

PLAN VAN AANPAK – ESD PROJECT

DOOR THIJN BERKHOFF EN SYBREN VENINGA – 1198746 & 1202924

Project elektronica

Versie 1.0 – 17-4-2025



1. ACHTERGROND

De achtergrond van dit project bevindt zich in de wereld van EMI en EMC. De opdrachtgever van dit project docent elektrotechniek, Bart Snijders, geeft netwerktheorie 3 op hogeschool Windesheim en heeft graag een manier om fysiek elektromagnetische interferentie aan te tonen. Zo hebben Sybren Veninga en Thijn Berkhoff de taak op zich genomen om hier een oplossing voor te bedenken. Dit geeft Bart de kans om in zijn toekomstige lessen netwerktheorie 3 een mooi voorbeeld van elektromagnetische interferentie te kunnen demonstreren. De stakeholders zijn daarom: Bart, Hogeschool Windesheim, studenten elektrotechniek en andere toeschouwers die in contact kunnen komen met dit project.

In aankomende hoofdstukken wordt er dieper gekeken naar hoe het project eruit gaat zien, wat de verwachtingen zijn, wat de planning is, hoe het aangepakt gaat worden en wat er hopelijk geleerd wordt. Zie hieronder voor een inhoudsopgave.

INHOUD

1.	Achtergrond	2
2.	Projectresultaat	3
3.	Projectactiviteiten	4
4.	Projectgrenzen	5
5.	tussenresultaten	6
6.	Kwaliteit	6
7.	Projectorganisatie	6
8.	Planning.....	7
9.	Kosten en baten	7
10.	Risico's	7
11	Competenties.....	8
12.	Leerdoelen	9

2. PROJECTRESULTAAT

In dit hoofdstuk wordt uitgelegd waarom Thijn en Sybren voor een ESD project hebben gekozen als onderdeel van project elektronica.

Bart wil graag dat hij in zijn lessen dus EMI op een interessante en educatieve manier aan kan tonen. In overleg is er dus voor gekozen dat een of andere schakeling elektromagnetische straling uitzendt wat invloed heeft op een andere schakeling, zodat er een visuele tentoonstelling gegeven kan worden van elektromagnetische interferentie. Dit zou interesse kunnen creëren bij (toekomstige) studenten elektrotechniek.

De doelstelling van dit project is dus om een robuust en educatief apparaat te maken die de effecten van elektromagnetische interferentie aan kan laten tonen. Het aantonen zou gedaan kunnen worden door nog een ander apparaat te ontwerpen die specifiek reageert op de interferentie van het eerste apparaat.

Binnen de tijd van project elektronica moet dus een educatief model worden opgezet die de effecten van EMI kan aantonen. Om echter te meten of het apparaat ook EMI effecten heeft op andere apparaten zou er gekeken kunnen worden naar het signaal dat uit het apparaat straalt doormiddel van een spectrumanalyzer of een SDR. Om dat doel te kunnen behalen moet er dus onderzoek gedaan worden naar EMI, verschillende schakelingen en de planning moet zo strak mogelijk gevolgd worden. Het doel van dit project is dus relevant met Bart zijn wensen aangezien het apparaat uiteindelijk eventueel in de klas of op opendagen gepresenteerd kan worden. Daarom is het ook van belang dat het project aan het einde van periode 4 klaar is.

De hoofdvraag luidt dus: “Hoe zou elektromagnetische interferentie op een interessante manier aangetoond kunnen worden doormiddel van een apparaat die uitstraalt en een ander schema dat de interferentie ontvangt?”

Het project is dus voltooid als er een apparaat gemaakt is die in redelijke hoeveelheden elektromagnetische interferentie kan uitstralen, met de bedoeling dat de interferentie wordt opgevangen door een ander apparaat die hierdoor met opzet (gedeeltelijk) wordt beschadigd. Voor educatieve doeleinden! Zie hieronder voor de (niet-) functionele eisen.

Functioneel	Niet-functioneel
Het uitzendapparaat moet een bepaalde hoeveelheid interferentie uitzenden voor een of meerdere frequenties.	Het uitzend- en ontvangapparaat hebben een mooie behuizing nodig.
Het uitzendapparaat moet aan- en uitgezet kunnen worden.	Het uitzendapparaat mag niet ongecontroleerd in de lucht uitzenden. (telecommunicatiewet 10.9 en 10.10)
Het uitzendapparaat mag niet meer dan een vooraf ingesteld vermogen uitzenden.	Vanwege mogelijke hoge spanningen heeft het uitzendapparaat een noodknop nodig.
Het ontvangapparaat moet op een bepaalde manier reageren op de interferentie van het uitzendapparaat.	Het uitzendapparaat moet veilig te onderhouden en te inspecteren zijn.

3. PROJECTACTIVITEITEN

De belangrijkste activiteiten die uitgevoerd moeten worden om het project succesvol te voltooien zijn:

1. **ESD Plan van Aanpak:** Het opstellen van een plan van aanpak
2. **Eisenlijst opstellen:** Het formuleren van de eisen en randvoorwaarden die voor het ontwerp en de implementatie van het systeem van toepassing zijn.
3. **Brainstormen:** Het genereren van ideeën en mogelijke concepten voor het ontwerpen van een EMI uitstotende en gevoelige schakeling.
4. **Concepten uitwerken:** Het verder uitwerken van de geselecteerde ideeën tot werkbare concepten.
5. **Definitief kiezen:** Het kiezen van het beste concept na testen en evaluaties.
6. **Verder uitwerken en simuleren:** Het verder ontwikkelen van het gekozen concept en het testen van simulaties om te verifiëren of het ontwerp voldoet aan onze eisen.
7. **Prototype maken:** Het creëren van een fysiek prototype op basis van het ontwerp.
8. **Testen:** Het uitvoeren van testen op het prototype om de prestaties te evalueren en de eisen van het ontwerp te waarborgen.
9. **PCB maken:** Het ontwerpen en produceren van de PCB voor het uiteindelijke systeem.
10. **PCB testen:** Het testen van de geproduceerde PCB om te zorgen dat deze aan de gestelde eisen voldoet.

4. PROJECTGRENZEN

BINNEN DE SCOPE

Het project omvat de volgende onderdelen:

- **Ontwikkeling van de hardware:** Het ontwerpen en bouwen van het fysieke systeem.
- **Ontwikkeling van het ontwerp:** Het ontwerpen van de schakelingen en systemen voor het opwekken en meten/weergeving van EMI.
- **Testen van het ontwerp en hardware:** Het uitvoeren van tests op de gemaakte hardware om te controleren of het voldoet aan de eisen.
- **Doorrekeningen van het ontwerp:** Het doorrekenen van componenten en specificaties om de technische haalbaarheid te verifiëren.
- **Simulaties van het ontwerp:** Het simuleren van het ontwerp.
- **Maken van de behuizing:** Het ontwerpen van de behuizing van het prototype.

BUITEN DE SCOPE

De volgende zaken vallen buiten de scope van dit project:

- **Gebruik van het eindproduct voor lessen/open dagen:** Het eindproduct wordt niet gebruikt voor demonstraties door de studenten buiten het project.
- **Onderhoud van de schakelingen na afloop van het project:** Het onderhoud van het systeem na de voltooiing van het project is niet inbegrepen.

RANDVOORWAARDEN

Om het project succesvol te realiseren, zijn de volgende randvoorwaarden noodzakelijk:

1. **Budget:** Het budget moet voldoende zijn om de benodigde middelen voor het project te dekken. Het exacte budget wordt nader bepaald.
2. **Gebruik van apparatuur:** Toegang tot apparatuur van **Windesheim** is essentieel voor het testen en valideren van het product.
3. **Veiligheid:** De veiligheid van de gebruikers moet te allen tijde gegarandeerd worden tijdens de ontwerpfase en de testfase.
4. **Wetgeving:** Het project moet voldoen aan de relevante **telecommunicatiewetten** en normen voor elektromagnetische compatibiliteit (EMC).
5. **Tijdsplanning:** Het project moet voor **20 juni** compleet operationeel zijn.

5. TUSSENRESULTATEN

De tussenresultaten die van pas komen bij dit project zijn:

- Plan van aanpak
- (werkend) prototype
- schema's en tekeningen van eindproduct
- PCB van eindproduct
- Volledig eindproduct
- Eindverslag
- Poster
- Reflectieverslag

6. KWALITEIT

Een manier waaraan de kwaliteit van dit project gegarandeerd kan worden is door bijvoorbeeld wekelijkse overleggen te hebben. Terwijl er ook individueel gestudeerd wordt naar relevante onderwerpen en informatie.

Daarnaast is het ook van belang om veel contact te blijven houden met de projectbegeleider. Zo is het voor hem ook mogelijk om nog een beetje inzicht in het project te hebben.

7. PROJECTORGANISATIE

In dit hoofdstuk wordt besproken hoe de algemene verdeling van taken eruit gaan zien in dit project.

WIE DOET WAT?

In het algemeen zijn Sybren en Thijn beide verantwoordelijk voor alle obligaties. Maar ook is er besloten dat er niet door alle twee tegelijkertijd hetzelfde gestudeerd wordt. Dit heeft het effect dat overbodige tijd bespaart kan worden en effectiever gebruikt kan worden. In het algemeen gaat Sybren zich een beetje verdiepen in de wereld van EMI, hoe het werkt en hoe het gevormd kan worden. En Thijn gaat kijken naar verschillende schakelingen die een hoeveelheid EMI uit kunnen zenden, en welke het beste van toepassing is voor dit project.

WIE WERKT WANNEER?

In het algemeen zijn Thijn en Sybren wekelijks op school, het is dus mogelijk om gezamenlijk wekelijkse sessies te hebben.

WIE GEEFT WELKE INPUT

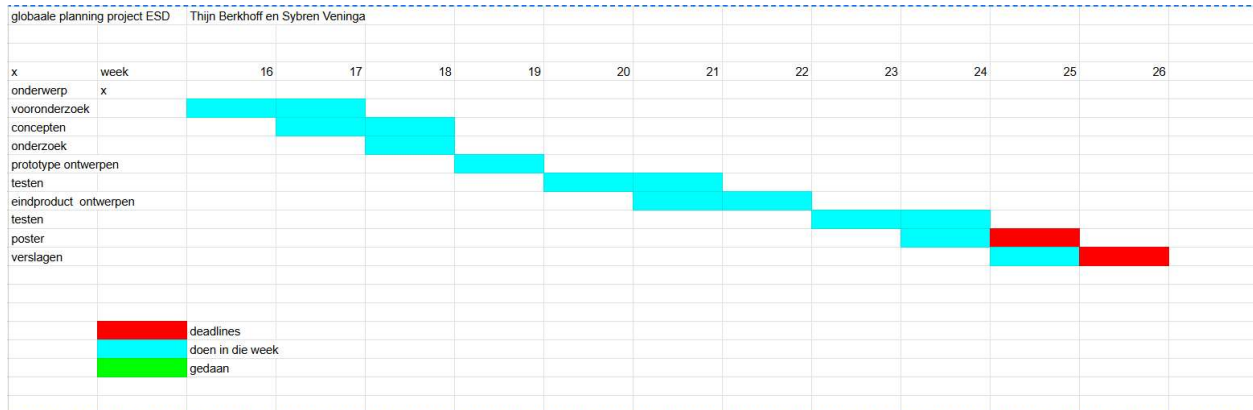
De project begeleider (Bart Snijders) gaat indien nodig voornamelijk input geven, daarnaast kunnen Sybren en Thijn ook bij elkaar input overdracht geven.

HOE WORDT HET PROJECT “VERKOCHT” AAN DE BUITENWERELD?

Het project is vooral gefocust op de effecten van EMI. Daarom zou het op een educatieve en interessante manier aan de buitenwereld verkocht kunnen worden doormiddel van tentoonstellingen op bijvoorbeeld opendagen van Windesheim, of in de les.

8. PLANNING

Voor een gestructureerde aanpak van het ESD-project is een globale planning opgesteld. Deze planning geeft een overzicht van de belangrijkste projectfasen en activiteiten, verdeeld over de weken waarin het project wordt uitgevoerd.



9. KOSTEN EN BATEN

Bij het uitvoeren van dit project wordt gekeken naar zowel de kosten als de baten. De investering in tijd, middelen en materiaal moet in verhouding staan tot de leeropbrengsten, technische ontwikkeling en mogelijke toepassingen van het eindproduct.

De volgende tabel geeft een overzicht van de belangrijkste kosten en daartegenover de verwachte baten:

Kosten	Baten
Componenten	Educatief model
Productiekosten	Ervaring
Tijd	Kennis
Materiaalgebruik	Innovatie

10. RISICO'S

Aan dit project hangen natuurlijk mogelijke risico's hieronder zijn de belangrijkste op een rijtje gezet.

- Beschadiging van apparatuur
 - Het project heeft baat bij het maken van EMI, EMI op zichzelf is vaak niet bepaald een gewenst iets aangezien het mogelijk apparaten kan beschadigen. Om dit risico's te voorkomen zullen er metingen gedaan moeten worden in een elektronisch afgesloten omgeving zoals bijvoorbeeld een kooi van Faraday.
- Elektrocutie
 - Bij het genereren van hoeveelheden EMI zijn er wat grotere vermogens nodig. Hoogspanning zou in eventuele schakeling voor kunnen komen, daarom is het van grote toepassing dat een actieve schakeling niet bloot aangeraakt wordt.

- Langere levertijden
 - Het zou kunnen voorkomen dat levertijden van bijvoorbeeld componenten of PCB's langer duurt dan verwacht. Om dit te voorkomen is het van uiterst belang de planning zo zorgvuldig te volgen, om verrassingen tegen te gaan.

11. COMPETENTIES

In dit hoofdstuk worden de te ontwikkelen competenties besproken, evenals de werkwijze voor elke fase van het project.

ANALYSEREN

Competentie: In de **analyseren** fase wordt vooronderzoek uitgevoerd.

Wijze van Werken: De basisprincipes van EMI en de factoren die het veroorzaken worden onderzocht. Dit vormt de basis voor verdere ontwerp- en uitvoeringsfasen van het project.

ONTWERPEN

Competentie: In de **ontwerpen** fase wordt een concept ontwikkeld en getest met behulp van **simulaties** om de effectiviteit van het ontwerp te verifiëren.

Wijze van Werken: Ontwerpconcepten worden opgesteld en getest met behulp van simulatiesoftware (**LTspice**).

REALISEREN

Competentie: In de **realiseren** fase wordt het ontwerp omgezet naar een werkend prototype. Na de realisatie worden de nodige tests uitgevoerd om de functionaliteit te testen.

Wijze van Werken: Een PCB wordt ontworpen en geproduceerd. Na de productie van de PCB worden tests uitgevoerd om te controleren of het ontwerp werkt zoals verwacht en of het voldoet aan de eisen.

ONDERZOEKEN

Competentie: Gedurende het project worden verschillende concepten onderzocht en vergeleken om de beste oplossing voor het project te kiezen.

Wijze van Werken: Diverse concepten voor EMI-creatie worden opgesteld.

PROFFESIONALISEREN

Competentie: In de **professionaliseren** fase wordt het eindresultaat gepresenteerd.

Wijze van Werken: Werkende demo's van het systeem worden ontwikkeld en gepresenteerd.

12. LEERDOELEN

SYBREN VENINGA

Voor dit project heb ik (Sybren Veninga) de volgende persoonlijke leerdoelen opgesteld:

TECHNISCHE KENNIS OPDOEN OVER EMI

Ik wil begrijpen wat **elektromagnetische interferentie (EMI)** is, welke factoren het veroorzaken en wat de invloed ervan is op elektronische systemen.

EMI-METINGEN UITVOEREN EN ANALYSEREN

Ik wil leren hoe **EMI-metingen** uitgevoerd worden met behulp van geschikte meetapparatuur, zoals een spectrum analyzer.

EMI CREËREN VOOR TESTDOELEINDEN

Ik wil leren hoe **elektromagnetische interferentie (EMI)** bewust opgewekt kan worden in een gecontroleerde testomgeving.

SAMENWERKEN IN EEN PROJECTTEAM

Ik wil mijn samenwerkingsvaardigheden verbeteren door heldere communicatie en het eerlijk verdelen van taken. Dit zorgt ervoor dat de werkdruk binnen het team evenredig verdeeld wordt.

THIJN BERKHOFF

Ik heb voor dit project de volgende doelen opgesteld:

INZICHT

Ik wil beter inzicht krijgen in analoge schakelingen, en wat voor effecten kunnen optreden bij mogelijke interferentie van buitenaf. Hier kan ik dan in de toekomst bijvoorbeeld op inspelen als iets mogelijk niet goed werkt.

KENNIS

Met behulp van dit project wil ik beter schema's en schakelingen kunnen ontwerpen. Ook wil ik zien hoe ik effectief bepaalde gevoelige componenten kan beschermen tegen EMI.

EMI

Ook wil ik zelf op een fysieke manier wat nou echt de effecten van een hele hoop EMI in de lucht kan zijn. Ja een luchtverfrisser kan het C2000 systeem storen, maar wat zijn nou de echte maximale gevolgen van een hele hoop EMI.