

Advanced Engineering Design 2025/2026

WB2633 T3 - Groepsproject

Werner van de Sande
TU Delft / Mechanical Engineering

Giuseppe Radaelli

Freek Broeren

Gepubliceerd op 2025-09-01

Laatst bijgewerkt op 2025-10-04

Inhoudsopgave

1 Opdrachten	2
1.1 Optie 1: Pick&Placerobot	2
1.2 Optie 2: CNC-boormachine	4
2 Beoordeling	6
3 Reglement	6
3.1 Regels omtrent de prestatiemeting	6
3.2 Gebruik van materialen en onderdelen	7
4 Poster	7
4.1 Inhoud Poster	8
4.2 Overige informatie	8

1 Opdrachten

In teamverband wordt een mechatronisch apparaat ontworpen, gebouwd, en de werking geëvalueerd. Voor de beste prestaties is een optimalisatie nodig tussen de eigenschappen van de elektrische aandrijving en het mechanisch/dynamisch ontwerp. De actuatoren, in dit geval motoren en eventueel een elektromagneet met een Arduino print board, worden beschikbaar gesteld. De prestatie wordt beoordeeld door een tweekoppige jury. Hierbij ligt de nadruk op met name de keuzes die voor het ontwerp gemaakt zijn.

Dit jaar kan elke groep kiezen uit twee opdrachten. Deze zijn hieronder te vinden.

1.1 Optie 1: Pick&Placerobot

In deze opdracht is het jullie taak om een pick&placerobot te ontwikkelen. Deze robot moet in staat zijn om 3 M10 ringen op te pakken en deze op de juiste plek verder in het veld te plaatsen.

1.1.a Uitdaging

In deze opdracht is het de uitdaging een machine te bouwen die precies genoeg is. Er is namelijk enig marge in de binnen diameter van de ring en de diameter van de boutkop. Ook is het belangrijk om zo snel mogelijk de ringen te plaatsen. Dit maakt het een opdracht waar dynamica een belangrijke rol speelt. Een heel belangrijk aspect bij zowel precisie als dynamica is stijfheid.

1.1.b Prestatiemeting

De prestatie wordt als volgt gemeten:

$$C_{pm} = \frac{i^3}{t}$$

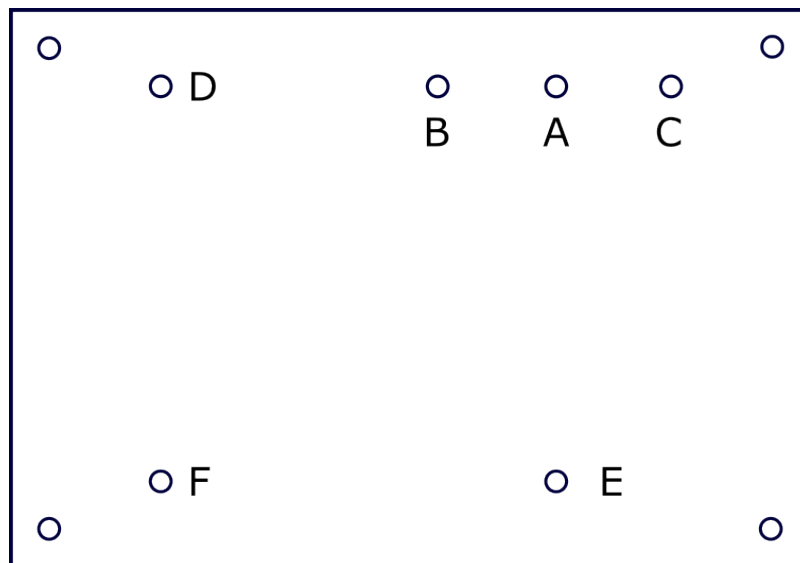
De prestatiemeting C_{pm} is het quotiënt van het aantal correct geplaatste ringen tot de derde i^3 gedeeld door de totale tijd die het plaatsen gekost heeft t .

De tijd start wanneer de machine in beweging komt en de tijd wordt genoteerd wanneer er een ring correct geplaatst is. De tijd stopt wanneer de laatste ring geplaatst is, 5 minuten verstreken is of de poging door de groep afgebroken wordt.

Een correct geplaatste ring is gedefinieerd als een ring die om een bout (D, E of F) heen is geplaatst en waarvan de onderzijde compleet aanligt op de plaat.

1.1.c Het veld van de pick&placerobot

Het veld bestaat uit een PMMA plaat van 200 mm lang, 140 mm breed en 2 mm dik. Op het veld zijn 6 m6 bouten geplaatst, aangegeven met A t/m F in Figuur 1. De coördinaten van de bouten staan in Tabel 1. De bevestigingsgaten in de hoeken van het veld hebben een diameter van 4 mm en zijn 10 mm uit de kant geplaatst. De maten kan je nameten in het SolidWorks Part bestand, dat is [hier](#) te downloaden. Het .dxf-bestand kan je [hier](#) downloaden.



Figuur 1: Het veld van de pick&placerobot, het doel is om de ringen die in het begin om bouten A,B en C liggen om de bouten D,E en F te plaatsen.

Aan de start van een poging zijn er 3 M10 ringen geplaatst om (ophaal)bouten A,B en C. Tijdens de poging worden deze opgepakt en elke ring om (neerleg)bouten D, E en F geplaatst. De ringen en bouten zijn van staal en kunnen worden opgepakt met de elektromagneet.

Je krijgt een veld en een elektromagneet in het kratje als deze opdracht kiest. De plaat kan aan/op de basis van de pick&placerobot bevestigd worden.

Tabel 1: de coördinaten van de bouten ten opzichte van bout A

	x (mm)	y (mm)
A	0	0
B	-30	0
C	30	0
D	-100	0
E	0	-100
F	-100	-100

1.1.d Geleverde materialen

Bij keuze voor deze opdracht, krijgt de groep een doos die de volgende artikelen bevat:

- ☐ 1 Veld met 6 M6-bouten
- ☐ 3 M10 carrosserieringen
- ☐ 1 Arduino Uno
- ☐ 1 CNC Shield
- ☐ 3 Stappenmotor drivers

- ☐ 15 Jumpers
- ☐ 2 12V Voedingen (2A)
- ☐ 1 USB-kabel
- ☐ 3 4 polige jumper kabels
- ☐ 1 DC contrastekkers
- ☐ 3 Stappenmotors (Nema 17)
- ☐ 1 MOSFET module
- ☐ 1 Electromagneet

Deze onderdelen moeten aan het eind van het project weer ingeleverd worden. Als een groep hun machine wil behouden, moeten zij zelf de benodigde onderdelen aanschaffen. Het inlevermoment van het kratje wordt nog gecommuniceerd.

1.2 Optie 2: CNC-boormachine

1.2.a Omschrijving

In deze opdracht is het jullie taak om een geautomatiseerde boormachine te maken. Deze boormachine moet op bepaalde cilindrische coördinaten gaten boren van 4 mm diepte. De cilinder bestaat uit POM en in totaal zijn er vier gaten nodig.

1.2.b Uitdaging

In deze opdracht is het de uitdaging een machine te bouwen die krachtig genoeg is en stijf genoeg. Het kost namelijk kracht om de frees het POM te laten verspanen. Daarnaast moet de machine behoorlijk wat stijver zijn dan de POM-cilinder. Anders is er een risico dat de machine vervormt terwijl er verspaand wordt. Dit zal de precisie negatief beïnvloeden. Buiten deze precisie moet jullie boormachine ook precies genoeg zijn om de frees op de juiste coördinaten te plaatsen.

1.2.c Prestatiemeting

De prestatie wordt als volgt gemeten:

$$C_{pm} = \frac{i^2}{t}$$

De prestatiemeting C_{pm} is het quotiënt van het aantal correct geboorde gaten in het kwadraat i^2 gedeeld door de totale tijd die de bewerkingen gekost hebben t .

De tijd start wanneer de machine in beweging komt en de tijd wordt genoteerd wanneer er een gat geboord is. De tijd stopt wanneer het laatste gat geboord is, 5 minuten verstreken is of de poging door de groep afgebroken wordt.

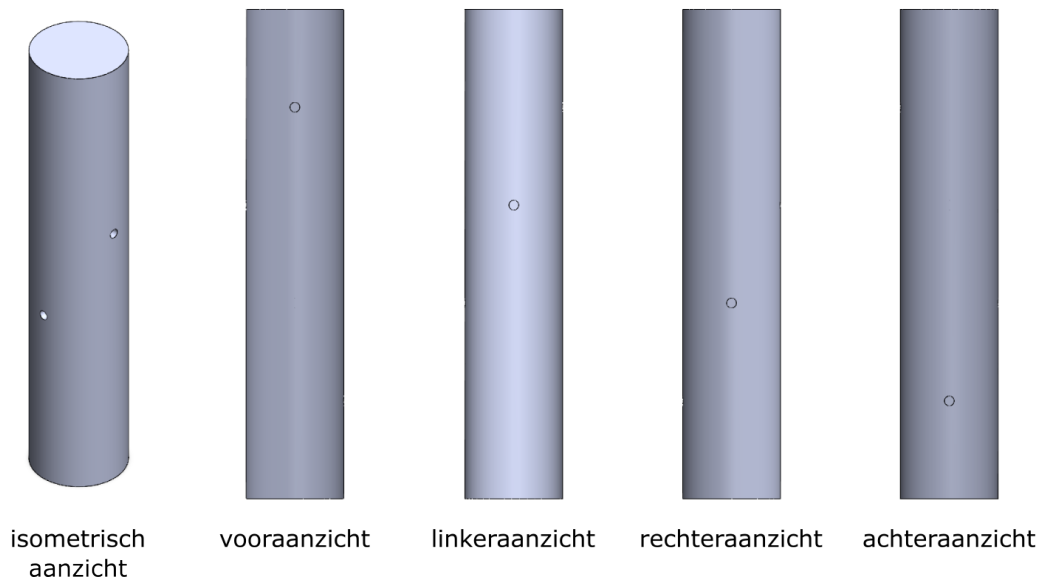
Een correct geboord gat is gedefinieerd als een gat geboord op de juiste locatie en op de juiste diepte. Er zijn toleranties op de gaten en de diepte van de gaten, deze zijn weergegeven in Tabel 2. De cilinder moet na de prestatiepoging uit de machine gehaald kunnen worden om jullie prestatie te bepalen.

1.2.d Ontwerp van de cilinder

De cilinder heeft een diameter van 30mm en een lengte van 140mm. Aanpassingen voor opspanning zijn mogelijk, maar een oppervlakte van 100mm lang moet vrij

blijven. Daar komt het gatenpatroon. Het gatenpatroon moet onderling kloppen, de exacte hoogte maakt niet uit.

In Figuur 2 staan aanzichten van de beoogde cilinder, de bijbehorende coördinaten (inclusief toleranties) van het gat zijn in Tabel 2 gegeven. Het SolidWorks Part bestand is hier te downloaden.



Figuur 2: Aanzichten van de cilinder, de coördinaten van gaten kun je vinden in Tabel 2.

Tabel 2: Cilindrische coördinaten van de gaten, de hoeken θ , hoogte h , en diepte d inclusief toleranties

	θ (rad)	$\pm\theta$ (rad)	h (mm)	$\pm h$ (mm)	d (mm)	$\pm d$ (mm)
A	0	$\frac{2}{15}$	0	2	4	1
B	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{2}{15}$	30	2	4	1
C	π	$\frac{2}{15}$	60	2	4	1
D	$\frac{3}{2}\pi$	$\frac{2}{15}$	90	2	4	1

De cilinder is van het materiaal POM (polyacetaal). Een onbewerkt stuk is inbegrepen in het kratje.

1.2.e Geleverde materialen

Bij keuze voor deze opdracht, krijgt de groep een doos die de volgende artikelen bevat:

- ☐ 1 rondstaf POM met 30mm diameter en 140mm lang
- ☐ 1 3mm frees + spantang
- ☐ 1 DC motor voor aandrijving boor
- ☐ 1 Arduino Uno
- ☐ 1 CNC Shield

- ☐ 3 Stappenmotor drivers
- ☐ 15 Jumpers
- ☐ 2 12V Voedingen (2A)
- ☐ 1 USB-kabel
- ☐ 3 4 polige jumper kabels
- ☐ 1 DC contrastekkers
- ☐ 3 Stappenmotors (Nema 17)

Deze onderdelen moeten aan het eind van het project weer ingeleverd worden. Als een groep hun machine wil behouden, moeten zij zelf de benodigde onderdelen aanschaffen. Het inlevermoment van het kratje wordt nog gecommuniceerd.

2 Beoordeling

Het cijfer van Advanced Engineering Design T3 is het gemiddelde van 3 cijfers. Deze zijn:

- De beoordeling van de jury in week 9, hier wordt gekeken naar de constructieprincipes, uitvoering en het ontwerp in het algemeen.
- De prestatiemeting in week 9. De prestatiemeting is per opdracht verschillend, maar wordt omgezet in een prestatiecijfer. Er wordt onderscheid gemaakt tussen het volgende:
 - 5,0+ Het ontwerp wordt door de jury gezien als een ontwerp voor een pick&placerobot of CNC-boormachine en mag een prestatiemeting doen tijdens de jurydagen.
 - 6,0+ Alle ontwerpen met een prestatiemeting.
 - 10 Het ontwerp met de hoogste prestatiemeting per opdracht. Het uiteindelijke cijfer in het geval van een geldige prestatie is een interpolatie tussen 6 en 10 gebaseerd op de prestatiemeting.
- De beoordeling van de poster die in week 5 ingeleverd wordt. De criteria waarop de poster op beoordeeld wordt, kan je vinden in de Poster sectie.

3 Reglement

3.1 Regels omtrent de prestatiemeting

- Op de jurydagen is er 5 minuten in totaal ingeroosterd om een prestatiemeting te realiseren. De rest van de 20 minuten is gereserveerd om jullie ontwerp te beoordelen en jullie robot klaar te maken voor de jurering en de prestatiemeting.
- Tijdens de poging mag de robot niet aangeraakt worden.
- De digitale interface mag bediend worden voorafgaand aan de poging om te kalibreren en het programma te starten.
- Tijdens de poging mag de interface alleen als noodstop gebruikt worden.

3.2 Gebruik van materialen en onderdelen

! Belangrijk

Hieronder staan regels aangaande het fabriceren van jullie machine. Afwijken van deze regels is alleen toegestaan na goedkeuring van de docenten via het BrightSpace Q&A-forum.

- Het ontwerp moet te fabriceren zijn in de faculteitswerkplaats, en hoort daarom voornamelijk uit metaal en 3D-prints te bestaan. Alternatieve materialen zoals hout, composiet e.d., alleen in overleg.
- Het is niet toegestaan om een ontwerp te maken uit standaard bouwdoosonderdelen zoals lego of meccano.
- Geëxtrudeerde profielen (ITEM etc.) mogen niet gebruikt worden.
- 3D printen is toegestaan, maximaal 30 volumepercenten van jullie machine.
- Geen extra actuatoren (motoren, elektromagneten, etc.) mogen gebruikt worden. Extra sensoren, schakelaars etc. zijn wel toegestaan.
- De FW-lasersnijder is beschikbaar. Per groep mag een plaat van 500x500x1 mm plaatmateriaal (aluminium of staal) gebruikt worden. Kleine onderdelen (<100mm) mogen uit 1.5 of 2 mm dikte plaat worden gesneden de rest alleen uit 1 mm dikte plaat.

Inkoopdelen: Buiten niet-reglementaire onderdelen mogen jullie, op eigen budget, materialen en onderdelen inkopen. Let hierbij wel op inklaringskosten en levertijden.

Ophalen doosje met componenten: De componenten die beschikbaar worden gesteld kunnen in wk2 in de FW-Uitgiftebalie worden opgehaald door een groepsvertegenwoordiger. Op een later moment kunnen de componenten alsnog worden opgehaald bij de FW-Uitgiftebalie, op afspraak met Eelco Kleiman (e.kleiman@tudelft.nl).

Defecte onderdelen: Als de motoren niet functioneren dan kan dat een gevolg zijn van een defect onderdeel. Defecte onderdelen kunnen bij de Uitgiftebalie worden omgewisseld. Hierbij is het de bedoeling om ter plaatse onderdelen uit te wisselen tot bekend is welk onderdeel defect is.

FW materialenlijst: Assen in 3, 4, 5, 6, 8 en 10mm staal zijn in de FW verkrijgbaar en ook een aantal bevestigingsmiddelen. Dit is de hele lijst van wat beschikbaar is.

! Belangrijk

Download eerst het excel-bestand en kies in het gedownloade bestand voor "WOP3/AED". Daarna zie je pas alle beschikbare materialen voor dit project.

4 Poster

In week 5 leveren jullie een A2 poster in waarin jullie je voortgang tot dusver laten zien. Een voorbeeld van een poster is [hier](#) te vinden.

Met jullie poster communiceren jullie je ontwerp en de keuzes die jullie gemaakt hebben gedurende het project om tot jullie ontwerp te komen. Tijdens de WOP-projecten maakten jullie een dossier om jullie ontwerpproces vast te leggen. Dit dossier werd vervolgens beoordeeld. In Advanced Engineering Design is het nog steeds de bedoeling dat jullie dezelfde ontwerpaanpak hanteren, maar het dossier is puur voor de groep. De poster wordt wel beoordeeld en is bedoeld om inzicht te geven in jullie ontwerp en ontwerpkeuzes. Het is dus belangrijk om het ontwerp, de gemaakte keuzes en jullie technisch inzicht duidelijk en bondig te communiceren in de poster.

4.1 Inhoud Poster

- Jullie groepsnummer (namen hoeft niet)
- Een titel van de poster, dit kan de naam voor jullie ontwerp zijn.
- Korte introductie (150 woorden maximaal) die jullie ontwerp toelicht (werkingsprincipes, ontwerp, type mechanisme, aantal motoren, etc.), natuurlijk met ondersteunende figuren.
- Een uitwerking van twee prestatiecriteria met uitgewerkte voorspelling (berekeningen, schetsen, modellen, prototypes, etc.)
- Een korte discussie/conclusie hoe het ontwerp tot stand is gekomen in relatie tot het programma van eisen, met name de prestatiecriteria.
- Jullie morfologische kaart en gegenereerde concepten (die jullie natuurlijk hebben), horen niet op de poster.

4.2 Overige informatie

- Voor de documentatie in de groep kan het OneNote template uit jaar 1 (WOP3) gebruikt worden. Deze hoeft niet ingeleverd te worden en wordt ook niet beoordeeld. Het template is hier te downloaden.
- De poster dient in week 5 ingeleverd te worden, deze zal vervolgens geprint worden en opgehangen worden tijdens de jurydagen.
- Ongeveer 60%-70% van de poster bestaat uit tabellen, grafieken en figuren.
- Maximaal 100 woorden voordat deze onderbroken wordt door een tabel, grafiek of figuur, dus geen lappen tekst. <!--
- De poster wordt beoordeeld met een rubric, deze kan men vinden op Brightspace.
-->