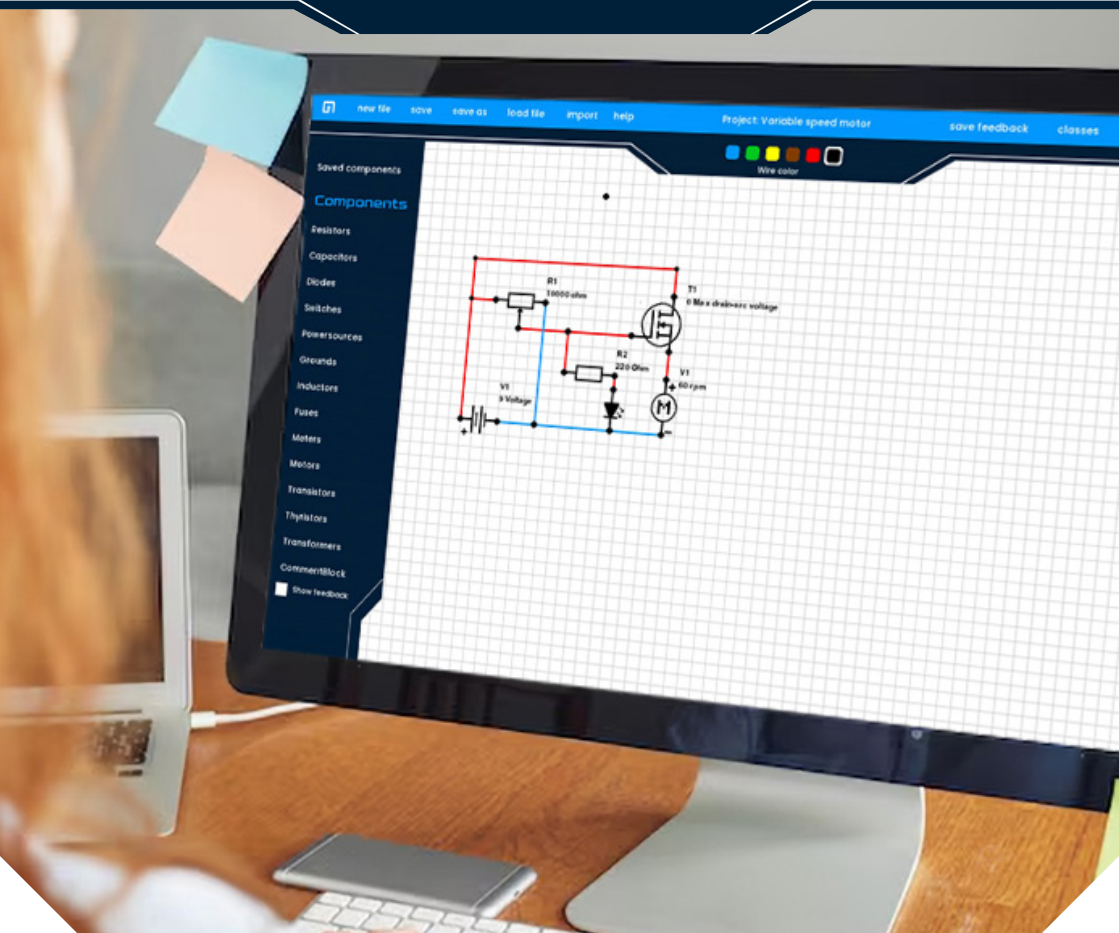


**Auteur:**  
**Driesen Marten**

**Promotor:**  
**Tilburgs Stefan**



# POWERLINK

## elektronische & residentiële installaties voor onderwijs

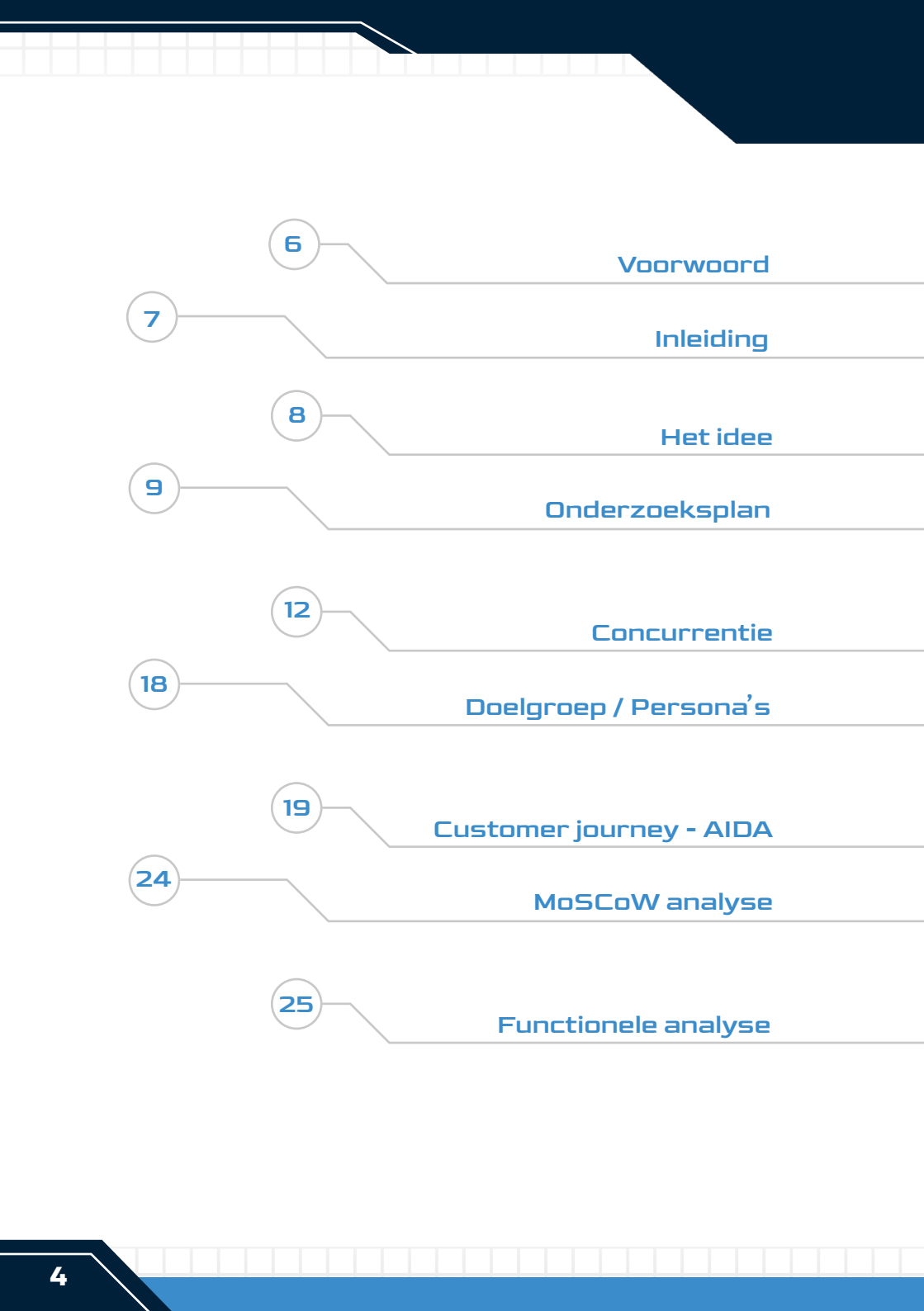


Voor mijn eindwerk heb ik een applicatie ontwikkeld in Python die het tekenen van elektronische schema's met residentiële componenten vereenvoudigt. Deze app is specifiek bedoeld voor het onderwijs. Leerkrachten verliezen met de app geen tijd meer aan het verbeteren van circuits op papier. De studenten kunnen circuits tekenen met een gebruiksvriendelijke en intuïtieve interface en het verbeteren kan nu online.

Tijdens dit project heb ik enorm veel bijgeleerd, zowel op technisch als op procesmatig vlak. In onze opleiding leren we onder andere hoe we games en websites ontwikkelen, zowel visueel (in 2D en 3D) als technisch. Maar we gaan veel verder dan dat. We leren het volledige traject van productontwikkeling. Dat begint bij brainstormen, gevolgd door marktonderzoek met interviews om de noden van gebruikers in kaart te brengen, een analyse van de concurrentie, en het opstellen van een concreet plan. Daarna bouwen we het product, inclusief huisstijl en branding. Wat we minder hebben behandeld, is hoe je zo'n product effectief op de markt brengt en verkoopt.

In mijn eindproject heb ik mezelf vooral technisch uitgedaagd. Ik heb bewust functionaliteiten geïmplementeerd die we niet in de lessen hebben gezien, om mezelf extra te prikkelen. De app bevat onder andere functies zoals undo, redo, copy-paste en andere handige sneltoetsen die je kent van professionele software. Gebruikers kunnen bestanden opslaan op hun computer en later opnieuw openen. Het was een echte puzzel om al deze elementen correct te programmeren, maar het resultaat mag er zijn.

De bronnen die ik heb geraadpleegd voor het realiseren van dit programma, bestaan voornamelijk uit specialisten op het gebied van elektronica, websites en blogs. Zo heb ik advies gekregen van twee professoren in de elektronica, mijn oom (professionele bachelor in bouwkunde), en mijn broer (student graduaat elektro mechanische systemen aan Thomas More hogeschool) die mij de nodige uitleg heeft gegeven over elektronische componenten.



6	Voorwoord
7	Inleiding
8	Het idee
9	Onderzoeksplan
12	Concurrentie
18	Doelgroep / Persona's
19	Customer journey - AIDA
24	MoSCoW analyse
25	Functionele analyse

Literatuur studie

27

Technisch onderzoek

30

Stijlgids

32

Mockups

35

Moodboard

36

Sleutelbeeld

38

Test verslagen

39

Besluit

42

Literatuurlijst

43

# Voorwoord

Tijdens de drie jaar dat ik Multimedia en Creatieve Technologie aan de Erasmushogeschool Brussel (EHB) heb gestudeerd, heb ik mogen deelnemen aan allerlei creatieve projecten. Vooral het animeren, coderen en in het bijzonder 3D-modelleren hebben mijn passie aangewakkerd. Ik ben ook erg trots op de resultaten die ik heb behaald.

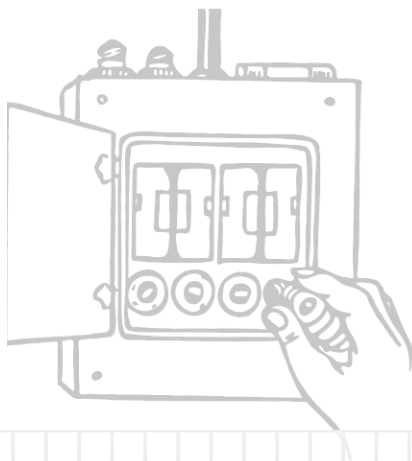
Ik wil het opleidingshoofd en alle docenten bedanken voor de fijne en inspirerende tijd. Aan EHB heerst er weinig hiërarchie tussen studenten en docenten, wat zorgt voor een warme, toegankelijke sfeer en een sterke band. Daar ben ik enorm dankbaar voor.

In mijn laatste jaar heb ik bovendien de kans gekregen om een semester in het prachtige Schotland te studeren. Ook daar heb ik een onvergetelijke tijd beleefd. Ik ben de school dankbaar voor deze unieke kans.

Tot slot wil ik graag enkele mensen bedanken die een belangrijke rol hebben gespeeld tijdens dit project.

Mijn broer, mijn oom en de twee geïnterviewden wil ik bedanken voor hun expertise in elektriciteit. Zij hebben me wegwijs gemaakt in de essentiële elementen van de elektronica, wat een onmisbare basis vormde voor dit project.

Ook wil ik mijn ouders bedanken voor het nalezen van de teksten en het corrigeren van de spelling in mijn eindresultaat.



Ik begin met een korte toelichting over hoe het idee voor dit project tot stand is gekomen. Zodra het concept vorm kreeg, ben ik op zoek gegaan naar mensen met expertise in het vakgebied elektronica. De inzichten uit deze interviews vormden de basis voor het verdere onderzoek.

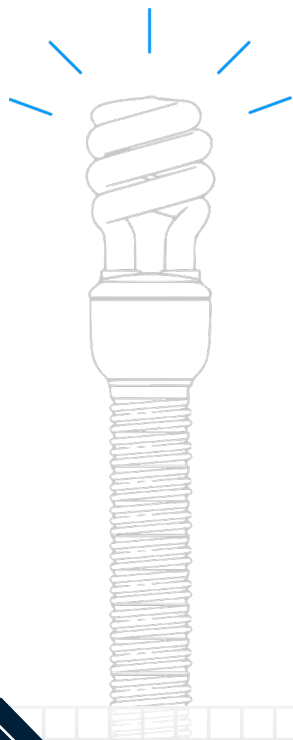
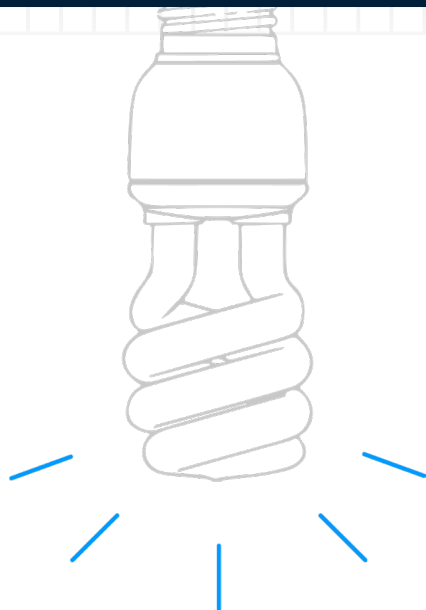
Op basis van de noden die uit de gesprekken naar voren kwamen, heb ik een concurrentieanalyse uitgevoerd. Dit gaf mij een beter beeld van bestaande oplossingen en hielp me om scherp te stellen hoe mijn applicatie zich kan onderscheiden. Tegelijkertijd kon ik bepalen welke doelgroepen – of persona's – ik met mijn app wil bereiken.

Daarna maakte ik een MoSCoW-analyse om de prioriteiten van de verschillende functionaliteiten in kaart te brengen. Ook voerde ik een literatuurstudie uit om te bepalen welke elektronische componenten essentieel zijn voor het programma, en welke grafische keuzes het gebruiksgemak ten goede komen.

Op basis van deze inzichten volgde een technisch onderzoek, waarin ik onderzocht welke programmeertaal en libraries het meest geschikt waren voor de ontwikkeling van de app. Vervolgens werkte ik een moodboard en huisstijl uit, die de visuele identiteit van het project ondersteunen. Tot slot presenteer ik een aantal mockups en formuleer ik mijn conclusies over het eindwerk binnen de opleiding Multimedia en Creatieve Technologie aan EHB.

## Het idee

Toen ik aan het brainstormen was over een idee voor mijn eindwerk, bevond ik me op een Erasmusprogramma in het prachtige Schotland. Ik wist waar mijn interesses lagen: animatie, coderen, ontwerpen—kortom, een echte mix van multimedia. Ik was op zoek naar een eindwerkproject waarin ik iets technisch kon creëren, zoals een film, een 3D-website of iets anders innovatiefs, maar ik bleef lange tijd twifelen. Toen ik uiteindelijk terug in België was, zat ik op een zaterdag tv te kijken in de woonkamer.



Mijn broer zat aan de tafel elektronica te studeren. Op een gegeven moment liep ik naar hem toe, en hij zuchtte: “Marten, de programma’s die ik gebruik om elektronische circuits te tekenen zijn zo onnodig ingewikkeld. Kan jij daar niet iets beters van maken?” Eigenlijk vond ik dit een heel interessant idee. Vroeger wilde ik graag wetenschap studeren, maar uiteindelijk heb ik gekozen voor multimedia. Toch vind ik wetenschap nog steeds ontzettend boeiend, en dit idee leek me een perfecte kans om beide werelden te combineren. Dan kan ik ook samenwerken met mijn broer. Hij laat mij dan de technische wereld van elektronica ontdekken.



# Onderzoeksplan

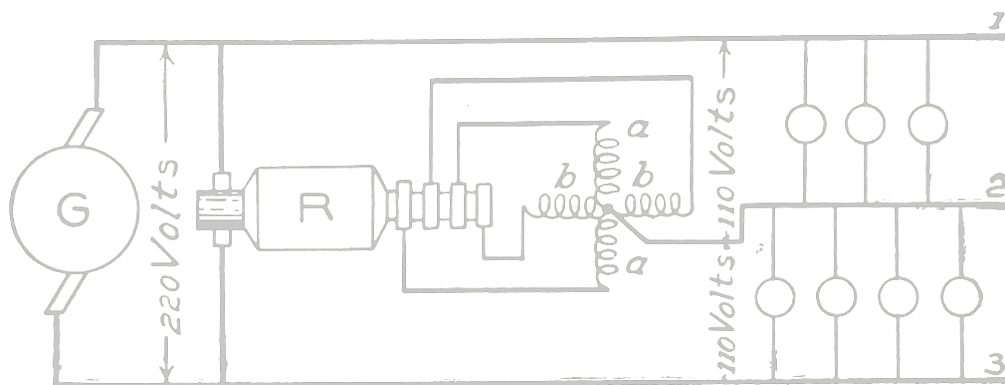
## Onderzoeksvraag:

### Hoe maak ik een programma om elektrische (residentiële) circuits te tekenen voor onderwijs

Er bestaan veel programma's om elektronische schema's te tekenen, maar deze variëren sterk in functionaliteit. Dit komt doordat elektronica een enorm breed vakgebied is. Juist daarin schuilt een valkuil: bedrijven willen hun apps aantrekkelijk maken voor zoveel mogelijk gebruikers en voegen daardoor vaak te veel functies toe. Het resultaat is een complexe en ongebruiksvriendelijke app.

We leven bovendien in een tijdperk waarin de Experience Economy centraal staat. Dit betekent dat succes ligt in het creëren van producten die specifiek zijn afgestemd op één duidelijk omschreven doelgroep, in plaats van te proberen iedereen te bedienen.

Cottam, S. (2022, 15 augustus). What is the experience economy? Les Roches.  
<https://lesroches.edu/blog/what-is-the-experience-economy/>



Om meer inzicht te krijgen over onderwijs software voor elektronica heb ik voor mijn onderzoek twee personen geïnterviewd: een professor elektronica van de KU Leuven (Jeffrey Prinzie) en een docent elektronica van mijn eigen hogeschool, EHB (Hans Ramon). Daarnaast heb ik ook lange gesprekken gevoerd met mijn broer, die een graduaat elektromechanische systemen volgt, en met mijn oom, die ervaring heeft in residentiële installaties en een bachelor in de bouwkunde heeft.

Uit de interviews blijkt een duidelijke behoefte aan een gebruiksvriendelijke elektronica-simulatieapp die zich specifiek richt op residentiële componenten en de basisprincipes van elektronica binnen het onderwijs. Met “simulatie” wordt bedoeld dat gebruikers een circuit kunnen tekenen en vervolgens met één druk op de knop kunnen testen of het circuit correct functioneert.

De geïnterviewden gaven aan dat bestaande softwarepakketten vaak te complex en te duur zijn voor hun educatieve doeleinden. Zo vermeldde een professor van de KU Leuven dat hun instelling jaarlijks ongeveer €350.000 uitgeeft aan elektronicasoftware, waarvan een aanzienlijk deel van de functionaliteiten nooit wordt benut. Er is dus nood aan een eenvoudig, betaalbaar en doelgericht alternatief. Momenteel worden circuits op papier getekend, wat veel tijd kost.



*Designed by pch.vector / Freepik*

## Samenvatting van de wensen

**KU LEUVEN**



basis componenten

oscilloscope

kan circuit simuleren

optimale power gebruik hints

gemakkelijk deleten van draden  
en componenten

component toont eigenschappen

component oververhit hint

basis componenten

oscilloscope

kan circuit simuleren

residentiële elementen

3 fase circuit

soorten kabels

Een **oscilloscoop** is een hulpmiddel waarmee je elektrische spanningen tussen twee punten kunt meten en visualiseren.

Een **driefasig circuit** is een type elektrisch circuit dat vaak wordt gebruikt in residentiële installaties voor een efficiënte verdeling van elektrische energie.

### Deelvragen:

**Maak ik een programma waar een simulatie feedback geeft of waar de leerkracht feedback geeft?**

**Welke van deze functies in de samenvatting zijn haalbaar voor mij als junior developer?**

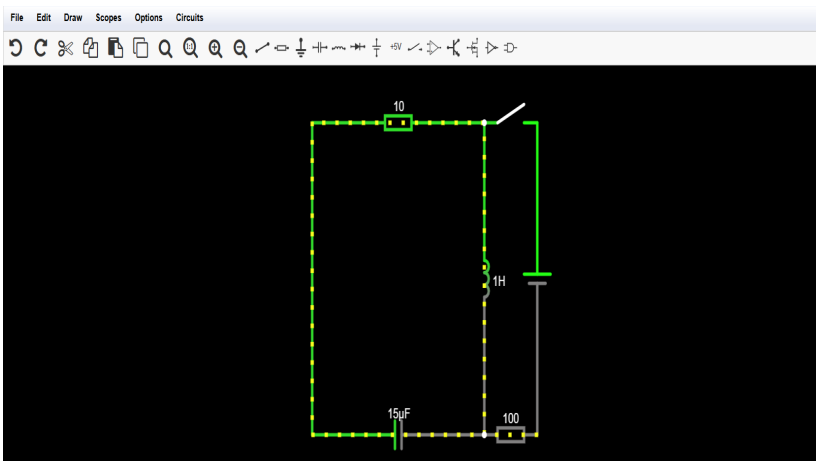
**(zie MoSCoW en functionele analyse)**

# Concurrentie

## Circuit.js

Circuit.js is een webgebaseerde simulator voor elektronische schakelingen. Het stelt gebruikers in staat om eenvoudig circuits te ontwerpen en real-time te simuleren, met live visualisaties van stroom en spanning. De tool ondersteunt analoge en digitale componenten en biedt opties zoals transient- en AC-analyse. Ideaal voor leren en testen zonder fysieke hardware, is Circuit.js gratis toegankelijk via een browser en perfect voor studenten, hobbyisten en ingenieurs.

- veel componenten
  - visuele stroom vloeit
  - oscilloscope
  - export circuit function
  - gratis
  - ongebruiksvriendelijk
  - alleen online
  - geen residentiele elementen
- voordeel      • nadeel



## PSpice

duizenden componenten

optimale power gebruik hints

maak custom component

goede interface

extended oscilloscope

3d visualisatie

temperatuur simulatie

shows problems in circuit

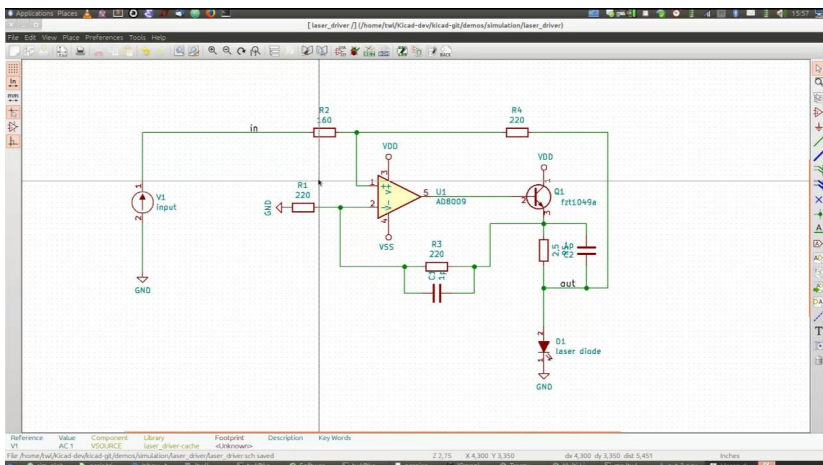
bruikbaar offline

steile leercurve

overpowerde tool

heel duur

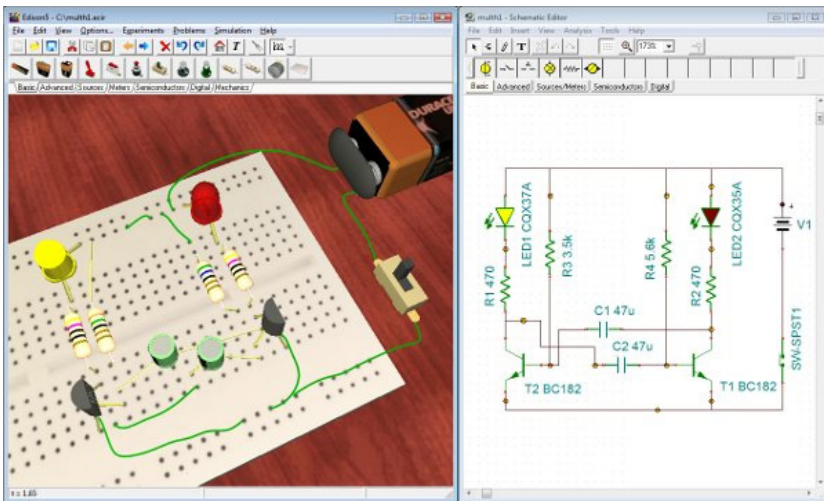
met PSpice kan je elektronische schakelingen simuleren. Het ondersteunt DC-, AC- en transient-analyse, met modellen voor diverse componenten zoals transistors en opamps. PSpice is ideaal voor het ontwerpen en testen van complexe schakelingen en wordt veel gebruikt door ingenieurs en studenten in de elektronica.



## Edison5

Het is ideaal voor beginners, met een (3d) visuele interface en functies zoals circuitanimaties en virtuele instrumenten om schakelingen te testen en te meten. Het helpt studenten de basisprincipes van elektronica op een intuïtieve manier te leren. Edison 5 biedt ook functies zoals breadboard-weergave en metingen met virtuele instrumenten zoals multimeters en oscilloscopen.

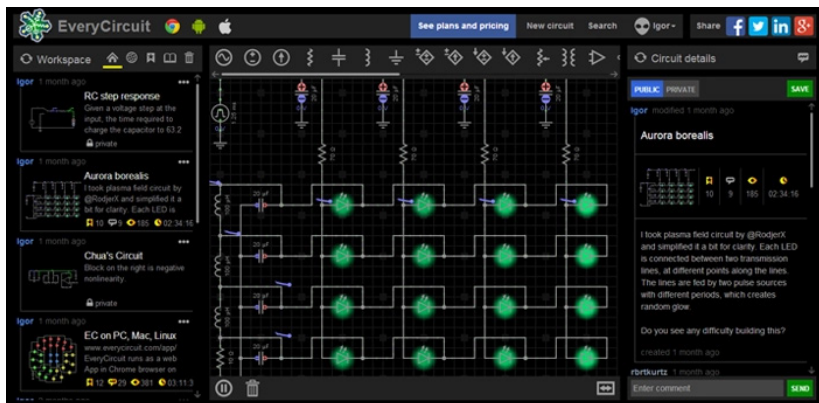
- realistische 3d weergave
- easy circuit tekenen
- kan simuleren
- biedt stapsgewijze instructies
- gericht op onderwijs
- kan circuits delen
- docent kan scenario's maken
- geen residentiele installaties
- beperkte gratis versie



## Everycircuit

- veel componenten
- easy to draw components
- visuele stroomvloeï
- deel circuits met anderen
- kan simuleren
- veel voorbeeld circuits
- beschikbaar op mobiel en pc
- geen residentiele elementen
- beperkte gratis versie

EveryCircuit is een interactieve app voor het ontwerpen en simuleren van elektronische schakelingen. Het stelt gebruikers in staat om circuits te bouwen en deze in real-time te simuleren. De app toont visuele feedback over spanningen en stromen, en biedt de mogelijkheid om circuits direct te testen. EveryCircuit is gebruiksvriendelijk en geschikt voor zowel beginners als gevorderden, en maakt elektronica leren en experimenteren toegankelijk op smartphones en tablets.



**Naast software zijn er ook fysieke tools** om elektronica te leren, zoals bouwkits die studenten helpen circuits op te bouwen en te werken met componenten zoals weerstanden, condensatoren en transistors. Voorbeelden hiervan zijn Arduino kits, Raspberry Pi kits en breadboard kits. Deze kits bevatten aansluitingen met verschillende functies die je kunt verbinden met het breadboard om schakelingen te bouwen. Deze hands-on benadering biedt praktische ervaring, maar het gebruik van zulke tools is lastig tijdens een hoorcollege. In tegenstelling tot fysieke apparatuur kan je met software snel experimenteren en zelfs thuis oefenen, wat het veel toegankelijker maakt voor studenten.



*"Designed by PCH.vector / Freepik"*



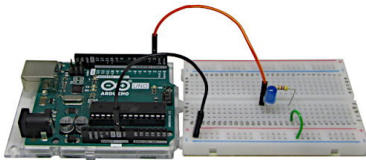
## Raspberry Pi



De **Raspberry Pi** en Arduino zijn beide geliefde platformen, maar verschillen technisch sterk. De Raspberry Pi is een single-board computer met een krachtige ARM-processor, draait op Linux, en ondersteunt multitasking en programmeertalen als Python en C++. Met 40 GPIO-pinnen, USB, HDMI en Ethernet is het ideaal voor complexe projecten zoals servers, AI en IoT.

---

## Arduino met breadboard



De **Arduino** is een microcontroller zonder besturingssysteem, ontworpen voor directe hardware-interactie. Het voert één programma uit en biedt digitale en analoge pinnen voor sensoren en actuatoren. Door lage energiebehoefte en eenvoudige C++ programmering is het perfect voor real-time toepassingen zoals robotica en embedded systemen.

# Doelgroep / persona's



## Joris | student elektronica

Elektriciteit is een moeilijk vak, en hij moet vaak informatie opzoeken die niet altijd duidelijk is en de leerkracht is niet altijd bereikbaar op school. Hij zoekt een studentvriendelijke tool om gemakkelijk schema's te tekenen waarbij hij online sneller feedback kan ontvangen van de leerkracht.



## Karel | docent elektronica

Hij zoekt een online tool om zijn leerlingen feedback te geven op digitaal getekende circuits, in plaats van op papier.

## Secundaire persona



## Macha | architect

Macha is veel met elektronica bezig als hobbyïste. Ze raakt vaak haar papieren tekeningen kwijt. Ze wil niet betalen voor een app en zoekt naar een online tool waarmee ze (residentiële) circuits kan tekenen en opslaan op je pc. Daarnaast wil ze bestanden kunnen delen met vrienden.

# Customer journey - AIDA



## Joris

### Awareness

Tijdens het scrollen op TikTok ziet hij een korte video waarin een student een digitaal circuit tekent in Powerlink en binnen enkele uren al feedback krijgt van zijn leerkracht.

TikTok-demo's trekken zijn aandacht

Herkenning: "Hé, dat probleem heb ik ook"

Hij klikt door naar de app

### Interest

Hij bekijkt een korte YouTube-video waarin duidelijk te zien is hoe studenten schema's tekenen, feedback krijgen en bestanden delen. Het ziet er overzichtelijk en gebruiksvriendelijk uit.

Duidelijke demo's en tutorials

Studentgerichte voordelen zoals snelle feedback

Simpele interface zonder technische rompslomp

### Desire

Joris ziet in dat dit zijn proces echt kan verbeteren.

Sneller feedback krijgen

Minder frustratie bij het leren van complexe schakelingen

### Action

Hij downloadt de app via de Microsoft Store, tekent zijn eerste schema en deelt het meteen met zijn leerkracht. Binnen een paar uur heeft hij reactie terug.

Eenvoudige installatie en registratie

Direct starten met tekenen

Actieve terugkoppeling versterkt zijn motivatie

## Karel

### Awareness

Karel hoort via een collega over een nieuwe tool waarmee studenten digitaal schakelschema's kunnen tekenen. Later ziet hij een post in een Facebookgroep van techniekleerkrachten die Powerlink aanprijst.

Mond-tot-mond op scholen

Facebookgroepen en lerarenforums

Problemen met papieren werk herkennen

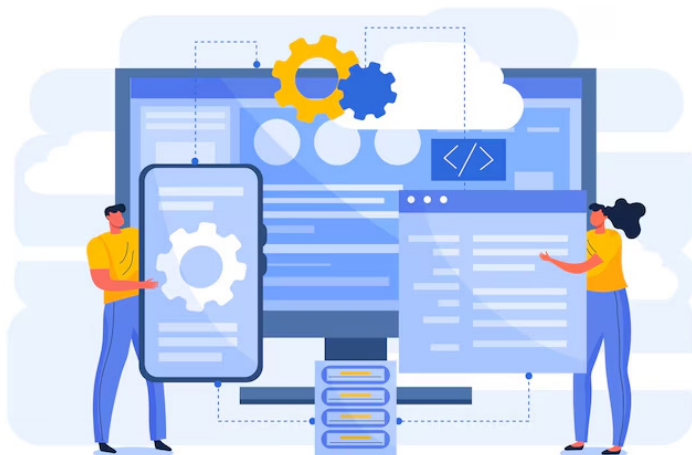
### Interest

Hij bekijkt een tutorial waarin te zien is hoe hij klassen kan aanmaken, werk ontvangt en rechtstreeks feedback geeft op digitale schema's — veel sneller dan op papier.

Minder administratie

Alles op één centrale plek

Eenvoudige correctie en feedbackfuncties



*"Designed by Freepik"*

## Desire

Karel stelt zich voor hoe dit zijn lessen efficiënter maakt. Geen papieren meer verliezen, geen rommelige schema's meer — en hij kan feedback geven op zijn eigen tempo.

Praktisch voor afstandsonderwijs of huiswerk

Heldere communicatie met studenten

Tijdswinst bij verbeterwerk

## Action

Hij downloadt de app, maakt een testklas aan en laat zijn leerlingen hun eerste schema's indienen. Hij geeft feedback via de app en is direct overtuigd.

Eén klik en starten

Positieve reactie van leerlingen

Wordt zelf ambassadeur op zijn school



## Macha

### Awareness

Op Reddit leest ze een tip over een gratis tool "Powerlink" voor residentiële schakelingen. Dat triggert haar interesse.

Redditpost in een hobbyforum

Herkenning: "Ik raak altijd m'n papieren kwijt"

App lijkt eenvoudiger dan de dure tools die ze kent

### Interest

Ze bekijkt op YouTube en een korte tutorial waarin te zien is hoe je schema's tekent, opslaat op je pc en deelt met anderen. Geen kosten en geen overbodige functies.

Eenvoudig opslaan op je eigen toestel

Geen betaling

Ideaal voor snelle projecten of brainstorm

### Desire

Ze beseft dat dit de perfecte oplossing is: ze kan haar werk digitaal bewaren én delen met andere hobbyisten. Ze hoeft nooit meer schema's te hertekenen die ze kwijt was.

Creatieve vrijheid zonder gedoe

Direct delen met vrienden of online community

Gratis en gericht op haar type projecten

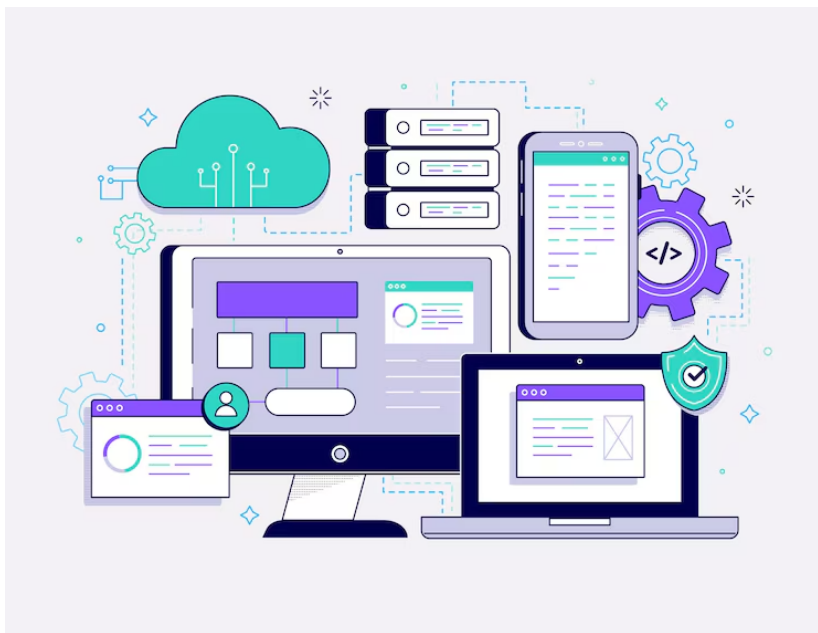
## Action

Ze downloadt de app, maakt een eerste circuit en stuurt het naar een vriend. De reacties zijn positief. Ze blijft het gebruiken en deelt haar schema's voortaan ook op Instagram.

Wordt vaste tool voor hobbyprojecten

Actieve verspreiding via social media

App wordt onderdeel van haar creatieve routine



*"Designed by pikisuperstar / Freepik"*

# MoSCoW-analyse

## Must

basis componenten en basis residentiële componenten

draad kleuren

het maken van willekeurige componenten.

feedback functie

component toont eigenschappen

uitleg wat elk component doet

beheren van klassen en taken

## should

save file functie

load file functie

inzoomen & uitzoomen

componenten opslaan

## could

import functie

undo functie

redo functie

## don't

oververhitting aangeven

suggesties geven voor efficiëntie

simulatie

oscilloscope



# Functionele analyse

De app bevat een uitgebreide set standaard elektrische componenten, zoals schakelaars, zekeringen, bedrading en aansluitingen die typisch zijn voor residentiële installaties. Daarnaast worden ook de meest gebruikte algemene componenten aangeboden, zoals weerstanden, condensatoren en andere basisonderdelen.

Elk component is visueel duidelijk herkenbaar en eenvoudig toe te voegen aan het circuit. De bedrading volgt de standaardkleuren die gangbaar zijn bij residentiële installaties, bijvoorbeeld blauw voor neutraal en bruin voor fase, zodat gebruikers volgens de normen kunnen werken.

Gebruikers kunnen de eigenschappen van elk component instellen en opslaan, zoals waarde, type, capaciteit of status. Deze gegevens blijven behouden bij het opslaan en opnieuw laden van circuits. Bij het plaatsen van een component op het grid, of bij een rechtermuisklik erop, verschijnt een paneel met een overzicht van alle eigenschappen. Daarnaast kunnen componentinstellingen worden opgeslagen, zodat herhaald invoeren niet nodig is.

De app bevat een ingebouwde helpfunctie die uitlegt wat elk component doet, zodat gebruikers tijdens het werken beter begrijpen hoe onderdelen functioneren.

Voor leerkrachten is er een functie om klassen aan te maken, leerlingen toe te voegen en opdrachten of taken te beheren, wat het lesgeven overzichtelijk maakt.

Gebruikers kunnen circuits opslaan als bestand om deze later weer te openen gericht op gebruik op pc.

Daarnaast zijn er functies om bestanden of componenten te importeren, en zijn undo- en redo-mogelijkheden aanwezig om het ontwerpen flexibel en gebruiksvriendelijk te maken.

Men moet kunnen registreren en inloggen als student of leerkracht. Een studenten account wordt weergegeven in het blauw en een leerkracht account in het groen.

Om het gebruiksgemak te verhogen, maakt de app gebruik van bekende sneltoetsen die geanalyseerd zijn bij professionele tools in dezelfde sector. Hierdoor kunnen gebruikers intuïtief en efficiënt werken.

Bekende sneltoetsen zijn onder andere:

Ctrl + S: Opslaan

Ctrl + Z: Ongedaan maken (Undo)

Ctrl + Shift + Z: Opnieuw uitvoeren (Redo)

Delete: Verwijderen van geselecteerd component

Ctrl + C: Kopiëren

Ctrl + V: Plakken

Shift + slepen met muis: Verschuiven van het scherm

Ctrl + scrollen: In- en uitzoomen

De volgende geavanceerde functies zijn technisch te complex voor mij als junior developer van dit project en worden voorlopig niet gerealiseerd:

Suggesties voor efficiëntie

Simulaties

Oscilloscoop-functionaliteit

# Literatuur studie

## Symbolen en benamingen van componenten

Deze heb ik verzameld via websites, een elektronica cursus van Thomas More hogeschool (zie bijlages) en een boek van "Electronic principles" door Paul Malvino

"  
*Electronic components symbols - reading and understanding them. (n.d.). Components101. <https://components101.com/articles/electronics-components-and-their-symbols>*

*Jason. (n.d.). 100+ Circuit Symbols and Names to Help You with Your Next Project. <https://www.ic-components.com/blog/100-circuit-symbols-and-names-to-help-you-with-your-next-project.jsp>*

*Electronic Principles : Malvino, Albert Paul : Free Download, Borrow, and Streaming : Internet Archive. (2025, 10 februari). Internet Archive. <https://archive.org/details/electronicprincimalv>*

## UI-inspiratie gebaseerd op Adobe-software

Bij het ontwerpen van de gebruikersinterface van Powerlink heb ik mij laten inspireren door de visuele structuur en navigatieprincipes van Adobe-programma's zoals Illustrator, Photoshop en XD. Deze programma's zijn wereldwijd bekend om hun gebruiksvriendelijke en gestandaardiseerde werkomgeving.

In elk van deze programma's bevindt zich linksboven een menu met basisfuncties zoals File, Edit, View, enzovoort. Daarnaast is er doorgaans een zijmenu met gereedschappen en een bovenbalk met contextuele opties. Dit vaste en vertrouwde stramien zorgt ervoor dat gebruikers snel hun weg vinden in de software.

Dit type gebruikersinterface is echter niet uniek aan Adobe. Ook andere professionele programma's zoals Microsoft Office, AutoCAD, Figma, Unity en GIMP hanteren gelijkaardige UI-structuren. Door deze conventies te volgen, sluit Powerlink aan bij de verwachtingen van gebruikers, wat de gebruiksvriendelijkheid versterkt en de leercurve verlaagt.

*Welcome to the Illustrator User Guide. (z.d.). <https://helpx.adobe.com/illustrator/user-guide.html>*

*Welcome to the XD User Guide. (z.d.). <https://helpx.adobe.com/xd/user-guide.html>*

*Welcome to the Photoshop User Guide. (z.d.). <https://helpx.adobe.com/photoshop/user-guide.html>*

## Psychologie van kleuren

In mijn programma heb ik voornamelijk blauw gebruikt, omdat deze kleur geassocieerd wordt met professionaliteit, betrouwbaarheid en kalmte. Blauw wekt vertrouwen op en creëert een rustige, overzichtelijke sfeer voor de gebruiker.

Wanneer een leerkracht inlogt, verandert de gebruikersinterface naar groen. Groen ligt dicht bij blauw op de kleurencirkel, wat zorgt voor een harmonieuze overgang. Groen wordt vaak gelinkt aan groei, ondersteuning en balans, wat goed past bij de rol van de leerkracht als begeleider.

Voor het grid heb ik bewust gekozen voor een witte achtergrond. Wit biedt het meeste contrast en trekt de visuele focus naar het werkgebied. Het functioneert als een soort artboard, vergelijkbaar met een leeg vel papier of een tekenblad waarop gebruikers hun schakeling kunnen uitwerken.

*Arhipova, A. (2023, 15 augustus). Color Theory: Brief Guide for Designers. Tubik Blog: Articles About Design. <https://blog.tubikstudio.com/color-theory-brief-guide-for-designers/>*

## Futuristische en technische uitstraling

Om een eigen stijl te creëren, heb ik me laten inspireren door de vormgeving van printplaten. De strakke lijnen, geometrische patronen en functionele lay-out zorgen van nature voor een technische en gestructureerde uitstraling. Door deze visuele elementen toe te passen, straalt de interface precisie, orde en logica uit.

Een futuristisch en technisch design kenmerkt zich vaak door scherpe hoeken, rechte lijnen, symmetrie, metaaltinten en minimale afleiding. Anderzijds zie je in futuristische ontwerpen soms ook heel gedetailleerde en complexe vormen. Die ogen dan 'high-tech', simpelweg omdat ze ingewikkeld lijken. Ik geef een aantal voorbeelden in de bijlagen op pagina 8-10.

## Wat zijn residentiële elektrische installaties?

Residentiële installaties zijn elektrische systemen die in woningen worden aangelegd. Een residentieel schema stelt voor hoe verlichting, schakelaars en stopcontacten verbonden zijn. Door dit interactief te maken in een app, kunnen studenten oefenen met echte situaties (bijv. serieschakeling, kruisschakeling).

Onderdelen residentiële installatie:

Verdeelkast (verdeelinrichting): Hier komen zekeringen, aardlekschakelaars en automaten samen.

Schakelaars & wandcontactdozen: Voor lichtpunten, stopcontacten enz.

Draden & buizen: Installatiedraad, vaak in kleurcodes (bv. bruin = fase, blauw = nul).

Aarding: Voor veiligheid bij lekstroom of kortsluiting.

Basisprincipes van elektronica:

Elektronica werkt met stroom (de beweging van elektronen), spanning (de kracht die stroom laat bewegen), en weerstand (de beperking van stroom).

Belangrijkste elementen:

Componenten: De bouwstenen van elektronische circuits. Denk aan:

Weerstanden: Beperken de stroom.

Condensatoren: Slaan elektrische lading tijdelijk op.

Diodes: Laten stroom slechts in één richting door.

Transistors: Kunnen stroom versterken of als schakelaar dienen.

Spoelen: Creëren magnetische velden en slaan energie op.

Stroomsoorten: Gelijkstroom (DC): Elektronen bewegen in één richting.

Wisselstroom (AC): Elektronen wisselen van richting, typisch in het elektriciteitsnet.

Spanningsbronnen: Batterijen, netvoeding, zonnecellen, die spanning leveren.

Bee, (2025, May 21). What is Electrical Installation: A Complete Guide. Stam Ford. <https://stamfordelectrical.ie/blog/electrical-installation-guide/>

# Technisch onderzoek

Aanvankelijk wilde ik de app ontwikkelen met HTML, CSS en JavaScript, aangezien ik tijdens mijn opleiding vertrouwd ben geraakt met deze technologieën. Omdat het programma echter behoorlijk complex zou worden, bleek het minder praktisch om een webapplicatie te maken waarbij veel communicatie nodig is tussen de drie talen. Daarom ben ik een tijdlang gaan experimenteren met Vue.js, een framework dat deze technologieën combineert in één structuur. Uiteindelijk heb ik toch besloten verder te zoeken, omdat ik de syntax van Vue niet prettig vond werken.

Ik ben in gesprek gegaan met een solution architect (CRM-systeem) bij het bedrijf “Deloitte” om te achterhalen welke programmeertaal het meest geschikt zou zijn voor het bouwen van een app. Zijn antwoord was opvallend eensgezind: de keuze van taal maakt niet zoveel uit, zolang je goed overweg kunt met de syntax ervan. De libraries die een taal aanbiedt zijn ook belangrijk, hoewel je in theorie het merendeel vanaf nul kunt maken.

Hoewel mijn oorspronkelijke plan was om een nieuwe programmeertaal te leren, koos ik uiteindelijk voor Python. Deze keuze was vooral gebaseerd op de krachtige rekenmogelijkheden en de rijke verzameling libraries. Python staat bekend om zijn leesbare syntax, waardoor je snel functionele code kunt schrijven en fouten gemakkelijker opspoort.

Voor de visuele en interactieve elementen van de app heb ik gebruikgemaakt van Pygame. Hoewel deze library oorspronkelijk is ontwikkeld voor het maken van 2D-games, biedt het ook veel functionaliteiten die van pas komen bij het bouwen van een interactieve applicatie. Zo maakt Pygame het mogelijk om gebruikersinvoer te verwerken, grafische elementen te tekenen en schermen efficiënt te updaten. Hierdoor kon ik mijn app visueel aantrekkelijk maken.

Naast Pygame heb ik ook een aantal andere belangrijke Python-modules gebruikt:

Os: voor interactie met het besturingssysteem, zoals het ophalen van bestandslocaties of het maken van mappen.

Json: voor het opslaan en inlezen van gegevens in een gestructureerd formaat.

Uuid: voor het genereren van unieke ID's, bijvoorbeeld voor gebruikers of klassen.

Sys: voor toegang tot systeem-specifieke functionaliteiten, zoals het afsluiten van het programma.

Tkinter (tk en filedialog): voor het openen van standaard bestandsdialoogvensters waarmee de gebruiker bestanden kan selecteren of opslaan. Het programma kan hiermee errors weergeven.

Pymongo: om verbinding te maken met een MongoDB-database en data te kunnen opslaan, ophalen of bewerken.  
Dit is nodig om zodat men online in een klas bestanden kan delen.

Bovendien is Python platformonafhankelijk, waardoor het makkelijker wordt om de app later uit te breiden of over te zetten naar een ander systeem.

Tot slot: voor marketingdoeleinden was het waarschijnlijk beter geweest om mijn eindwerk als webapplicatie te maken, zodat gebruikers niets hoeven te downloaden. In de praktijk bleek dit echter moeilijker te realiseren, waardoor ik heb gekozen voor een standalone app.



# stijlgids

## Print (A5)

headers: Goldman regular

Header 1 : 24pt

Header 2: 20pt

tussentitel: poppins bold: 12pt

tekst: poppins medium 10pt

bronnen: Poppins italic 7pt

## App

Header 1 : 24px

Tekst 1: 16px

Tekst 2: 14px

Tekst 3: 12px

tekst on hover

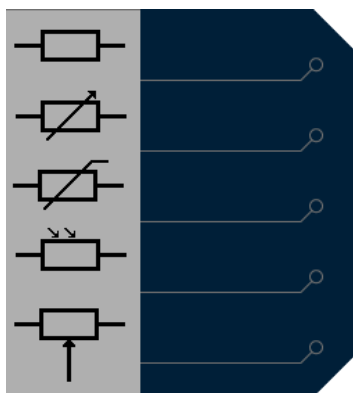
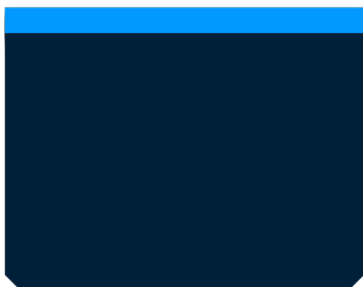
Inputfield

active Inputfield

button



Grafische elementen bestaan uit donkerblauw, lichtblauw, grijs en een decoratieve witte of grijze lijn kan toegevoegd worden. Ze zijn gebaseerd op printplaten (zie p. 8-10 in bijlages).



## Wireframes

**wireframe:** <https://xd.adobe.com/view/3971c186-6999-4f06-8d43-ab8c9f5a9876-6c22/>

**Design:** <https://xd.adobe.com/view/16a1e466-2d0c-4150-b76a-8b48b76a390e-43f2/>

## Logo



POWERLINK

POWERLINK

## Kleuren

#001F38

primary

#0911FF

secondary

#00c81e

secondary

#3C3C3B

tekst

#64F9F7

hover highlight

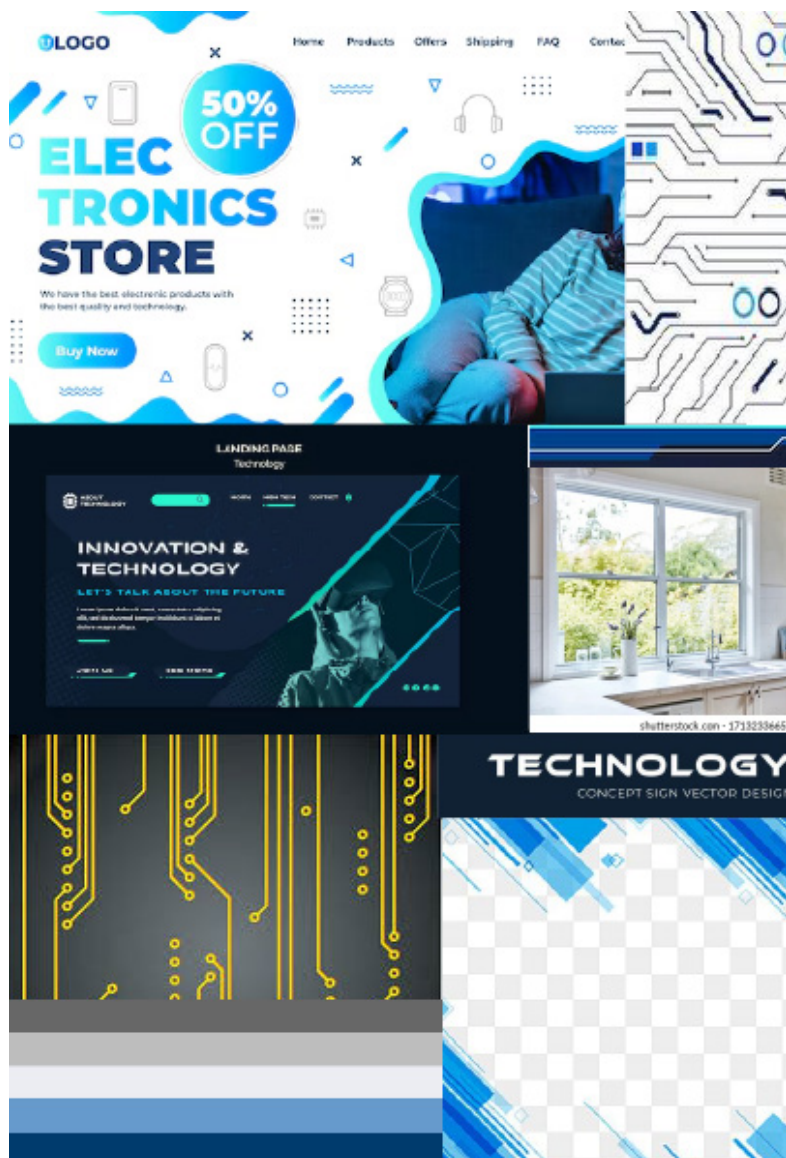
#C8C8C8

doodles

# Mockups



# Moodboard





# TECHNOLOGY & FUTURE

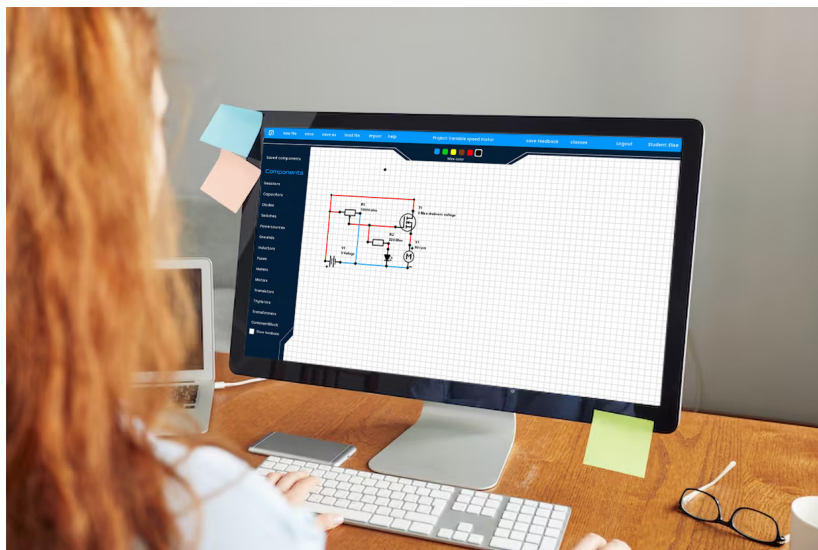
Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation

[Learn More](#)

[www.yourwebsite.com](http://www.yourwebsite.com)



# Sleutelbeeld



# Test verslagen

Voor de test werden de deelnemers gevraagd om een schakelschema te tekenen en dit vervolgens te uploaden naar een aangemaakte uploadzone. Behalve bij Hans heb ik online uitgelegd hoe Powerlink werkt.

Verslag van mijn vader (Leerkracht Hagelandse academie voor muziek en woord en elektronica hobbyist):

Hij gaf aan dat de grafische stijl mooi aansluit bij het geheel. Hij vond het er verzorgd uitzien en het sloot goed aan bij wat je als gebruiker visueel verwacht in een elektronica-omgeving. Tijdens het gebruik merkte hij echter een aantal zaken op die volgens hem voor verbetering vatbaar zijn.

Zo viel het hem op dat de sneltoetsen niet altijd overeenkomen met wat je intuïtief zou verwachten. Om in en uit te zoomen gebruikte hij gewoon het scrollwiel van de muis, maar volgens hem zou je hiervoor eigenlijk de Ctrl-toets moeten inhouden, zoals dat in veel andere software gebruikelijk is. Ook bij het verslepen van het grid miste hij de verwachte toetscombinatie. Normaal gesproken verwacht je dat je de Shift-toets moet indrukken terwijl je sleept met de muis, maar in dit programma was Shift nog niet van toepassing. Dit zorgde voor verwarring tijdens het gebruik.

Een ander punt dat hij noemde, was dat het vervelend is om telkens handmatig de waarde van een nieuw geplaatst component in te moeten geven. Hij stelde voor om een copy-paste functie toe te voegen, of een andere manier om eerder ingevoerde waardes eenvoudig opnieuw te gebruiken. Daarnaast gaf hij aan dat het invoeren van waardes in het properties-menu soepeler zou verlopen als je met de Enter- of Escape-toets zou kunnen bevestigen of annuleren, in plaats van telkens op een knop als "Place" te moeten klikken.

Tot slot deed hij een suggestie voor het klassensysteem binnen het programma. Hij zou graag zien dat er een apart menu is voor studenten en voor docenten, zodat hun functies en mogelijkheden beter gescheiden zijn en het gebruik overzichtelijker blijft.

Over het algemeen vond hij het programma goed in elkaar zitten, maar met deze verbeteringen zou de gebruikservaring volgens hem nog intuïtiever en efficiënter kunnen worden. Ik heb al zijn advies toegepast.

Verslag van mijn oom (ervaring met residentiele elektronica in job):

Net als mijn vader gaf hij aan dat de grafische stijl goed aansluit bij het geheel en dat het programma er professioneel en overzichtelijk uitziet.

Bij het opstarten van de software viel het hem op dat je meteen een bestandsnaam moet invoeren. Hij merkte op dat dit suggereert dat het bestand automatisch op de computer wordt opgeslagen, zoals bij sommige andere programma's waarmee hij werkt. Dit zou tot verwarring kunnen leiden, zeker als de gebruiker niet direct weet dat het bestand nog handmatig moet worden opgeslagen. Deze feedback heb ik meegenomen zodat je een bestand enkel een naam kan geven als je het opslaat.

Vanuit zijn ervaring met residentiële installaties deed hij ook een waardevol voorstel: hij zou graag componenten kunnen groeperen in kasten of behuizingen. Op die manier kun je visueel verschillende delen van een installatie duidelijk van elkaar scheiden, wat vooral bij grotere schema's het overzicht sterk zou verbeteren. Dit zou beter aansluiten bij hoe schakelkasten in de praktijk worden opgebouwd. Deze feedback is nuttig maar heb ik niet toegepast wegens de complexiteit bij het coderen ervan.

Een ander punt dat hij naar voren bracht, is dat je momenteel een kabel moet verwijderen als je enkel de kleur wilt wijzigen. Dat vindt hij omslachtig en niet efficiënt, zeker wanneer je kleuren gebruikt om structuur aan te brengen in je schema's. Hij stelde voor om kabelkleuren direct aanpasbaar te maken zonder dat je ze hoeft te verwijderen. Dit kan ik eventueel in de toekomst nog aanpassen.

Tot slot gaf hij aan dat de hulpfunctie voor sneltoetsen zich nu in het componentenmenu bevindt, maar volgens hem zou deze beter passen in de navigatiebalk, waar je algemene instellingen en informatie verwacht. Dit heb ik aangepast.

Ondanks deze opmerkingen was hij onder de indruk van het programma en noemde het een krachtig en veelzijdig hulpmiddel, met veel potentie voor zowel professioneel als educatief gebruik.



## Verslag van Hans (de geïnterviewde docent van EHB)

Stefan Tilburgs, die in de jury zetelt, heeft van docent Hans een e-mail ontvangen waarin feedback gegeven wordt op mijn eindproject. Deze e-mail dient als bewijs van het interviewmoment en bevat waardevolle reflecties op mijn werk. De inhoud van de mail luidt als volgt:

De software is gebruiksvriendelijk en heeft een verzorgde, aantrekkelijke vormgeving. Het is duidelijk dat Marten goed heeft nagedacht over de gebruikerservaring, in het bijzonder over hoe op een eenvoudige en efficiënte manier feedback kan worden gegeven over de gemaakte schakelingen.

Een klein nadeel is het ontbreken van een simulatietool om de schakelingen effectief te testen binnen de software. Dit zou een meerwaarde betekenen voor de functionaliteit. Tegelijk is het begrijpelijk dat dit buiten de scope valt, gezien de complexiteit die simulatie met zich meebrengt voor alle componenten die in de software beschikbaar zijn gemaakt.

Een tip naar de toekomst is dat Marten beter moet omgaan met de verkregen informatie tijdens de conceptfase, zodat de software beter afgestemd is op de noden van de potentiële gebruiker. Genoeg tijd nemen om in gesprek te gaan over de software. Om positief af te sluiten: Marten heeft duidelijk veel tijd in dit project gestoken om er een werkende software van te maken, en hij heeft daarbij veel bijgeleerd. Met vriendelijke groeten, Hans"



*Designed by Freepik*

# Besluit

Ik ben erg trots op het resultaat dat ik heb behaald. Verschillende mensen hebben me laten weten dat ze Powerlink indrukwekkend vinden, vooral omdat het functies bevat die we op school nog niet geleerd hebben. Tijdens het ontwikkelproces heb ik meerdere keren feedback ontvangen, en ik heb geprobeerd deze zo goed mogelijk toe te passen.

Het oorspronkelijke idee voor Powerlink was een applicatie waarmee gebruikers hun schakeling konden testen via een simulatieknop. Deze functie werd door sommigen verwacht, omdat ik het project in eerste instantie ook zo gepitcht had. Helaas bleek na veel pogingen en onderzoek dat deze functie technisch te complex was voor mij als junior student-developer.

Toch bevat Powerlink nog steeds enkele functies die voor mij als student een grote uitdaging vormden — in het bijzonder de undo- en redo-functionaliteit, en het opslaan en laden van bestanden op de pc. De uiteindelijke focus van het programma ligt nu op het vermijden van papieren schema's, het online kunnen delen van bestanden en verbeteren ervan.

Bij het coderen heb ik gebruikgemaakt van Pygame. Deze bibliotheek werkt met één grote loop waarin alle logica verwerkt moet worden. Dat maakte het structureren van de code niet eenvoudig, waardoor sommige bestanden erg groot zijn geworden. Idealiter zouden deze verder opgesplitst moeten worden in submodules om het overzicht te bewaren. Ik heb wel steeds geprobeerd de logica zoveel mogelijk onder te verdelen in aparte bestanden om gestructureerd te kunnen werken.

De input uit de interviews die ik heb afgenomen, was enorm waardevol voor de ontwikkeling van Powerlink. Ook in toekomstige projecten wil ik zeker externe experts blijven betrekken voor advies en feedback.

Tot slot ben ik tevreden over het grafisch ontwerp van Powerlink. Het sluit goed aan bij het thema elektronica en is iets wat ik volledig zelf heb ontworpen, puur door de vormen van printplaten te bestuderen.

# Literatuurlijst

Cottam, S. (2022, 15 augustus). What is the experience economy? Les Roches. <https://lesroches.edu/blog/what-is-the-experience-economy/>

Electronic components symbols – reading and understanding them. (n.d). Components101. <https://components101.com/articles/electronics-components-and-their-symbols>

Jason. (n.d.). 100+ Circuit Symbols and Names to Help You with Your Next Project. <https://www.ic-components.com/blog/100-circuit-symbols-and-names-to-help-you-with-your-next-project.jsp>

Electronic Principles : Malvino, Albert Paul : Free Download, Borrow, and Streaming : Internet Archive. (2025, 10 februari). Internet Archive. <https://archive.org/details/electronicprincimalv>

Bee. (2025, May 21). What is Electrical Installation: A Complete Guide. Stam Ford. <https://stamfordelectrical.ie/blog/electrical-installation-guide/>

Welcome to the Illustrator User Guide. (z.d.). <https://helpx.adobe.com/illustrator/user-guide.html>

Welcome to the XD User Guide. (z.d.). <https://helpx.adobe.com/xd/user-guide.html>

Welcome to the Photoshop User Guide. (z.d.). <https://helpx.adobe.com/photoshop/user-guide.html>

Arhipova, A. (2023, 15 augustus). Color Theory: Brief Guide for Designers. Tubik Blog: Articles About Design. <https://blog.tubikstudio.com/color-theory-brief-guide-for-designers/>

Bewijs van Interviews en cursus elektriciteit geleverd in bijlage.

De links naar de component symbolen komen uit op error 404 maar je kan de websites online vinden.

# POWERLINK

door Marten Driesen

