ENVIHEI

Titel van de PGO-uitdaging:
Straling, vermogensverliezen en verantwoorde consumptie: energie-efficiëntie verkennen via elektromagnetisme

Naam van de verantwoordelijke docent

Alejandro Ibrahim Corbea Pérez

Universiteit / Departement / Opleiding

University of León / Department of Applied Chemistry and Physics / Bachelor's Degree in Computer Engineering (Bacheloropleiding Informatica)

Cursus / Vak waarin geïmplementeerd

1e jaar / Physics (Fysica)

Implementatieperiode (datums)

29 september 2025 – 3 december 2025

Totale duur (weken/uren)

4 weken / 40 uur

Aantal betrokken studenten

106 studenten

Alle resultaten die binnen ENVIHEI zijn ontwikkeld, zijn beschikbaar onder Creative Commons Naamsvermelding-NietCommercieel-GelijkDelen 4.0 Internationaal.

Medegefinancierd door de Europese Unie. De geuite standpunten en meningen zijn echter uitsluitend die van de auteur(s) en weerspiegelen niet noodzakelijk die van de Europese Unie of van de Spaanse Dienst voor de Internationalisering van het Onderwijs (SEPIE). Noch de Europese Unie noch SEPIE kan hiervoor verantwoordelijk worden gesteld. [2024-1-ES01-KA220-HED-000246733]

1. Projectontwerp

1.1 Korte beschrijving van het project en de voorgestelde uitdaging

Het project wil studenten in staat stellen te verkennen hoe ontwerpbeslissingen voor circuits de energiedissipatie via warmte en het verantwoorde gebruik van hulpbronnen beïnvloeden, met behulp van Multisim voor circuitsimulatie. De centrale uitdaging gaat over hoe warmte die in componenten (weerstanden, spoelen) wordt opgewekt niet alleen het energieverbruik verhoogt, maar ook de levensduur van materialen verkort en elektronisch afval (e-waste) genereert, wat rechtstreeks verband houdt met SDG 12 (Verantwoorde consumptie en productie).

1.2 Verwachte leerresultaten (academische en transversale competenties)

- Het verband begrijpen tussen resistieve verliezen, efficiëntie en verantwoorde consumptie.
- Elektromagnetische principes toepassen bij het ontwerp van efficiënte circuits.
- Multisim gebruiken voor een rigoureuze technische analyse.
- Kritisch denken, een op duurzaamheid gerichte mindset en communicatievaardigheden ontwikkelen.
- Engineeringvoorstellen formuleren die aansluiten bij SDG 12.

1.3 Beoogde duurzaamheidscompetenties

Het project bevordert systeemdenken en strategisch handelen voor duurzaamheid. Concreet moedigt het studenten aan te begrijpen dat duurzaam hardwareontwerp begint bij een grondig begrip van de fysica van circuits, en dat systeemefficiëntie een ethisch engagement voor verantwoorde consumptie is. Het ontwikkelt het vermogen om technische concepten (de wet van Ohm, vermogen) te koppelen aan mondiale effecten (e-waste).

1.4 Duurzaamheidsbenadering en de manier waarop deze in het project is geïntegreerd

Het duurzaamheidskader is geïntegreerd via SDG 12:

- **Integratie**: Studenten leren dat warmte in circuits niet louter een technisch obstakel is, maar een duurzaamheidsvraagstuk: meer warmte betekent een lagere efficiëntie, een kortere levensduur van componenten en bijgevolg meer e-waste en een grotere winning van natuurlijke hulpbronnen.
- **Toepassing**: Studenten moeten aantonen hoe technische optimalisatie (bijv. resonantie in RLC-circuits) warmteverlies minimaliseert en de nood aan actieve koeling vermindert, en zo de circulaire economie ondersteunt.

1.5 Gebruikte methodologieën en tools (PGO-structuur, facilitatietechnieken, enz.)

- **Probleemgestuurd onderwijs (PGO)**: Het project is opgebouwd rond een uitdaging van parametrische optimalisatie. Studenten krijgen een inefficiënt circuit voorgelegd en moeten de oorzaken van energiedissipatie identificeren. Het leren is gericht op het vermogen van de studenten om de impact van componenten te evalueren en te bepalen hoe het aanpassen van specifieke parameters (frequentie, inductantie of capaciteit) resonantie oplevert, waardoor een inefficiënt systeem wordt omgevormd tot een systeem dat voldoet aan de duurzaamheidsnormen van SDG 12.
- **Simulatie**: Multisim wordt gebruikt als virtueel laboratorium om te experimenteren. Met deze tool kunnen studenten variabelen aanpassen en de onmiddellijke impact op vermogensoverdracht en de vermindering van warmteverlies observeren, wat een cyclus van "vallen en opstaan" mogelijk maakt die in een fysieke omgeving onbetaalbaar duur en traag zou zijn.
- **Facilitatie**: De docent treedt op als technische gids en begeleider van het onderzoeksproces. Door vragen te stellen worden studenten niet alleen naar een numeriek resultaat geleid, maar ook naar een reflectie over de fysische interpretatie van data en hun ethische verantwoordelijkheid bij efficiënt hardwareontwerp.

- **Samenwerking**: Studenten werken in teams met gedeelde digitale tools om resultaten samen te vatten, wat het toetsen van hypothesen stimuleert over welke parametrische wijzigingen het optimale evenwicht bieden tussen prestaties en duurzaamheid.

1.6 Organisatie van het project (groepsvorming, tijdlijn, mijlpalen)

Het project wordt uitgevoerd in verschillende sessies van 2 uur:

1. Presentatie van het verband tussen warmteverlies en duurzaamheid, en verkenning van de Multisim-interface.
2. Formulering van onderzoeksvragen en hypothesen door de studenten.
3. Meting en parametrische optimalisatie.
4. Synthese van de resultaten en indiening van het technische laboratoriumrapport.

1.7 Van studenten gevraagde opleveringen (type, formaat, deadlines)

Studenten moesten hun werk indienen via de Virtuele Campus van de cursus, met een deadline van één week nadat de opdracht was gegeven.

Type opleveringen:

- **Technisch laboratoriumrapport**: Moet antwoorden bevatten op de kritische analyse rond SDG 12 en een technische verantwoording van de doorgevoerde verbeteringen.
- **Simulatiebestanden**: Het definitieve geoptimaliseerde circuitontwerp in het oorspronkelijke formaat, klaar om uit te voeren en te verifiëren.

Formaat van de opleveringen:

- **Rapport**: Digitaal bestand in Word- of pdf-formaat.
- **Simulaties**: Bestanden met de extensie .ms14 (of de overeenkomstige Multisim-versie).

1.8 Betrokken externe partners (mentoren, bedrijven, experts…) en hun rol

De begeleider treedt gedurende de hele activiteit op als belangrijkste mentor en biedt studenten technische oriëntatie, begeleiding en ondersteuning, met name bij de analyse van verliezen en het identificeren van mogelijke verbeteringen. In plaats van rechtstreekse oplossingen aan te reiken, ondersteunt de begeleider studenten bij het interpreteren van de technische informatie, het evalueren van verschillende alternatieven en het nemen van geïnformeerde beslissingen tijdens het optimalisatieproces. Deze aanpak moedigt studenten aan een actieve en steeds zelfstandigere rol op te nemen bij de ontwikkeling van de voorgestelde oplossing.

2. Projectevaluatie

2.1 Gebruikte beoordelingscriteria en -methoden

De evaluatie is gebaseerd op een rubric met vier pijlers:

- Technische kwaliteit van de circuitontwerpen (25 %).
- Consistentie en nauwgezetheid bij de analyse van verliezen (25 %).
- Originaliteit en haalbaarheid van de voorstellen (25 %).
- Duidelijkheid en precisie van het eindrapport (25 %).

2.2 Bewijs van het leren van studenten (voorbeelden, output, resultaten)

Het bewijs wordt geleverd via een document "Results", dat geanonimiseerde antwoorden van studenten bevat, aangevuld met kwalitatieve beoordelingen en statistische resultaten van de prestaties van de cohorte.

3. Reflecties en aanbevelingen

3.1 Belangrijkste resultaten en sterke punten van het project

- Het project oversteeg met succes het traditionele onderwijs over circuits door het te verbinden met actuele klimaatuitdagingen. Door principes zoals de wet van Ohm en resonantie te koppelen aan SDG 12, begrepen studenten dat energie-efficiëntie een ethische en ecologische noodzaak is.

- De PGO-methodologie veranderde de rol van de student van passieve ontvanger van informatie naar kritische ontwerper. Studenten toonden een opmerkelijk vermogen tot besluitvorming op basis van efficiëntie.
- Het vermogen om resultaten te kwantificeren en visueel weer te geven, bevorderde een diepgaand begrip van het verband tussen elektromagnetisme en duurzaamheid.

3.2 Ondervonden uitdagingen en hoe deze werden aangepakt

Uitdaging: Voorkomen dat de cognitieve belasting van het technische leren (berekeningen van reactief vermogen, resonantie en vaardigheid met Multisim) de kritische analyse van duurzaamheid overschaduwt.

Oplossing: Tijdens de ontwerpfasen werd strategisch vragen stellen toegepast. Door reële dilemma's voor te leggen (bijv. de afweging tussen hardwareprestaties en thermische impact) werd technische berekening opnieuw gekaderd als een noodzakelijk instrument om tot een ethische oplossing te komen.

Uitdaging: De overgang van directe instructie naar begeleid leren veroorzaakte aanvankelijk wrijving bij studenten die gewend waren inhoud passief te ontvangen. Er werd weerstand tegen didactische autonomie vastgesteld, die tot uiting kwam in verzoeken om traditionele formats (bijv. presentaties met "gesloten antwoorden").

Oplossing: Dit werd aangepakt door de waarde van onzekerheid en autonomie in de ingenieursopleiding expliciet toe te lichten. In plaats van vooraf geconfigureerde oplossingen aan te reiken, werden facilitatietechnieken gebruikt om vragen naar antwoorden om te vormen tot nieuwe onderzoekslijnen.

3.3 Lessen voor toekomstige implementaties

De autonomie van studenten in PGO-omgevingen is evenredig met de robuustheid van de initiële ondersteuning. Toekomstige iteraties moeten de procedurele scaffolding (Multisim-handleidingen) en de conceptuele scaffolding (kaders voor RLC-analyse) versterken.

Het succes van het project hangt sterk af van de fase van probleemidentificatie. Het is essentieel om studenten voldoende tijd te geven om de sociotechnische relevantie van de uitdaging te verinnerlijken.

Er is nood aan een explicietere methodologische introductie aan het begin van de onderwijsperiode om weerstand tegen verandering te beperken en de verwachtingen over zelfgestuurd leren op elkaar af te stemmen.

4. Ondersteunend materiaal

4.1 Materiaal van de docenten en projectdocumentatie

Het materiaal van de docenten en de projectdocumentatie zijn beschikbaar via de volgende link:
https://drive.google.com/drive/folders/1NLj9t-obIToAJ6pDS5vHkagz-5wnGh7f?usp=drive_link

4.2 Door studenten geproduceerde opleveringen, eindpresentaties of pitchmateriaal

Een voorbeeld van door studenten geproduceerde opleveringen is beschikbaar via de volgende link:
https://drive.google.com/drive/folders/1OhfJexrR4_aM-oKBXWcw_OezflgKFMT0?usp=drive_link

4.3 Afbeeldingen/video's (met toestemming)

Foto- en video-opnamen werden gemaakt met de uitdrukkelijke toestemming van de deelnemende studenten en zijn beschikbaar via de volgende link:
https://drive.google.com/drive/folders/1dcAlWrv_UjhDbERvNqt6OcIL8jw-PEXV?usp=drive_link

4.4 Overig relevant materiaal

Al het materiaal, inclusief dit rapport, is beschikbaar via de volgende link:

https://drive.google.com/drive/folders/1PjHcocASw_CVBx6Mbykxz1B2UYCqwdmR?usp=drive_link