

AMoCAD: Aandrijfselectie voor motion applicaties m.b.v. CAD-tools

De onderzoeksgroep DySC van de Universiteit Gent - Campus Kortrijk is sinds jaar en dag een aanspreekpunt voor machinebouwers met aandrijfproblemen. Op 14 september werd een afsluitende studiedag georganiseerd rond het TETRA project AMoCAD waarin gedurende twee jaar werd onderzocht hoe KMO machinebouwers de dimensionering, selectie en afregeling van elektrische aandrijftreinen sterk kunnen verbeteren door gebruik te maken van CAD-software. Daarin werden de motion simulatiemogelijkheden, beschikbaar in vandaag reeds gebruikte CAD-pakketten, ten volle benut. Zes industriële casestudies tonen aan dat bij bestaande aandrijvingen tot 20% kan bespaard worden op de aankoopprijs van de motor en er bovendien tot 50% kan bespaard worden op de vermogensis door trajecten te optimaliseren.

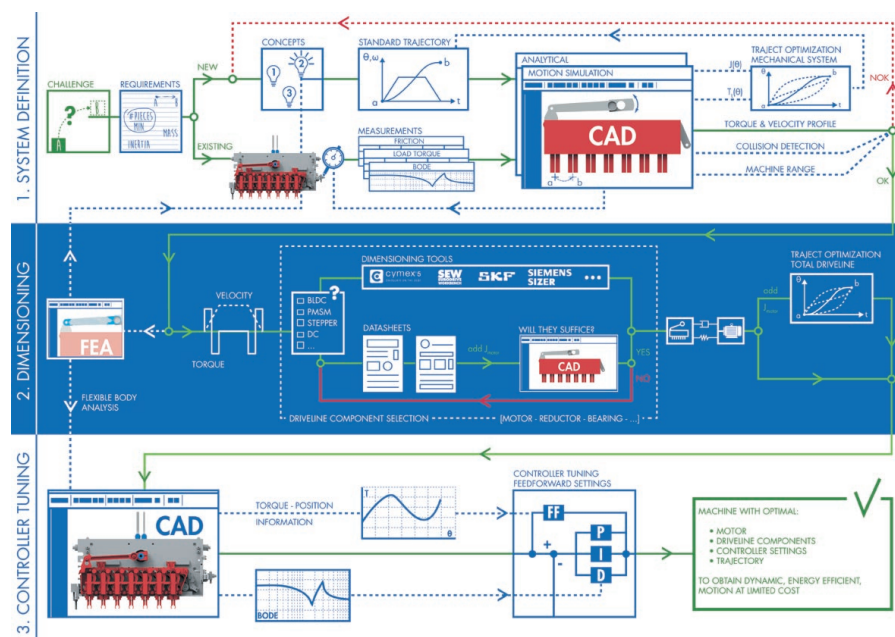
Inleiding

Aandrijvingen dimensioneren kan op verschillende manieren gebeuren. In de modale KMO lijkt de meest voor de hand liggende optie het ervaringsgericht dimensioneren via vereenvoudigde manuele of Excel berekeningen. Voor standaardtoepassingen zoals transportbanden, kettingaandrijvingen, liftmechanismen... bestaan er reeds heel wat standaardtools. Wanneer de toepassing iets complexer wordt, zoals bij meerstangenmechanismen, nokaandrijvingen, meerassige systemen of pick-and-place units, en ze bovendien een nauwkeurige positionering vereist, schieten ervaring of eenvoudige Excel rekenbladen tekort. Vaak worden dan ook overgedimensioneerde aandrijvingen bekomen. Die zijn niet alleen energieverslindend maar

veelal ook te duur qua aankoop. Het inzetten van CAD-functionaliteiten kan hier leiden tot een beduidend optimalere aandrijving. Een nauwkeurig inzicht in het benodigde koppel- en snelheidsverloop, bekomen op basis van CAD-simulaties, verbetert de dimensionering van de componenten. Het doorvoeren van optimalisaties op dit snelheids- en koppelverloop kan energiezuinigere of kleinere aandrijvingen opleveren. Een belangrijke voorwaarde is dat de theoretisch berekende koppel- en snelheidstrajecten in een reële situatie ook worden gevolgd. Dit maakt het correct afregelen van PID-parameters van de snelheids- en/of positiecontroller en het al dan niet toepassen van feedforward van cruciaal belang.

Studiedag verspreidt kennis van tweejarig project

Tijdens de studiedag werden alle resultaten van het project voorgesteld. Om de KMO's de nodige hulpmiddelen en tips en tricks aan te reiken om dit zelf ook toe te passen, werd een ontwerpprocedure onder de vorm van een overzichtelijke workflow uitgewerkt. Een belangrijk uitgangspunt bestaat erin de verschillende stappen in het engineeringproces te digitaliseren. Centraal daarbij staat het virtuele equivalent, of Digital Twin, van de werkelijke machine. Deze Digital Twin wordt in een CAD-software met motion features opgebouwd.



Figuur 1: Workflow bij het dimensioneren van aandrijvingen met behulp van digitale tools

AMoCAD is een project waaraan 20 industriële partners actief bijdroegen en mee sturing gaven. Getuige hiervan zijn de industriële cases die zijn uitgewerkt om het nut van de voorgestelde workflow aan te tonen.

Inschatten koppel en snelheid met CAD-software

Door de juiste systeemeigenschappen toe te kennen aan het CAD-model kan een betrouwbare dynamische simulatie worden gemaakt. Zo is de juiste toekenning van 3D-geometrie en soortelijk gewicht belangrijk voor de berekening van de massa en inertie-eigenschappen. Moeilijker wordt het om eigenschappen als wrijving, flexibiliteit en demping in te calculeren. Deze parameters kunnen op basis van datasheets, ervaring of metingen op bestaande opstellingen achterhaald en ingesteld worden. Teneinde ervaring op te doen en exacte waarden te bepalen had het projectteam de mogelijkheid om metingen uit te voeren op enkele beschikbare prototypes. Een Bodekarakteristiek, die per frequentie aangeeft hoe een systeem reageert op een ingangssignaal, bevat een schat aan informatie over deze moeilijker te bepalen parameters als flexibiliteit en demping. Gedurende verschillende hands-on workshops en door middel van instructievideo's maakt het projectteam duidelijk hoe zo'n Bodekarakteristiek op een snelle, eenvoudige maar bovenal ook waarheidsgetrouwe manier kan opgemeten worden op elektrisch aangedreven machines. Zo kon er aferekend worden met het ontbreken van complexe imago van frequentieresponsies en Bodekarakteristieken. Ten slotte stelde het team een rekenblad op dat toelaat snel de nodige informatie omtrent flexibiliteit en demping te extraheren uit deze metingen.

Op basis van de ingave van de systeemeigenschappen kan met het CAD-model een realistische simulatie uitgevoerd worden, wat resulteert in een realistisch koppel- en snelheidsverloop.

Selecteren van componenten

De motorkeuze gebeurt ofwel via een iteratief proces op basis van datasheets, ofwel rechtstreeks in de bestaande selectiesoftware. Er is hiervoor heel wat merkgebonden software voorhanden zoals Lenze Drive designer, Siemens Sizer of SEW Workbench. Omdat Cymex een database met motoren van meer dan 50 fabrikanten bevat, werd gekozen voor deze tool van Wittenstein.

De selectiesoftware maakt het mogelijk de tijdsbeelden van koppel en toerental in te laden vanuit de CAD-software en vervolgens, op basis van enkele filtercriteria, de gewenste motor te selecteren. Het voordeel van het gebruik van dergelijke software is dat bij de voorgestelde motoren rechtstreeks de motorinertie wordt ingecalculiseerd en het iteratief ontwerpproces aldus wordt ingekort. In de gepubliceerde workflow worden verder aanbevelingen verstrekt omtrent de keuze van de aandrijfcomponenten.

Trajecoptimalisatie maakt uw machines performanter

Doorheen het project werden voor de verschillende cases de koppel-toerentalgrafieken geoptimaliseerd. De optimalisaties beogen een vermindering van het maximale koppel, het gemiddelde koppel of de ruk. Dit vertaalt zich in een performantere machine: respectievelijk een kleinere motor, lager energieverbruik of langere levensduur. Vooral bij systemen met een variabele inertie (bij complexere toepassingen) valt hiermee grote winst te halen. Het principe is simpel: wanneer de machine op een positie staat met een hoge systeeminertie, wordt idealiter niet versneld of vertraagd.

Goed afgeregelde controller maakt de theorie toepasbaar

Tijdens simulaties kan het virtuele systeem perfect functioneren, maar in de realiteit staat of valt alles met de goede afregeling van het systeem. Deze bepaalt de échte prestaties. In 94% van de industriële cases wordt de cascaderegelaar gebruikt, waarop de PID-parameters moeten worden ingesteld voor de stroom-, snelheids- en positierigelaar. Een rondvraag leert dat hierbij vaak een trial-and-error methode wordt toegepast. Daar zijn een aantal nadelen aan verbonden. Een instabiele situatie bereiken bij het experimenteel afregelen kan ernstige mechanische schade veroorzaken. Voorts zijn de vuistregels om te experimenteren, bijvoorbeeld dat bij het verhogen van de K_p -waarde de insteltijd verkleint, zeker niet altijd geldig. Om een houvast te hebben bij de instelling van de regelparameters moet het systeem worden geïdentificeerd. Dit kan opnieuw op basis van een Bodekarakteristiek.

Professor Stijn Derammelaere (stijn.derammelaere@uantwerpen.be) besprak gedurende de studiedag een eenvoudige methode voor het instellen van PI-regelingen én feedforward. Dankzij de beschikbaar gestelde presentaties, instructievideo's en rekenbladen is deze methode inzetbaar in elk bedrijf. Op die manier wordt gegarandeerd een dynamische doch zeer robuuste regeling bekomen voor elektrisch aangedreven machines. De Bode plot-functionaliteit is overigens beschikbaar in heel wat commerciële drivesoftware. Uit de cases bleek dat ook andere regelprincipes zoals snelheids- en koppelfeedforward essentieel zijn voor het volgen van een specifiek traject. Het toepassen van snelheidsfeedforward vereist in een moderne drive, vanwege de aanwezigheid van de gesloten snelheidsregelkring, slechts het activeren van een standaardfunctie. Het toepassen van koppelfeedforward daarentegen is niet zo vanzelfsprekend. Het is hiervoor immers noodzakelijk om het ogenblikkelijke motorkoppel dat bij

een traject hoort, en dus ook de systeem-dynamiek, te kennen. Ook hier is weer een rol weggelegd voor een CAD-software met motion functionaliteit.

Een greep uit de cases

Bij 73% van de Vlaamse KMO's blijkt het gebruik van CAD-software al goed geïntegreerd te zijn, meestal voor het genereren van de 3D-geometrie en 2D-stuktekeningen. Cases werden gebruikt om bepaalde motion features aan te tonen of om de volledige dimensionering van de aandrijflijn uit te voeren aan de hand van de workflow. Gezien de verscheidenheid van de bedrijven in de gebruikersgroep werden de simulaties gemaakt in diverse softwarepakketten, namelijk Siemens NX, PTC Creo en Autodesk Inventor.

CASE 1

Veelal gaat het, zoals hier het geval is, om hoogdynamische toepassingen. Deze pick-and-place unit dient om aandrijfstan-gen te verplaatsen tussen de verschillende koudvervormingsstations bij middel van de ronde vingers die onderaan zichtbaar zijn. De praktisch bemeeten besparingen leunen nauw aan bij de theoretische door het gebruik van koppelfeedforward. Op het RMS-koppel wordt 15.9% bespaard en voor het maximum koppel bedraagt de besparing maar liefst 45.30%

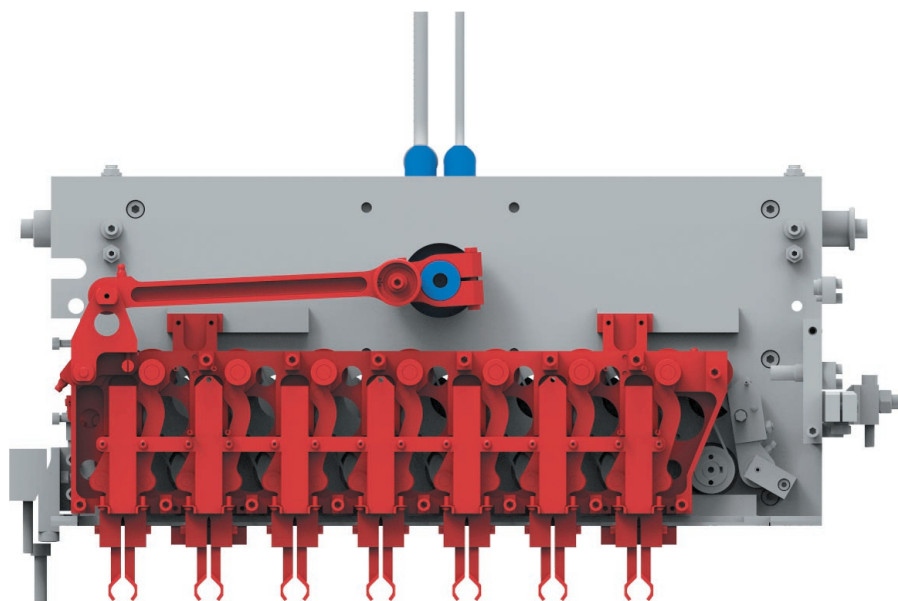


Figure 2: Hoogdynamische pick-and-place unit van aandrijfassen

CASE 2

Deze pick-and-place unit dient on-the-fly een deksel van een tank te sluiten. Dit gebeurt met een 2D lineair portaal van FESTO. De horizontale en verticale beweging is door een tandriemoverbrenging gekoppeld aan twee motoren. Het modelleren werd reeds in verregaande mate uitgevoerd door de machinebouwer. Enkel het modelleren van de XY-gantry bleek niet evident en werd in het kader van het project uitgewerkt om op die manier het snelheids- en koppeltraject van elke motor na te gaan.

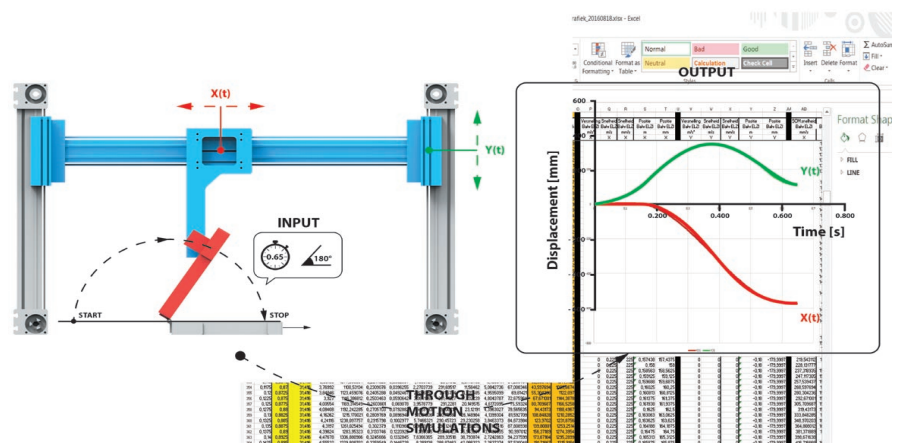


Figure 3: XY gantry sluit deksel tijdens de horizontale beweging

Het onderzoeksteam plant zeker verder te gaan met de ontwikkeling van tools en technieken die het ontwerpen van een elektrische aandrijving kunnen verbeteren. Heb je interesse in toekomstige workshops en studiedagen die de hier beschreven aanpak op een hands-on manier aanleren, neem dan contact op. Heb je zelf een case die je graag wil laten uitwerken door het onderzoeksteam en ben je bereid mee sturing te geven aan mogelijke nieuwe projecten, neem dan zeker contact op met: amocad@ugent.be.

Heinz Vervaeke werkte mee aan de realisatie van dit project, samen met zijn collega's van de onderzoeksgroep DySC: prof. Kurt Stockman, prof. Stijn Derammelaere, Bart Vanwalleghem, Simon Houwen, Foeke Vanbecelaere.

Heinz Vervaeke