

# Ontwikkeling van een meerkanaals-, hogeresolutie-USB-naar-I2S converter

**Bram Plessers**

Master in de Industriële Ingenieurswetenschappen  
Elektronica-ICT

INTRODUCTIE

Het onderzoek voor deze masterproef is uitgevoerd voor de **R&D-afdeling** van het professioneel audiosysteemmerk **Audac**, een dochteronderneming van **PVS Nv**. Audac ontwikkelt alles wat betrekking heeft tot **geluidsinstallaties** binnenshuis, variërend van **luidsprekers** tot **wandmodules**. Omwille van deze binnenshuisontwikkeling zijn alle oplossingen dicht geïntegreerd waardoor ze functioneren als een goed op elkaar afgestemd geheel.

Één van de Audacproducten is de **NWP400 USB/Bluetooth** waarvan een foto te zien is in Figuur 1 en de achterzijde in Figuur 2. Dit is een wandmodule die beschikt over **USB- en Bluetoothconnectiviteit** om muziek af te spelen over een **Dantenetwerk** via een ethernetverbinding. Binnen de PCB-stack, zichtbaar in Figuur 2, is er een specifiek PCB waarop de conversie van **USB-audiodata naar I<sup>2</sup>S** gebeurt a.d.h.v. een **verouderd chip** die door de fabrikant niet wordt aangeraden voor nieuwe systemen.

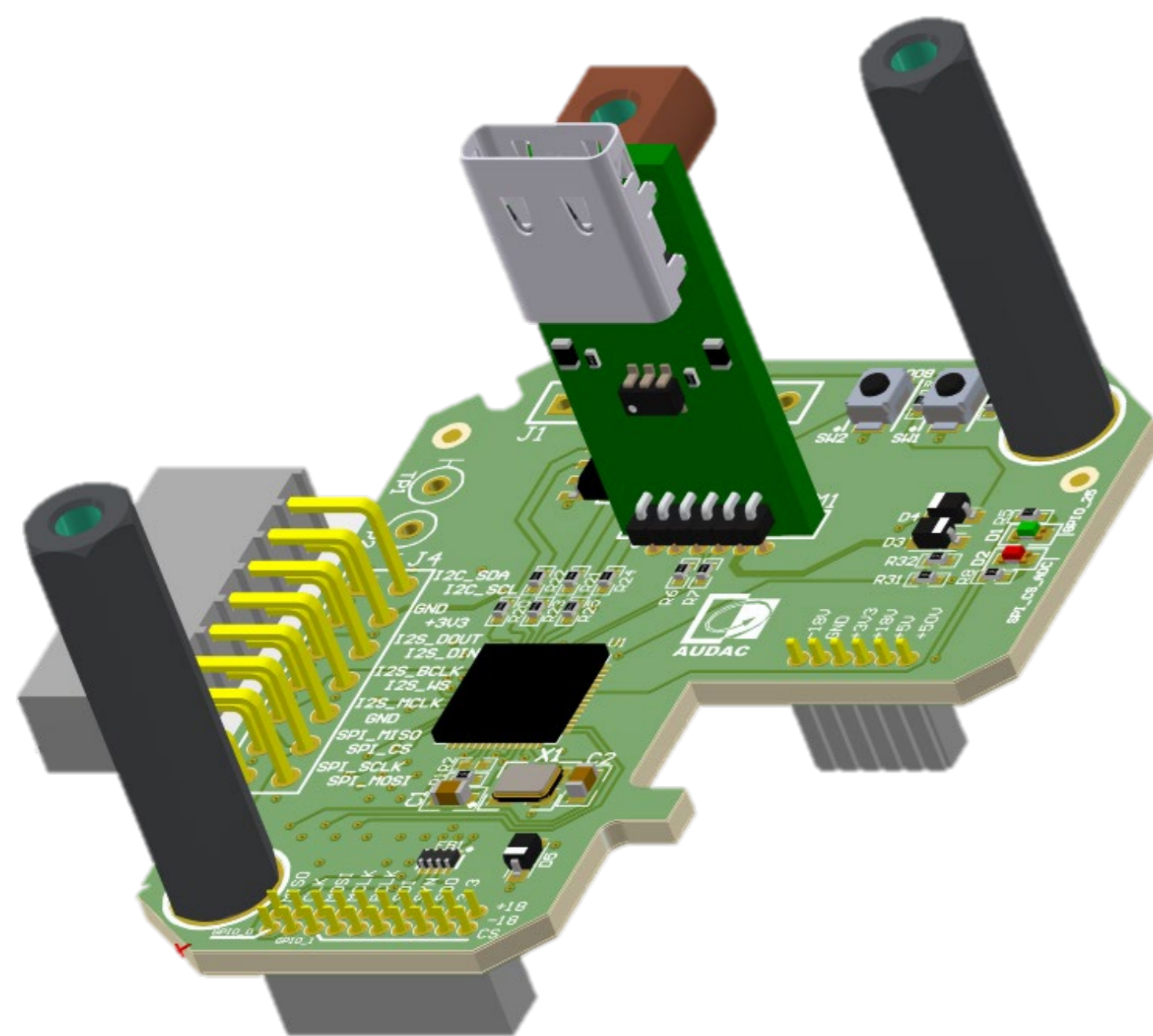
Deze masterproef beoogt een alternatief te zoeken voor dit IC om de audio-kwaliteit te verhogen door een hogere **bit** en **sample rate** te gebruiken, maar ook extra functionaliteit toe te voegen zodanig dat er niet enkel audio in één richting gestuurd wordt maar in **beide richtingen**.



Figuur 1: Audac NWP400 USB/Bluetooth Wandmodule voorzijde



Figuur 2: Audac NWP400 USB/Bluetooth Wandmodule PCB-stack



Figuur 3: Audac NWP400 nieuw ontwerp USB-naar-I<sup>2</sup>S PCB

In een eerste fase van het onderzoek werd onderzocht welke de minimumvereisten waren voor de toekomstige processor, zodanig dat er aan de hand van deze vereisten een onderbouwde keuze gemaakt kon worden. De verwachtingen van audiokwaliteit werden in deze fase ook meteen gedefinieerd als **bi-directionele, hoge resolutie 32-bit stereo** audio met een **sample rate** van **48000 Hz**. Na een vergelijking van verschillende FPGA's en microcontrollers werd de keuze gemaakt om **Raspberry Pi's RP2040** te gebruiken voor dit onderzoek.

Vervolgens werd een testopstelling gebouwd die bestond uit een combinatie van twee **Raspberry Pi Pico's** en één **Dante Ultimo PDK**, waarbij de Raspberry Pi Pico het evaluatiebord is voor de RP2040, zoals schematisch voorgesteld in Figuur 4. Aan de hand van deze testopstelling kon **firmware** geschreven worden waarop de conversies gebeuren van **USB naar I<sup>2</sup>S** en omgekeerd. Deze testopstelling werd vervolgens vertaald in een **elektronisch ontwerp** dat geïntegreerd werd in de bestaande Audac NWP400-wandmodule. Door middel van dit elektronisch ontwerp met de juiste componenten en footprints kon het **PCB ontworpen** worden zodanig dat het in de wandmodule paste. Het ontworpen PCB is in 3D voorgesteld in Figuur 3. Hierop is ook de USB Type C-verbinding te zien waarop een USB-host zich kan aansluiten.

Dit PCB werd hierna aangepast om compatibel te zijn met de andere processor aanwezig in de wandmodule. Het geheel werd getest op verschillende manieren: enerzijds door middel van een **frequentieanalyse** in het softwarepakket **REW** waarbij een groot deel van het frequentiespectrum werd doorlopen anderzijds door het langdurig sturen van een **sinus** waarbij de **vorm** en **integriteit** van de sinus gemonitord werd aan de hand van **Audacity** alsook de verbinding zelf.

ONTWIKKELING

Minimumvereisten  
USB-naar-I<sup>2</sup>S bepalen

Keuze FPGA/MCU

Testopstelling

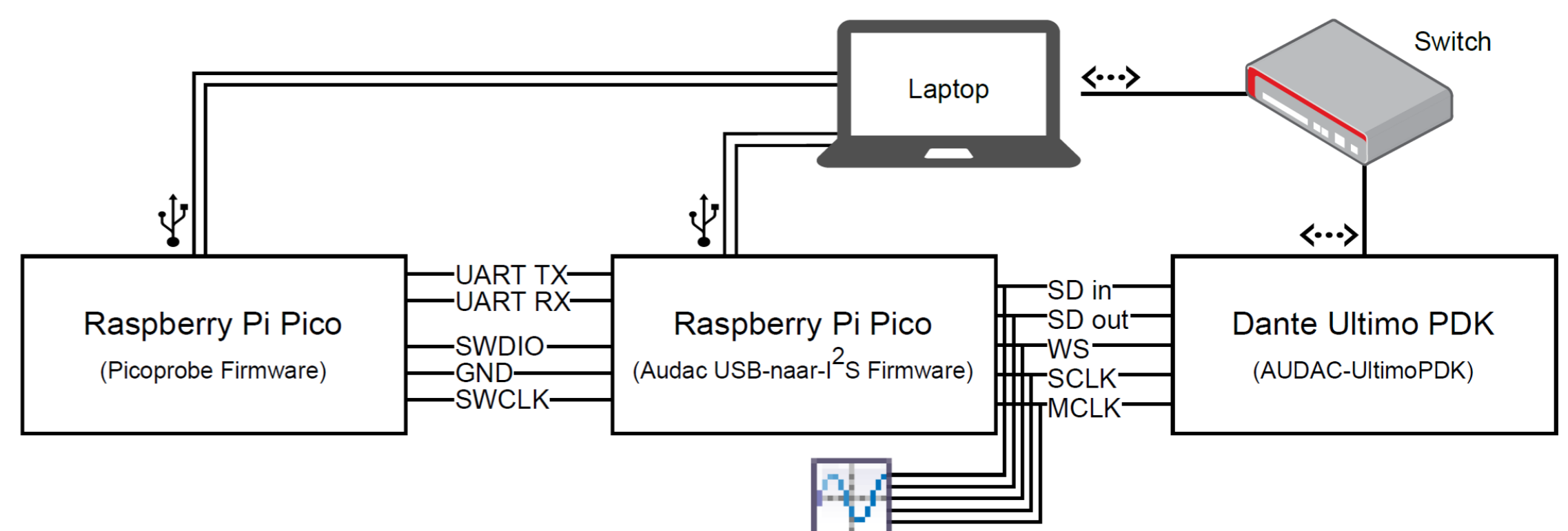
Elektronisch ontwerp

PCB-ontwikkeling

Integratie/testen  
Wandmodule

CONCLUSIE

In deze masterproef werd uitgebreid onderzocht wat een **volwaardige vervanger** is voor de gedateerde chip. Aan de hand van **onderzoek, uitgebreide testen** en **testopstellingen** kon **geconcludeerd** worden dat het nieuwe PCB in de PCB-stack een volwaardige vervanger is voor het IC. In de **toekomst** kan de PCB verbeterd worden zodanig dat alle componenten op **één zijde gemonteerd** worden, waardoor de fabricagekost verlaagd kan worden. Aanvullend kan er extra ondersteuning geboden worden voor andere bit rates en sample rates door het **aanpassen** van de **firmware** en door de USB audio device descriptors te wijzigen zodat ook dit compatibel is voor de andere formaten.



Figuur 4: Schematisch overzicht testopstelling

Interne promotor:  
Interne begeleider:

Prof. dr. ir. Nele Mentens  
Ing. Jelle Biesmans

Externe promotor:  
Externe copromotor:

Ir. Stijn Van Mol  
Dhr. Jo Delveau