

Zweven op geluidsgolven

de Makerfabs Acoustic Levitation Kit nader bekeken

Luc Lemmens (Elektor)

Met het TinyLev-project kun je experimenteren met ultrasone staande golven om voorwerpen te laten zweven. De Makerfabs-kit bevat alle onderdelen die nodig zijn om je eigen akoestisch luchtkussen te maken. Maar is de bouw werkelijk zo eenvoudig?

In recente uitgaven van *Elektor* hebben we drie kleine, eenvoudige schakelingen voor magnetische levitatie gepresenteerd. Er werd opgemerkt dat er ook andere methoden zijn om voorwerpen te laten zweven, zoals het gebruik van geluidsgolven [1]. *Instructables.com* beschrijft een doe-het-zelf-project van de Universiteit van Bristol dat de geluidsgolven van kant-en-klare ultrasone transducers gebruikt om kleine voorwerpen schijnbaar gewichtloos te maken [2]. De Makerfabs Acoustic Levitator DIY Kit, verkrijgbaar in de Elektor Store, bevat alle onderdelen die nodig zijn om dit zogenaamde TinyLev-project te bouwen, zodat je niet zelf op zoek hoeft te gaan naar de onderdelen – inclusief het 3D-geprinte frame dat nodig is om het geheel te construeren.

De kit wordt zonder documentatie geleverd, maar de weblink in de Elektor online-shop leidt ons naar de eerder genoemde Instructables projectpagina [2]. Deze staat vol met instructies in de vorm van tekst, foto's en zelfs video's; de stapsgewijze benadering gidst je door de bouw van de kit.

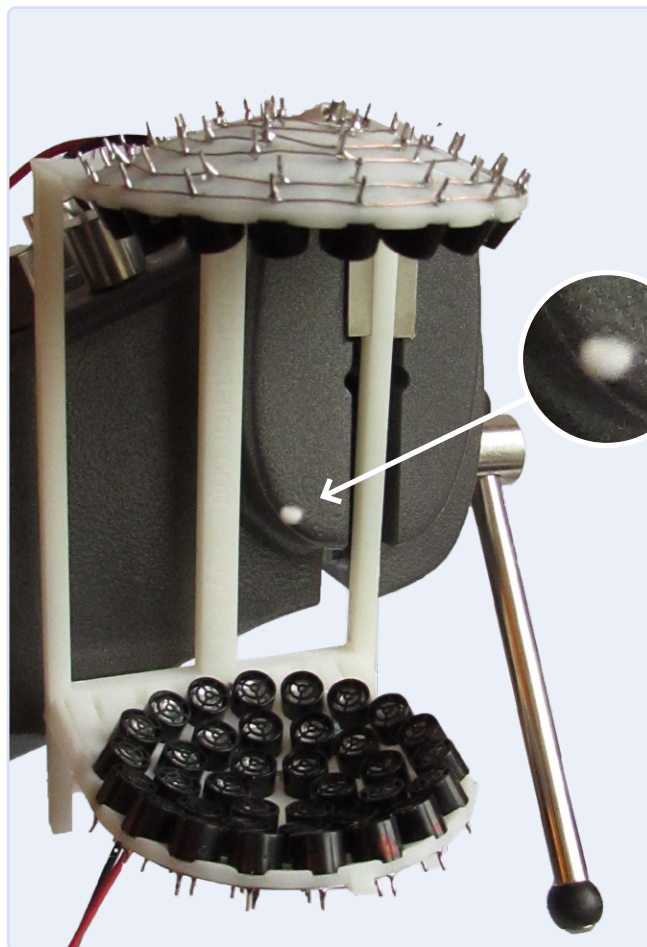
Op deze webpagina vind je ook (links naar)

achtergrondinformatie over en de theorie achter akoestische levitatie; het is goed leesvoer als je meer wilt dan alleen maar bouwen en spelen met het TinyLev-gadget. In het kort: de levitatie berust op het staande golf-patroon van (in dit geval twee) arrays van ultrasone transducers, waarbij elk array is gerangschikt in een holle 'reflector'. De juiste vorm en geometrie van de basis met de reflectors en de plaatsing van de transducers zijn essentieel voor het levitatie-effect. Op de Instructables-site kunnen

twee 3D-ontwerpen worden gedownload voor het printen van de TinyLev-basis. De Makerfabs Acoustic Levitator Kit bevat een geprint exemplaar van versie V1 plus de poot die op de basis moet worden gelijmd – gebruiksklaar.

Begin met bouwen, maar eerst dit:

Na het controleren van de inhoud van de kit (**figuur 1**) moet je als eerste de juiste polariteit van elke afzonderlijke ultrasone transducer



bepalen (stap 4...6). Kennelijk zijn de polariteitsaanduidingen op ultrasone transducers in het algemeen niet te vertrouwen, het is niet zo dat de MakerFabs-kits twijfelachtige componenten bevatten! Met 72 transducers in totaal is dit een tamelijk tijdrovende klus. In de instructies worden twee methoden gegeven hoe dit te doen, inclusief het gebruik van het Arduino Nano-board – dat overigens deel uitmaakt van de inhoud van de kit – als een minimalistische ‘oscilloscoop’. Het gebruik van een standaard digitale multimeter is waarschijnlijk de eenvoudigste en snelste manier om de klus te klaren: markeer gewoon de polariteit op basis van de initiële potentiaal op de pinnen van de transducer zodra de probes worden aangesloten. Mijn autoranging-DMM's bleken echter niet bruikbaar te zijn, je hebt een meter nodig die met de hand kan worden omgeschakeld naar het gevoeligste spanningsbereik en die onmiddellijk reageert zodra de meetklemmen op de transducer worden aangesloten. Uiteindelijk heb ik de Arduino Nano-methode gebruikt. Neem hier de tijd voor: één foutje kan het levitatie-effect bederven of zelfs volledig doen mislukken. Het is van het grootste belang dat het geluidssignaal van alle transducers de juiste fase heeft.

De transducer-arrays

Zodra alle transducers gemarkeerd zijn, is het tijd om ze allemaal aan het 3D-geprinte frame te lijmen. De handleiding op Instructables raadt het gebruik van hotmelt aan; voor mij werkt dat niet met relatief kleine onderdelen zoals deze transducers. Als je wilt dat ik een puinhoop maak van mijn werkbank, geef me dan een hotmelt-lijpistool... Ik heb een tube hobbylijm voor harde kunststoffen gebruikt. Maar wat je ook gebruikt, zorg ervoor dat alle markeringen die je op deze onderdelen hebt gemaakt in dezelfde richting wijzen: of allemaal naar het midden of allemaal naar de buitenrand van de reflector. Ze moeten precies passen in de ronde uitsparingen/houders in de basis. Ik had aan het eind nog wat onderdelen over, vier transducers waren niet nodig om het frame compleet te vullen (er zitten dus 76 stuks in de kit!). Twee daarvan kunnen van pas komen om problemen op te lossen, en kunnen als sensor (microfoon) worden gebruikt om de fase van het signaal van alle transducers afzonderlijk te controleren (als het niet werkt...).

De volgende stap, stap 8 in de handlei-

ding, is het bedraden van de transducers. De kit bevat een stuk dik meeraderig draad waarvan de isolatie is opgeknipt (**figuur 2**); elke afzonderlijke ader hiervan kan worden gebruikt om de pootjes van de transducers in concentrische cirkels met elkaar te verbinden. De langere rode en zwarte draden uit de kit completeren de basisbedrading, waarbij de transducers gerangschikt zijn in twee arrays van 36 stuks; de kortere draden worden apart gehouden voor de bedrading van de voeding van de elektronica in stap 15 en 16. **Figuur 3** toont de complete bedrading van één van de reflectoren.

Andere hard- en software

In de volgende stappen moeten de andere verbindingen worden gemaakt: tussen de Arduino Nano en het driverboard, de bedrading van de voeding en tussen het driverboard en de basis met de transducers. De Arduino moet natuurlijk geprogrammeerd worden. Download de *Nano_TinyLev.ino* sketch van de Instructables-site, compileer die en laad hem in de Arduino IDE.

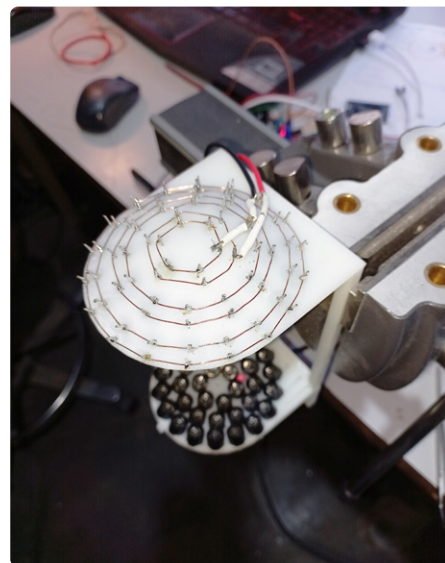
De driver is een standaard L298N dual motor driver-board; hier levert het de 40kHz-signalen voor de twee transducer-arrays. Een ervaren knutselaar zal hiermee geen moeite



Figuur 1. De inhoud van de kit.



Figuur 2. Hiermee worden de transducers aangesloten.



Figuur 3. De bedrading van een van de twee arrays.

hebben: volg gewoon de tekst en de foto's op Instructables die – toegegeven – af en toe wat duidelijker hadden kunnen zijn. De voet voor het monteren van de printplaten en de voeding is niet inbegrepen in de bouwdoos, maar een stuk multiplex van 10 x 10 cm of groter volstaat.

Controle is alles...

Het is raadzaam de in de handleiding beschreven tests uit te voeren voordat de transducers worden aangesloten, met name om te controleren op kortsluiting in de arrays, waardoor het driverboard waarschijnlijk beschadigd zou raken. Controleer ook de uitgangssignalen van het driverboard met een oscilloscoop. Als je voldoende vertrouwen hebt in je eigen werk, dus als je er (zo goed als) zeker van bent dat alle transducers correct zijn aangesloten en werken, kunt je tijd besparen en het controleren van (de fase van) alle sounders afzonderlijk overslaan. Je kunt dat altijd achteraf nog doen; als de levitatie niet goed werkt, is de kans groot dat de fout in de arrays zit. Ik had veel vertrouwen in mijn werk en dat bleek terecht: het werkte meteen!

En experimenteer...

En dan is het tijd om te gaan experimenteren met allerlei 'dingen' die je met de TinyLev kunt laten zweven. Ik heb hier echter niet al te veel tijd aan besteed, ik heb wat kleine opgerolde stukjes papier, kleine plastic kralen en polystyreen balletjes geprobeerd, en die kon ik vrij gemakkelijk tussen de transducer arrays laten zweven (**figuur 4**). De Instructables-pagina beschrijft ook het laten zweven van kleine (dode) insecten en druppels vloeistof. Als je op het internet zoekt naar 'TinyLev', vind je veel andere experimenten met dit project die misschien leuk zijn om zelf te proberen (of misschien nieuwe ideeën kunnen opleveren).

Zweven op geluidsgolven

Met deze Makerfabs Acoustic Levitation Kit is het niet moeilijk de TinyLev te bouwen. Alle essentiële onderdelen zijn inbegrepen en met de informatie op de Instructables-website en andere internetbronnen zal het niet



Figuur 4. Een piepklein piepschuim-balletje zwevend in de TinyLev.

erg lastig zijn om te gaan experimenteren met akoestische levitatie. Verwacht niet dat de bouw met een uurtje of zo afgerond is. Ik heb heel wat tijd besteed aan het controleren en markeren van de transducers en het solderen van de arrays. En voor de rest heb ik zelfs enkele stappen overgeslagen die niet absoluut noodzakelijk waren om het geheel op mijn werkbank aan de praat te krijgen. Laat je echter niet opjagen: één foutje – vooral bij de transducer-arrays – kan veel tijd kosten om op te sporen en op te lossen! Als je alles echter goed hebt gedaan, zal je inspanning beloond worden met een enorm 'wow'-gevoel als je je eerste voorwerpje ziet zweven op de geluidsgolven van de TinyLev! ◀

220062-03

Vragen of opmerkingen?

Hebt u technische vragen of opmerkingen naar aanleiding van dit artikel? Stuur een e-mail naar de auteur via luc.lemmens@elektor.com of naar de redactie van Elektor-team via redactie@elektor.com.

Goed om te horen!

De frequentie van ultrageluid ligt boven de menselijke gehoorrens, vandaar de naam. In dit geval hebben we het over 40 kHz, ongeveer een factor twee hoger dan de hoogste toon die wij kunnen waarnemen. In het beste geval horen wij een klik of een kort gekraak bij het inschakelen van de TinyLev. Andere wezens, zoals uw huisdieren, kunnen het echter horen en er sterk op reageren. De katten van de auteur lijken het niet erg te vinden, maar zij reageren sowieso alleen op geluiden die met voedsel te maken hebben.



GERELATEERDE PRODUCTEN

> **Makerfabs**
Akoestische Levitator DIY Kit
www.elektor.nl/19984

WEBLINKS

- [1] Eric Bogers, "Akoestische levitatie van grotere objecten", Elektormagazine.nl: <https://bit.ly/3wJN7Bd>
- [2] Acoustic Levitator op Instructables: www.instructables.com/Acoustic-Levitator/