

Lévitaiton avec ondes acoustiques

Un aperçu du kit de lévitation acoustique de Makerfabs

Luc Lemmens (Elektor)

Avec le projet TinyLev, vous pouvez faire des expériences avec des ondes stationnaires ultrasoniques pour faire léviter des objets. Le kit de Makerfabs contient tous les composants nécessaires pour concevoir votre propre lévitateur acoustique. Mais est-il réellement si simple à construire ?

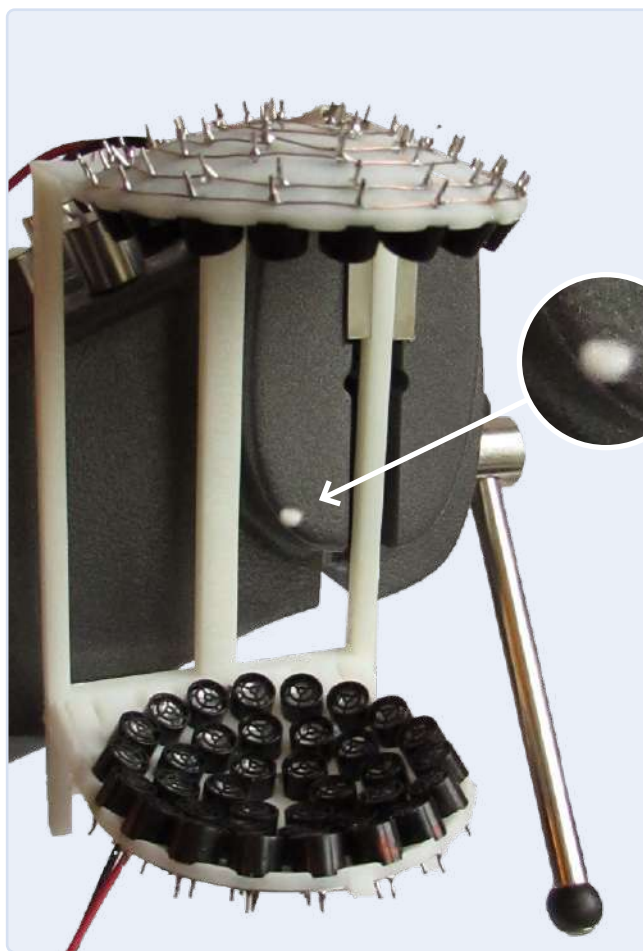
Dans les dernières éditions d'*Elektor*, nous avons présenté trois petits circuits simples pour la lévitation magnétique. Nous avons remarqué qu'il existe d'autres méthodes pour faire léviter des objets, comme l'utilisation d'ondes acoustiques [1]. Le site Instructables.com décrit un projet de bricolage conçu à l'Université de Bristol qui utilise les ondes sonores de transducteurs ultrasoniques standards pour obtenir cet état d'apesanteur apparente des petits objets [2]. Le kit *DIY Acoustic Levitator* de Makerfabs, disponible dans l'e-choppe Elektor, contient toutes les pièces nécessaires à la réalisation de ce projet TinyLev, vous évitant ainsi de devoir chercher vous-même les composants, notamment le cadre imprimé en 3D nécessaire à la construction du dispositif complet.

Le kit est livré sans documentation, mais un lien pour accéder à la page du projet Instructables [2] mentionné plus haut est disponible sur l'e-choppe Elektor. Ce guide est rempli d'instructions sous forme de texte,

de photos et même de vidéos. L'approche progressive vous guidera dans la construction du kit.

Sur cette page web, vous trouverez également des liens vers des informations de base et des ressources sur la théorie de la lévitation acoustique ; elle constitue une bonne référence si vous voulez faire plus que simplement construire et jouer avec le TinyLev comme un gadget. En bref : la lévitation est fondée sur le modèle d'onde stationnaire de

réseaux de transducteurs ultrasoniques (dans ce cas : deux), chaque réseau étant disposé dans un « réflecteur » incurvé en forme de boule. La forme et la géométrie correctes de la base avec les réflecteurs et le positionnement des transducteurs sont essentielles pour créer l'effet de lévitation. Sur le site Instructables, deux designs 3D sont disponibles pour le téléchargement et l'impression de la base pour TinyLev. Le kit *Acoustic Levitator* de Makerfabs contient un spécimen imprimé de



la version V1 plus le pied qui doit être collé à la base, prêt à être utilisé.

Commencez à construire, mais en priorité...

Après avoir vérifié le contenu du kit (**figure 1**), il faut d'abord déterminer la polarité correcte de chaque transducteur à ultrasons (étape 4... 6). Apparemment, il ne faut pas se fier aux indications de polarité inscrites sur les transducteurs à ultrasons en général, ce n'est pas que les kits de MakerFabs contiennent des composants qui ne sont pas fiables ! Avec 72 sondes au total, c'est une tâche qui prend beaucoup de temps. Dans les instructions, deux méthodes sont décrites, l'une consiste en l'utilisation de la carte Arduino Nano - qui est également incluse dans le kit de Makerfabs — en tant qu'un « oscilloscope minimaliste ». Vous pouvez effectuer le test avec un multimètre numérique standard. C'est probablement le moyen le plus simple et le plus rapide : il suffit de marquer la polarité en fonction du potentiel initial sur les broches du transducteur lorsque les sondes sont connectées. Cependant, mes multimètres numériques à plage automatique ne semblent pas utiles ici, vous devez avoir un compteur qui peut être commuté manuellement sur la plage de tension la plus sensible et qui répond immédiatement lorsque les sondes du compteur sont connectées au transducteur. Finalement, j'ai utilisé la méthode de test par l'Arduino Nano. Prenez votre temps pour le faire, une seule erreur peut gâcher ou même complètement ruiner l'effet de lévitation. Il est de la plus haute importance que tous les transducteurs aient la phase correcte du signal sonore.

Les réseaux de transducteurs

Une fois tous les transducteurs marqués, il ne reste plus qu'à les coller sur le cadre imprimé en 3D. Le guide sur Instructables recommande l'utilisation de la colle chaude ; pour moi, ce n'est pas aisé avec des pièces relativement petites, telles que ces transducteurs. Donnez-moi un pistolet à colle chaude et c'est le bazar sur mon établi. J'ai utilisé un tube de colle de bricolage pour plastiques durs. Quoi que vous utilisiez, assurez-vous que toutes les marques que vous avez faites sur ces pièces pointent dans la même direction : soit toutes vers le centre, soit toutes vers le bord extérieur du réflecteur. Ils doivent s'insérer dans les cavités rondes de la base. Il me restait quelques pièces de rechange, quatre transducteurs n'étaient pas nécessaires pour

remplir complètement le cadre (c'est-à-dire qu'il y en a 76 dans le kit !). Deux d'entre eux peuvent être utilisés pour le dépannage et comme capteurs (microphones) pour vérifier la phase du son provenant de tous les transducteurs individuellement (si les choses ne fonctionnent pas...).

L'étape suivante (le point 8 des instructions) consiste à câbler les transducteurs. Le kit contient un morceau de fil épais et tordu dont l'isolation a été découpée (**figure 2**). Chaque fils peut être utilisé pour interconnecter les pieds des transducteurs en cercles concentriques. Les fils rouges et noirs les plus

longs du kit servent à terminer le câblage de la base, avec les transducteurs disposés en deux rangées de 36 ; les fils plus courts sont mis de côté pour réaliser le câblage de l'alimentation électrique des composants électroniques aux étapes 15 et 16. La **figure 3** montre à quoi ressemblera le câblage de l'un des réflecteurs.

Autres matériels et logiciels

Dans les étapes suivantes, le reste des connexions doit être réalisé : entre l'Arduino Nano et la carte de commande, le câblage d'alimentation, et entre la carte de commande et la base avec les transducteurs. L'Arduino



Figure 1. Contenu du kit.



Figure 2. Fils pour connecter les transducteurs.



Figure 3. Le câblage de l'un des deux réseaux.

doit bien sûr être programmé. Téléchargez le sketch *Nano_TinyLev.ino* depuis le site Instructables, compilez-le et téléversez-le dans l'Arduino IDE.

Le pilote est une carte standard L298N pour double moteur, dans ce cas, il produit les signaux sonores de 40 kHz pour les deux réseaux de transducteurs. La procédure pour réaliser ces interconnexions ne sera pas difficile pour le bricoleur expérimenté, il suffit de suivre le texte et les photos sur Instructables qui — il faut l'admettre — manquent de précision sur certains points. La plaque de base utilisée pour fixer les circuits imprimés et le circuit d'alimentation n'est pas incluse dans le kit, mais un morceau de contreplaqué de 10 x 10 cm ou plus fera l'affaire.

Vérifiez, revérifiez...

Il est conseillé de réaliser les tests décrits dans les instructions avant de connecter les transducteurs, en particulier pour vérifier l'absence de courts-circuits dans les réseaux, qui endommageraient probablement la carte de commande. Vérifiez également les signaux de sortie de la carte de commande à l'aide d'un oscilloscope. Ensuite, si vous êtes assez sûr de votre travail, c'est-à-dire si vous êtes — pour ainsi dire — certain que tous les transducteurs sont correctement connectés et fonctionnels, vous pouvez gagner du temps et ne pas vérifier la phase de chaque sondeur individuellement. Vous pourrez toujours le faire par la suite ; si la lévitation ne fonctionne pas correctement, il y a de fortes chances que le problème concerne les matrices. J'avais une grande confiance dans mon travail et elle s'est avérée justifiée : cela a marché tout de suite !

Et expérimentez...

Ensuite, il est temps de commencer à faire des expériences avec toutes sortes d'objets qui peuvent être lévités avec le TinyLev. Je n'ai pas passé trop de temps à faire cela, j'ai essayé quelques petits morceaux de papier enroulés, des petites perles en plastique et des boules de polystyrène, et il était assez facile de les mettre en lévitation entre les réseaux de transducteurs (voir **figure 4**). La page Instructables décrit également la lévitation de petits insectes



Figure 4. Une minuscule boule de polystyrène en vol stationnaire dans le TinyLev.

(morts) et de gouttes de liquide. En cherchant « TinyLev » sur Internet, vous trouverez beaucoup d'autres expériences avec ce projet qui peuvent être intéressantes à essayer (ou qui peuvent susciter de nouvelles idées).

Planer sur les ondes acoustiques

Construire le TinyLev est facile à faire avec ce kit *Acoustic Levitator* de MakerFab. Toutes les pièces nécessaires sont incluses et avec toutes les informations disponibles sur le site Instructables et d'autres sources Internet, il sera relativement facile de commencer à expérimenter la lévitation acoustique. Ne vous attendez pas à terminer la construction en une heure ou deux. J'ai passé pas mal de temps uniquement pour vérifier et marquer les transducteurs et pour souder les réseaux. Quant au reste, j'ai même sauté certaines étapes qui n'étaient pas indispensables pour réaliser la lévitation sur mon établi. Ne précipitez pas les choses, cependant : une erreur — en particulier dans les réseaux de transducteurs — peut coûter beaucoup de temps à dépanner et à réparer ! Si vous avez fait un effort pour réaliser ce travail, vous serez récompensé par un sentiment d'admiration lorsque vous verrez le premier objet planer sur les ondes acoustiques du TinyLev ! ◀

220062-04

Des questions, des commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur (Luc. Lemmens@elektor.com) ou contactez Elektor (redaction@elektor.fr).

Bonnes nouvelles !

La fréquence des ultrasons est supérieure à la limite de l'audition humaine, d'où leur nom. Dans notre cas, nous parlons de 40 kHz, soit environ un facteur 2 supérieur à la plus haute tonalité que nous pouvons percevoir. Nous entendrons au mieux un clic ou un court grésillement lorsque nous allumons le TinyLev, mais d'autres créatures, comme vos animaux domestiques, peuvent l'entendre et y réagir fortement. Les chats de l'auteur ne semblent pas s'en préoccuper, mais ils ne réagissent de toute façon que lorsqu'ils entendent leurs gamelles bouger.



PRODUITS

➤ Kit de lévitation acoustique de Makerfabs
www.elektor.fr/19984

LIENS

[1] Eric Bogers, « Lévitation acoustique des objets lourds » Elektormagazine.fr:

www.elektormagazine.fr/news/levitation-acoustique-des-objets-lourds

[2] Lévitateur acoustique sur « Instructables »: www.instructables.com/Acoustic-Levitator/