

Bachelor project

eindverslag puzzel Trappen maar!

Lyssa Ramaut & Sander Van Driessche



Bachelor 3: Elektronica-ICT, Embedded Systems
Technologiecampus Gent
Semester 2 Academiejaar 2021-2022

Inhoudsopgave

1	Inleiding	2
2	Analyse	3
2.1	Fiets	3
2.2	Buffer en 7-segment displays	3
3	Ontwerp en realisatie	4
4	Evaluatie	4
5	Conclusie	5

1 Inleiding

In deze puzzel zullen twee Sustainable Development Goals behandeld worden: SDG7 en SDG13. Die laatste is de recentste jaren wellicht de meest aanwezige in ons leven: actie ondernemen om de klimaatwijzigingen tegen te gaan. Bij 'Trappen Maar' wordt dit gerealiseerd via SDG7, deze gaat over betaalbare en groene energie.

De puzzel bestaat uit 3 verschillende elementen: een buffer, hometrainer en vier seven-segment displays. De buffer werkt als centraal element, deze zal namelijk dienen als energie-opslag voor de gehele escape-room. De spelers kunnen energie winnen door in de ruimte op zoek te gaan naar het seven-segment display dat een getal weergeeft, dit zal telkens slechts een van de 4 displays zijn. Het getal daarop (tussen 1 en 4) geeft aan hoe snel een van de spelers moet trappen op de hometrainer. Indien het juiste snelheidsniveau werd aangenomen binnen de tijdspanne die wordt aangegeven door leds op het paneel van de fiets, zal in de buffer een extra ledstrip aangaan. De fietser kan zelf zien hoe hard hij trapt dankzij een LCD-paneel op datzelfde paneel van de hometrainer. De buffer is opgedeeld in een rode, oranje en groene zone. Van zodra de spelers erin geslaagd zijn de buffer tot oranje te vullen, zal de eerste puzzel ontgrendeld worden: het Treinspel. Wanneer spelers een fout maken bij eender welke puzzel, zal het energieniveau van de buffer dalen. Als het niveau te laag is om verder te spelen, zullen ze opnieuw moeten fietsen om deze terug aan te vullen.

We willen volgende doelstellingen realiseren:

- 3 verschillende, werkende PCB ontwerpen
- seven-segment displays en buffer maken met ledstrips om zo op een aantrekkelijke manier de spelers aan het werk te zetten.
- correcte communicatie tussen de verschillende componenten
- alles mooi afwerken met gelasercutten boxes.

2 Analyse

Zoals hierboven reeds gezegd, begint elke 'ronde' met het random genereren van een getal tussen 1 en 4 door de buffer en dit wordt dan verstuurd naar een willekeurig seven-segment display. Dit display toont het getal dan gedurende 5 seconden. Tijdens deze 5 seconden stuurt het display de boodschappen 'LED1', 'LED2' en 'LED3' naar de fiets, die de speler duidelijk maken hoeveel tijd hij of zij nog heeft om het correcte niveau te fietsen. Wanneer de 5 seconden voorbij zijn, roept het seven-segment display zijn methode 'sendready()' op. In deze methode wordt eerst "send" gestuurd naar de fiets waarna die het gefietste level doorstuurt naar de buffer, hierna worden de ledstrips van het 7-segment display uit gezet.

Het is nu de buffer die het doorgekregen level van de fiets gaat controleren met het willekeurig getal tussen 1 en 4 dat hij zelf doorstuurt naar het seven-segment display. Indien dit correct is, verhoogt hij zelf de score en laat hij een extra ledstrip branden die de score van de spelers weergeeft. Ook stuurt de buffer bij een correct gefietst niveau het bericht "correct" naar de fiets waarna die een groene led laat branden of een "false" waarna een rode led gaat branden, dit laatste uiteraard indien de speler te snel of te traag heeft gefietst. Om deze cyclus af te ronden, stuurt de fiets het bericht "newNumber" naar de buffer waarna alles opnieuw begint en de buffer een nieuw willekeurig getal (tussen 1 en 4) genereert om dat vervolgens naar een random seven-segment display te sturen.

2.1 Fiets

Het spel valt en staat met een hometrainer waarbij de snelheid waarmee een speler fietst met een dynamometer wordt opgemeten. De gemeten AC-spanning uit die dynamometer wordt met een bruggelijkrichter omgezet naar een gelijkspanning. Met behulp van een condensator wordt die gelijkgerichte spanning omgezet naar een constante gelijkspanning welke via de functie analogRead(PinNummer) kan worden uitgelezen door de ESP32. Door hier te kiezen voor een condensator met grote capaciteitswaarde ($1000\mu\text{F}$), kan het gefietste niveau makkelijker constant gehouden worden aangezien de ontlaadtijd van deze condensator dan groter is ($\tau = R \times C$). De fietser kan zijn huidige fietssnelheid voortdurend volgen op een LCD (20x4) met i^2C -aansluiting.

De energie die gegenereerd wordt door het fietsen, wordt tenslotte ook gebruikt om een UV-lamp aan te sturen die nodig is bij de laatste puzzel.

Gezien hier gebruik wordt gemaakt van een LCD die een voedingsspanning van 5V nodig heeft, is het het eenvoudigste om gebruik te maken van een powerbank om de esp te voeden. Deze 5V wordt namelijk rechtstreeks als voeding gebruikt voor de LCD en voedt m.b.v. een LDO de ESP32 die 3.3V nodig heeft.

2.2 Buffer en 7-segment displays

De buffer bestaat uit 16 ledstrips waarvan de onderste 5 rood zijn, de middelste 6 oranje en de bovenste 5 groen. Afhankelijk van de score van de spelers gaat er een ander aantal ledstrips branden en komen ze in een bepaalde kleurenzone terecht. De kleurenzone bepaalt op zijn beurt welke andere escaperoom spelletjes gespeeld kunnen worden/ welke spelletjes geblokkeerd zijn. Deze component staat dan ook in verbinding met elke andere puzzel van de escape-room.

Aangezien we hier met ledstrips werken zijn we genoodzaakt gebruik te maken van 12V. We werken voornamelijk met 12V voedingskabels die rechtstreeks de ledstrips voeden en die via een buck-converter en LDO (ingebouwd in PCB) de ESP voeden met 3V3. Voor een van de 7-segment displays maken we gebruik van een powerbank (5V) waar we een dc-dc converter aanhangen die een uitgangsspanning van 12V realiseert. Op die manier is een van de displays wat mobieler.

3 Ontwerp en realisatie

De elektrische schema's en PCB-ontwerpen van fiets, buffer en 7-segment displays, zijn terug te vinden op de Github-pagina van de escape-room. Ook de programmacodes zijn daar terug te vinden (fiets, buffer en displays). Om alle delen van de puzzel zo goed mogelijk te beschermen tegen schade, hebben we dozen ontworpen via SolidWorks.

Doordat we 3 verschillende PCB's ontwierpen en ook heel wat verschillende onderdelen nodig hadden om onze puzzel te realiseren, was dit geen goedkoop project. Onze uitgebreide BOM-analyse is ook terug te vinden op onze Github-pagina. We zitten dus op een totale kostprijs van ongeveer 74,54 euro (PCB's niet meegerekend). We hadden weliswaar reeds een groot deel van de componenten voorhanden zoals de ESP32 chips, weerstanden en condensatoren, buck convertoren... waardoor het bedrag van de effectief aangekochte goederen toch heel wat lager ligt.

4 Evaluatie

Na het volledig implementeren van onze puzzel bekijken we eens de verschillende doelstellingen die we hoopten te realiseren uit de inleiding.

Het kostte ons wat moeite, maar uiteindelijk lukte het ons om 3 verschillende (6 in totaal) werkende PCB's te ontwerpen en bestukken. We hadden in het begin namelijk heel wat beginnersfouten zoals vergeten toevoegen van een level shifter bij de LCD, geen pull-up weerstanden bij de boot en enable button, geen LDO na de buck convertor... maar na heel wat debuggen (ook van slechte solderingen) lukte het ons ze alle zes werkende te krijgen. Met behulp van de lasercutter slaagden we er uiteindelijk in alles mooi af te werken en te visualiseren. Ook de communicatie tussen de verschillende componenten werkt correct en we zorgden voor code die verloren berichten/weggevalen connectie kan opvangen.

Aan het begin van het project dienden we een SWOT-analyse te maken. Bij ons kwam daar voornamelijk uit dat we wel op voldoende ideeën kunnen komen maar een beetje beperkt worden door onze kennis over praktische mogelijkheden. Dankzij het duwtje dat we af en toe vroegen en kregen van de begeleider(s), bleek dit echter goed mee te vallen.

Onze sterke punten werden anderzijds ook bevestigd. Zo gingen we er beiden vanuit ons goed aan een vooropgestelde planning te kunnen houden, wat inderdaad zo was. We raakten namelijk mooi op tijd klaar door hier buiten de voorziene uren extra aan te werken. Het werk werd bij ons grotendeels opgesplitst in hardware - software. Dit hebben we voornamelijk gedaan om conflicterende code te vermijden. Wel was er steeds hulp van de andere persoon wanneer gevraagd. Op die manier werd het werk zo goed als mogelijk verdeeld terwijl de samenwerking toch goed bleef verlopen.

Een eerste uitbreiding zou kunnen zijn dat het spel (het tonen van de gefietste snelheid en het oplichten van de seven segment) automatisch wordt stopgezet wanneer de buffer volledig opgeladen is. Dit zou het programmeerwerk iets zwaarder maken gezien we dan moeten werken met voorwaardelijke lussen.

We zouden als tweede uitbreiding de schommelingen in het gefietste niveau softwarematig kunnen opvangen, maar we kozen ervoor dit niet te implementeren aangezien we dit probleem grotendeels konden oplossen door gebruik te maken van een grotere condensator. De uitwerking van dit probleem is niet voor de hand liggend, maar zeker niet onmogelijk.

5 Conclusie

We waren in staat een puzzel te realiseren die bestond uit 3 grote onderdelen en daardoor weliswaar groter was en meer tijd vroeg dan we aanvankelijk verwachtten. Ook zijn we beiden heel tevreden over de esthetische kant van onze puzzel:

- Een buffer die via verschillende kleuren ledstrips de score en zone waarin de speler zit weergeeft (ledstrips worden gediffused en de buffer zelf zit in een gelasercut box)
- vier zelfgebouwde 7 segments die de te fietsen snelheid tonen
- een fiets waar een LCD'tje de snelheid weergeeft die de speler fietst

Uiteraard zijn werkende PCB's en code heel erg belangrijk indien we een escape room willen maken, maar dit laatste, het visuele aspect, is volgens ons minstens even belangrijk. Het geeft de speler namelijk een heel andere beleving bij het spelen van onze puzzel.

Een andere, ook heel belangrijke verwezenlijking was de onderlinge communicatie. We konden beiden totaal verschillende ideeën hebben over hoe te werk te gaan maar toch werd er steeds geluisterd naar dat van de ander en werd er ook op verder gebouwd om te bekijken wat praktisch mogelijk zou zijn en wat niet. Daarnaast hebben we beiden het gevoel enorm veel bijgeleerd te hebben door het toch overwegend zelfstandig werken en opzoeken.