EsSleep

Vooronderzoek naar ontwerp.

Onderzoek door:
Julian van Ham, Exi-Electric

Exi-Electric

September 30, 2026

Disclaimer

Dit rapport is opgesteld met redelijke zorg en vakbekwaamheid op basis van de overeengekomen scope en de beschikbare informatie. De hierin opgenomen beoordeling of aanbevelingen vormen geen certificering, wettelijke goedkeuring of garantie dat het product aan alle toepasselijke eisen voldoet. De opdrachtgever blijft verantwoordelijk voor verificatie, validatie, testen en het verkrijgen van eventuele vereiste certificeringen of wettelijke goedkeuringen. Exi-Electric kan niet garanderen dat het ontwerp of rapport aan iedere prestatie-eis of andere toepasselijke vereiste voldoet, tenzij dit uitdrukkelijk schriftelijk is overeengekomen. Aansprakelijkheid van Exi-Electric is beperkt overeenkomstig de toepasselijke algemene voorwaarden, waaronder de daarin opgenomen aansprakelijkheidsbeperking.

Copyright

© [2026]

Dit rapport is een project-specifieke deliverable en wordt, na volledige betaling, eigendom van de opdrachtgever. De opdrachtgever mag dit rapport gebruiken, reproduceren en wijzigen voor het overeengekomen doel van het project. De overdracht van het rapport omvat geen overdracht van onderliggende methoden, tools, scripts, templates of andere herbruikbare middelen van Exi-Electric. Intellectueel eigendom van derden, waaronder software, bibliotheken en gelicentieerde materialen, blijft eigendom van de betreffende rechthebbenden.

Contact

Korenbloem 13, Zevenbergen
4761WB
Nederland

KvK: 42075319

Contact: julianvanham@exi-electric.com

Exi-Electric

Changelog

A1	18/09/2026	Origineel onderzoek.
A2	28/09/2026	TPS61088+TAS580 audio.
A3	30/09/2026	DAC ingebouwt.

Table of Contents

1 Introductie **4**
1.1 Scope 4
1.2 Product 4
2 User Interface **5**
2.1 Aan/Uit 5
2.2 Knoppen 5
2.3 LEDs 5
3 Power **6**
3.1 Accu 6
3.2 Nominaal Spanning 6
3.3 USB-C charging 6
3.4 State-Of-Charge 6
3.5 MOSFET 6
4 Analoge Componenten **7**
4.1 Accelerometer 7
4.2 Audio-Circuit 7
5 Digitale Componenten **7**
5.1 ESP32 7
5.2 Programming 7
5.3 SD-kaart 7
Reference List **8**

Exi-Electric

1 Introductie

1.1 Scope

Er wordt bij dit onderzoek uitsluitend gekeken naar het elektrisch ontwerp, en waar nodig het mechanisch ontwerp. De firmware die nodig is voor de EsSleep valt buiten de scope van die onderzoek.

1.2 Product

Het product betreft de EsSleep. De klant is momenteel bezig met het ontwikkelen van de EsSleep. Een apparaat dat de eindgebruiker ontsteunt met in slaap vallen door het gebruik van begeleide meditatie en het afspelen van muziek. De elektronica is verwerkt in een kussen of knuffel en zal detecteren wanneer de eidngebruiker in slaap is gevallen en daarna stoppen met het afspelen van de audio. De EsSleep wordt voorzien van een app (bluetooth) waarmee de gebruiker de audio kan selecteren en de instellingen kan aanpassen.

1.2.1 User Interface

De EsSleep wordt voorzien van meerde knoppen en LEDs zodat het product gebruikt kan worden onafhankelijk van de bijbehorende app. Er zijn vier knoppen/switches nodig (aan/uit, volume +, volume -, en hold) (2.1). Ook zijn er minstens 2 LEDs nodig (groen/rood) om bluetooth status, aan/uit, en laad-status aan te geven (2.3).

1.2.2 Power

De klant heeft aangegeven dat de EsSleep van stroom voorzien zal worden voor een externe accu met BMS. De configuratie van de 18650-cellen moet nog bepaald worden, evenals de hoeveelheid ervan (3.1). Er moet een circuit geplaatst worden tussen de accu en de ESP32 (3.2). De EsSleep moet op te laden zijn met USB-C; hiervoor is een USB-C connector en een oplaadcircuit nodig (3.3). Voor het bepalen van de laaddstatus voor de LEDs besproken in de UI, is er een SoC circuit nodig (3.4).

1.2.3 Analoge Componenten

Om te bepalen of de eindgebruiker in slaap is gevallen wordt gebruik gemaakt van een accelerometer. De klant geeft aan graag gebruik te willen maken van de LIS3DH (4.1). De speakers zelf zijn $5W$ speakers met 8Ω impedancie. Voor het aandrijven van de speakers wou de klant gebruik maken van de HT8697 versterker in combinatie met de PCM5102APWR DAC (4.2).

1.2.4 Digitale Componenten

De EsSleep wordt aangestuurd door de ESP32-WROOM-1, waarvan het exacte variant nog bepaald moest worden (5.1). De ESP32 wordt tijdens productie geprogrammeerd via USB-C of via testpunten die horen bij de USB-C. Ook moet er een systeem geimplementeerd worden voor het ongeschikt houden van de USB-C programming interface vanwegen RED (5.2). Omdat de EsSleep onafhankelijk van de bijbehorende app gebruikt moet kunnen worden, is er extra opslag nodig voor de audiobestanden. Tijdens de voorbespreking van het project is besloten met de klant om te werken met een SD-kaart (5.3), waarnaar geschreven kan worden/die uitgelezen kan worden door de ESP32.

Ex-Electric

2 User Interface

Via de UI kan de eindgebruiken de EsSleep aansturen. Denk hierbij aan het aan/uit zetten, koppelen van bluetooth, en de laadstatus van de accu bepalen.

2.1 Aan/Uit

Om het hele product aan of uit te zetten wordt gebruik gemaakt van een tactile switch. Er is gekozen om dit een schakelaar te maken in plaats van een knop omdat dit voor de eindgebruiker meteen duidelijk maakt of de EsSleep aan of uit staat. De aan/uit schakelaar is verbonden met een GPIO pin van de ESP32 die een MOSFET schakelt. Het verbinden van de schakelaar verbruikt meer stroom omdat de accu nog wel 'verbonden' is met het circuit. Dit is echter compleet verwaarloosbaar ($2,000mAh/100\mu A \approx 20,000h$). Het voordeel is dat de ESP32 daarmee nooit zonder stroom is en dus niet de intensieve bootprocedures hoeft te doen. Daarnaast is deze constructie nodig voor het meten van de laadstatus (3.4). De selectie van de deze MOSFET is besproken in de volgende Sectie (3).

2.2 Knoppen

Er zijn drie knoppen nodig, waarvan twee 'long press' moeten bieden. Het makkelijkste is om de 'long press'-functionaliteit in de firmware te implementeren. Alle drie de knoppen moeten wel elektrische gedebounced worden met een simpel RC-circuit met diode.

2.3 LEDs

De klant heeft aangegeven twee LEDs voor EsSleep nodig te hebben. De groene LED geeft aan of het product aan of uit staat, en of deze verbonden is met bluetooth. De rode LED geeft de status van de batterij weer. Ik zou aanraden een van de LEDs te vervangen door een RGB-LED. zodat tijdens prototyping er meerdere, complexere statussen kunnen worden weergegeven. Een RGB LED-gebruikt niet meer stroom, en is slechts een paar cent duurder.

ExtElectric

3 Power

De EsSleep beschikt over een externe accu opgebouwt uit 18650-cellen met een BMS. Deze accu moet opgeladen worden via USB-C.

3.1 Accu

De klant heeft aangegven dat de accu opgebouwt moet worden uit 18650 cellen. Er is echter nog niet besloten hoeveel cellen/in welke configuratie, ook moet er een BMS geselecteerd worden. Hoewel deze accu samenstellen en sourcing daarvan niet deel zijn van de scope, is het wel nodig voor het ontwerp om te weten wat de nominaalspanning uit de accu is. Er is besloten te werken met een spanning van $4.2 - 3.0V$, met $3.7V$ nominaal. Dit omdat in mijn optiek cellen in parallel de beste oplossing is voor de accu. Cellen in parallel zijn een stuk breeder beschrikbaar en hebben een voorspelbaardere levensloop. Echter is het zo dat alleen de buck-boost converter veranderd als er toch voor cellen in series wordt gekozen.

3.2 Nominaal Spanning

Om de nominaalspanning van de EsSleep te maken moet er een circuit geplaatst worden na de accu. Er is gekozen voor de TPS63802 [7]. Deze accepteerd het gehele bruikbare spanningsbereik van de 18650-cellen, output $\sim 2A$, (wat nodig is voor de speakers) en heeft goede beschikbaarheid.

3.3 USB-C charging

Om op te kunnen laden vanuit USB-C is ook een IC nodig. Hier is gekozen voor de MCP73831/2 [2]. De controller bied een status LED en native $4.2V$ charging. Deze IC wordt gebypassed door een jumper voor eventueel debuggen.

3.4 State-Of-Charge

Om met de LEDs uit Sectie 2 de laadstatus te kunnen laten zien moet de ESP32 een SoC-berekening kunnen maken. Dit doet men door de het circuit te ontkoppen met de MOSFET, en dan vervolgens de open-klem spanning (OCV) van de accu te meten. Deze meting wordt gedigitaliseerd en in de firmware met de Espressif libraries omgezet in een schatting van de laadstatus. De OCV wordt via een hoog-ohmige spanningsdeler verbonden aan de ADC van de ESP32.

3.5 MOSFET

Voor het ontkoppen van het circuit is er gekozen voor TITPS22919 [5]. Deze MOSFET is specifiek gemaakt voor deze toepassing en valt ruim binnen de elektrische eise.

Ex-Electric

4 Analoge Componenten

Er zijn enkele analoge componenten in het ontwerp van de EsSleep, zoals de accelorometer en het audio-circuit.

4.1 Accelerometer

De accelerometer [3] lijkt erg geschikt voor deze toepassing. Deze IC sluit aan op dezelfde $3.3V$ van de ESP32. Ook draait hij op I2C, wat ondersteunt wordt door de ESP32. Ook is de datasheet erg volledig.

4.2 Audio-Circuit

De beoogde combinatie was de PCB5102APWR DAC met de HT8697 versterken. Echter is deze versterker slecht beschikbaar in Europa en gebruikt een te hoge spanning (aangenomen dat de accu in parallel staat). Hij is vervangen door een andere D-class audioversterker; de TAS5805M [4]. Deze versterker heeft een programeerbare uitgangsspanning vanaf $4.5V$, wat gelijk staat aan een verbruik van $\sim 2W$. Ook heeft deze versterker I2C communicatie en veel veiligheidsfuncties. Omdat deze versteker pas te gebruiken is vanaf $4.5V$, is de TPS61088 synchronous boost [6] gebruikt. Daarnaast heeft deze versterker een ingebouwde DAC, waarmee de PCB5102APWR niet mee nodig is.

5 Digitale Componenten

5.1 ESP32

De klant wil gebruik maken van een variant van de ESP32-WROOM-1, waarvan de exacte variant nog bepaald moest worden. Er is echter gekozen om in plaats van de ESP32-WROOM-1 te werken met de ESP32-S3-WROOM-1-N4 [1]. Deze nieuwere variant heeft BLE5 en native USB. De ESP32-S3-WROOM-1-N4 is ongeveer 20 cent duurder per IC.

5.2 Programming

De ESP32 moet tijdens productie geflashed worden, ook moet hij tijdens het debugging te verbinden zijn met de laptop. Er is gekozen om het programmeren te doen over USB-C, omdat dit voor kleinschalige productie voor de klant het fijnst is. De USB-C verbinding zal verbonden worden met jumpers, zodat de eindgebruiker niet zelf via USB-C kan verbinden. Daarnaast is er besproken om test-punten toe te voegen aan de nodige signalen, zodat mocht productie opgeschaald worden er geprogrammeerd kan worden via pogo-pins.

5.3 SD-kaart

Omdat de ESP32 nauwelijks eigen geheugen heeft is er gekozen om een externe SD kaart te plaatsen. De SD-kaart kan communiceren met de ESP32 via SPI. Eventueel is het aan te raden een SD-slot te gebruiken met een detect pin. Het handigste is als de SD-kaart geformat is met FAT32 voor gebruik. Pull-ups zijn nodig voor de SPI signalen.

ExiFlectric

Reference List

[1] Espressif Systems. *ESP32-S3-WROOM-1 and ESP32-S3-WROOM-1U Datasheet*. Espressif Systems. URL: https://documentation.espressif.com/esp32-s3-wroom-1_wroom-1u_datasheet_en.pdf.

[2] Microchip Technology Inc. *MCP73831/2: Miniature Single-Cell Li-Ion/Li-Polymer Charge Management Controllers*. Microchip Technology Inc. URL: https://ww1.microchip.com/downloads/aemDocuments/documents/APID/ProductDocuments/DataSheets/MCP73831-Family-Data-Sheet-DS20001984H.pdf.

[3] STMicroelectronics. *LIS3DH: MEMS Digital Output Motion Sensor*. STMicroelectronics. URL: https://www.st.com/en/mems-and-sensors/lis3dh.html.

[4] Texas Instruments. *TAS5805M: 23-W Stereo, 45-W Mono, 4.5-V to 26.4-V Digital Input Audio Amplifier*. Texas Instruments. URL: https://www.ti.com/lit/ds/symlink/tas5805m.pdf.

[5] Texas Instruments. *TPS22919: 1.9-A, 5.5-V, 28-mOhm Load Switch*. Texas Instruments. URL: https://www.ti.com/lit/ds/symlink/tps22919.pdf.

[6] Texas Instruments. *TPS61088-Q1: 10-A, Fully Integrated Synchronous Boost Converter*. Texas Instruments. URL: https://www.ti.com/lit/ds/symlink/tps61088-q1.pdf.

[7] Texas Instruments. *TPS63802: 2-A High-Efficiency Buck-Boost Converter*. Texas Instruments. URL: https://www.ti.com/lit/ds/symlink/tps63802.pdf.

Exi-Electric