe une norme européenne sur la qualité de la tension qui fait référence : la norme EN 50160. Adoptée par le Comité européen de normalisation électrique (CENELEC) en 1999, devenue norme française en 2000 et révisée en 2007 puis en 2011, cette norme définit des seuils pour un certain nombre de perturbations de l'onde de tension.

1.2.2 Pollution harmonique

Les courants harmoniques créés par les charges non linéaires comme les redresseurs entraînent de nombreux inconvénients pour le réseau : un surdimensionnement des installations (transformateurs, conducteurs, appareils de protection), un échauffement supplémentaire, un vieillissement prématuré de certains dispositifs et une éventuelle perturbation du fonctionnement des autres récepteurs. Ces phénomènes néfastes constituent la pollution harmonique.

Les limites autorisées pour les intensités efficaces des harmoniques de courant injectés par un appareil dans le réseau public d'alimentation basse tension sont précisées par la norme NF EN 61000-3-2 intitulée « Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2 : limites – Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils inférieur ou égal à 16 A par phase) ».

1.2.3 Alimentation non stabilisée

Une alimentation à partir du réseau est un convertisseur alternatif-continu. La solution la plus simple pour créer une source de tension continue à partir de la tension alternative du réseau comporte un transformateur et un redresseur avec filtre. C'est une alimentation non stabilisée (*figure 1.2*).

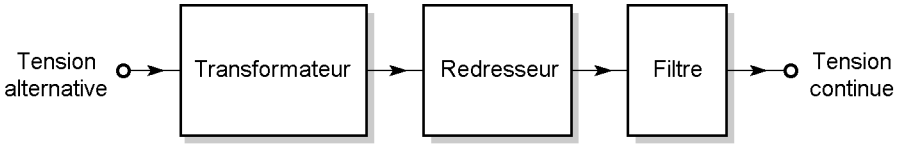

Figure 1.2 – Principe d'une alimentation non stabilisée.

Le transformateur permet à la fois d'assurer l'isolement entre l'appareil et le réseau et d'abaisser la valeur efficace de la tension pour la rendre compatible avec les niveaux habituellement exigés par les circuits électroniques. Son étude est menée au chapitre 2. L'isolement est souvent nécessaire, essentiellement pour des raisons de sécurité de l'utilisateur, mais aussi pour des problèmes de connexions entre appareils et de transmission des parasites.

Ensuite, le redresseur avec filtre permet de passer d'une tension alternative à une tension continue. Cette fonction est remplie par des circuits à diodes et condensateur qui sont détaillés au chapitre 3.

Le simple montage qui vient d'être décrit est en fait peu utilisé car la tension de sortie est facilement influencée par les perturbations et en particulier par la charge à alimenter. La qualité demandée pour les alimentations des circuits électroniques actuels exige une stabilisation, ou mieux, une régulation.

© Dunod. Toute reproduction non autorisée est un délit.

1.2.4 Alimentation stabilisée ou régulée

Structure classique

Un étage supplémentaire permet de limiter l'influence des perturbations sur la tension de sortie (*figure 1.3*).

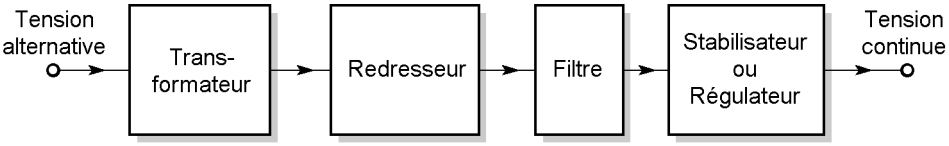

Figure 1.3 – Principe d'une alimentation stabilisée ou régulée (structure classique).

Si le circuit n'utilise que la non-linéarité de certains composants comme la diode Zener, on parle de stabilisateur. Tandis que si le montage fait appel à un asservissement, on le qualifie de régulateur.

L'élément qui agit sur la tension de sortie peut fonctionner soit en régime linéaire, soit en commutation (découpage). Le premier cas conduit à d'excellentes qualités en stabilisation et sa commande est assez facile. Par contre, le rendement est mauvais du fait des pertes importantes dans les composants actifs en régime linéaire. Le second cas permet d'atteindre un rendement plus élevé, mais il est source de parasites et il est un peu plus délicat pour sa commande. Le chapitre 4 expose quelques généralités sur la question et les chapitres 5 à 8 traitent successivement des stabilisateurs, des régulateurs linéaires puis des régulateurs à découpage.

Si les circuits cités jusqu'à présent constituent des sources de tension, on a parfois besoin de sources de courant, par exemple dans les alimentations de laboratoire. Le chapitre 9 étudie les montages qui permettent de convertir une tension en courant en assurant une stabilité correcte de ce dernier paramètre.

L'inconvénient de la structure classique décrite précédemment est d'employer un transformateur directement relié au réseau. Celui-ci est presque toujours nécessaire pour l'isolement, mais comme il fonctionne à 50 Hz, il est construit sur un noyau de fer lourd et encombrant.

Alimentation à découpage

Une alimentation à découpage a une structure différente (*figure 1.4*).

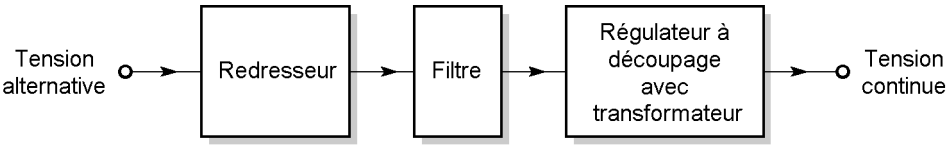

Figure 1.4 – Principe d'une alimentation à découpage.

Le redresseur avec filtre n'est pas isolé du réseau, mais c'est le régulateur à découpage qui contient un transformateur. Les diverses solutions sont évoquées aux

chapitres 7 et 8. L'intérêt est que le transformateur fonctionne à la fréquence élevée du découpage et qu'il est donc construit sur un noyau de ferrite moins lourd et moins encombrant. Toutefois, la régulation d'une telle alimentation est plus complexe puisque la boucle de retour doit elle aussi être isolée.

1.2.5 Alimentation haute tension

Quelques appareils ont besoin de tensions élevées pour fonctionner. Le chapitre 12 traite le cas particulier des redresseurs élévateurs qui permettent de répondre à cette demande.

1.2.6 Alimentation sans isolement

Dans certains cas exceptionnels, l'isolement du secteur n'est pas requis. La sécurité de l'utilisateur exige alors que l'ensemble du montage électronique soit placé dans un boîtier assurant un isolement adapté. On peut alors utiliser des montages simples et peu coûteux qui sont décrits au chapitre 13.

1.3 Alimentation à partir d'un générateur électrochimique

De plus en plus d'appareils électroniques sont portables. Il leur faut donc une alimentation autonome. Heureusement, l'évolution de la technologie permet de disposer de circuits électroniques dont la consommation est relativement faible. Un générateur électrochimique (pile, accumulateur ou plus rarement pile à combustible) peut être utilisé comme source d'énergie.

1.3.1 Types de générateur électrochimique

Les trois catégories de générateurs électrochimiques (pile, accumulateur, pile à combustible) utilisent différentes technologies ayant des performances variées. Le chapitre 16 résume les notions correspondantes.

1.3.2 Convertisseur de tension linéaire

La tension de sortie d'un générateur électrochimique n'est pas bien constante. Elle dépend de son état de charge et du courant débité. Il faut donc lui ajouter un régulateur pour obtenir une tension stable. De plus, on souhaite souvent obtenir une tension continue différente de celle qui est déjà disponible grâce à une pile ou une batterie. Abaisser le niveau peut être réalisé par un régulateur linéaire, identique dans son principe à ceux qui sont utilisés dans les alimentations à partir du réseau. Toutefois, les modèles à faible chute de tension et à faible consommation présentent un intérêt particulier dans ce domaine (chapitre 6).

© Dunod. Toute reproduction non autorisée est un délit.

1.3.3 Convertisseur de tension à découpage

Seuls les régulateurs à découpage sont capables d'abaisser ou d'élever une tension ou d'inverser sa polarité (chapitres 7 et 8).

1.3.4 Convertisseur de tension sans bobinage

Pour de faibles puissances, il existe des circuits un peu différents qui, tout en utilisant des composants actifs en commutation ne nécessitent pas de bobinage comme les régulateurs à découpage habituels. Ils sont traités au chapitre 11.

1.4 Alimentation par récolte d'énergie

Pour s'affranchir du changement de piles ou de la recharge des accumulateurs, certains appareils autonomes à faible consommation utilisent la récolte d'énergie.

1.4.1 Principes utilisés

La récolte d'énergie peut se faire à partir de sources variées et par des dispositifs utilisant différents principes. Cette technologie en plein développement est traitée au chapitre 17.

1.4.2 Convertisseur de tension continue sans bobinage

Quand la tension obtenue est continue, elle est souvent trop faible et il faut l'augmenter. C'est en général le rôle d'un convertisseur de tension continue sans bobinage (chapitre 11), mais ce sont les modèles fortement élévateurs qui sont alors nécessaires.

1.4.3 Redresseur élévateur

Quand la tension obtenue est alternative, il faut à la fois la redresser et augmenter son niveau. C'est le rôle de circuits analogues à ceux qui sont employés dans les alimentations haute tension, mais avec des ordres de grandeur totalement différents (chapitre 12).