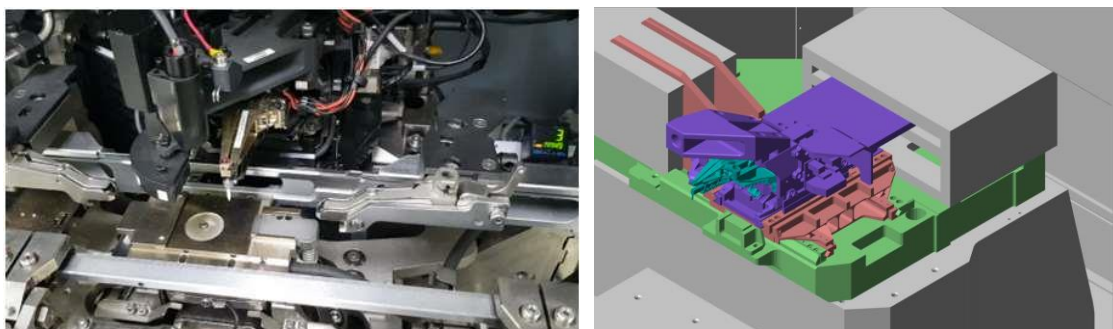


## Kabels leggen met 100 kilometer per uur

*Met de wirebonding-machines van ASMPT verbindt de halfgeleiderindustrie in een razend tempo onderdelen op een printplaat. Om onverwachte bewegingen in hun machine beter te begrijpen riep het bedrijf de hulp van SWI 2023 in.*

Wirebonding is hypnotiserend. Volautomatisch racet een dunne soldeernaald heen en weer: omlaag naar een computerchip om een ragfijne gouddraad vast te plakken, dan in een ruk omhoog-opzij-omlaag naar het contactpunt op de printplaat. Zo worden losse onderdelen in een oogwenk werkende elektronica.

High-techbedrijf ASMPT is marktleider in de wirebondingstechniek, waarbij machine-onderdelen in een fractie van een seconde optrekken naar honderd kilometer per uur en op precies de juiste plaats weer tot stilstand komen. Om zijn machines nog verder te verbeteren wil R&D-directeur van ASMPT Dragan Kostić ze beter leren begrijpen met een digitale tweelingkopie. Die moet zichtbaar maken wat er binnenin de machine gebeurt als die op topsnelheid beweegt. Zo'n rekenmodel blijkt ingewikkelder dan gedacht.



*Foto en 3D-model in het softwarepakket SimScape van de wire bonding-machine van ASMPT. Bron: ASMPT*

### Extreme bewegingen

"Een wirebonding-machine haalt tijdens de verticale beweging versnellingen van wel honderdvijftig keer de aardse zwaartekracht" vertelt Kostić. Bij zulke extreme start-en-stopbewegingen kunnen onderdelen die volgens de ontwerpsoftware perfect stijf zijn, toch doorbuigen en terugveren. Dat verstoort de beweging van andere onderdelen, wat een rem is op sneller en preciezer werken.

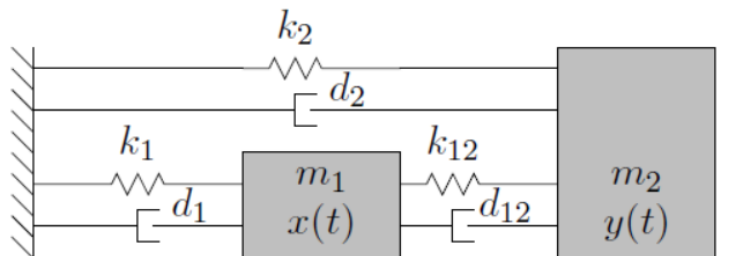
Het computermodel om dit gedrag te beschrijven kent wel zeventig verschillende parameters zoals de stijfheid van verschillende verbindingen, waarvan twintig *parasitair* - ongepland maar onvermijdbaar gedrag, zoals de verende staalplaat. Aan de SWI-deelnemers de uitdaging om zulk gedrag te begrijpen.

"Als wiskundige vond ik dit vraagstuk interessant omdat er zoveel verschillende wiskunde bij komt kijken", vertelt SWI-deelnemer Alice Peng, een postdoctoraal onderzoeker aan de Universiteit Leiden. "Parameters identificeren, differentiaalvergelijkingen oplossen, wiskundige modellen programmeren, er is niet één persoon die dat allemaal beheerst. Maar als diverse groep blijk je dan in korte tijd heel veel te kunnen."

Dat is precies de leerervaring die deelnemer Colin Please (hoogleraar Universiteit van Oxford) graag ziet: "Bij SWI leer je samenwerken in een groep, en zie je hoe je jouw abstracte vakkennis kunt gebruiken om allerlei praktische vraagstukken te kraken. Dat is een waardevolle ervaring voor wiskundigen."

## Onverwacht

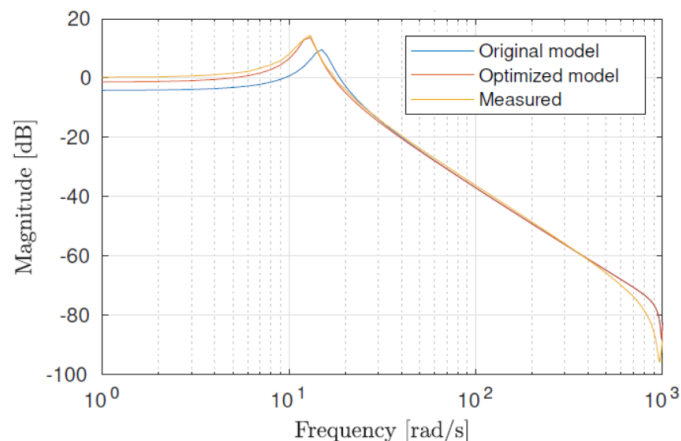
Om het meeste uit SWI-week te halen, splitst het team zich op in twee groepen die ieder op hun eigen manier proberen de *wirebonding* uit de knoop te halen. Terwijl één groep versimpelde wiskundige modellen opstelt om het basisgedrag van machineonderdelen te begrijpen, licht de andere het bestaande computermodel van ASMPT door. Elke dag leggen ze elkaar uit waar ze staan. “Dat was een tip van een paar ervaren rotten in ons team”, herinnert Peng zich. “Zij wisten precies hoe je mensen effectief laat samenwerken.” Die samenwerking levert onverwachte uitkomsten op.



Wiskundig model van de wire bonding-machine in de vorm van massa's die zijn gekoppeld met veren en actuatoren. Bron: SWI2023

In hun eindpresentatie laten de wiskundigen bijvoorbeeld een rekenmodel zien dat de omhoog-omlaagbeweging van de *wirebonder* perfect simuleert. Ook voor horizontale bewegingen hebben ze simulaties, al kloppen die minder netjes. Maar er is meer: ze weten ook een zwakke plek in ASMPT's begrip van de machine bloot te leggen.

Het zware chassis van 300 kilogram, volgens het originele computermodel één star en onbeweeglijk blok staal, blijkt volgens de analyse iets flexibel. “We denken dat je door de enorme krachten golfbewegingen kunt krijgen in het chassis”, vertellen de onderzoekers in hun presentatie. Dat zou de beweging van alle onderdelen op het chassis beïnvloeden.



Vergelijking van het originele en nieuwe rekenmodel van de ASMPT-machine met metingen van hoe de machine zich in het echt gedraagt. Bron: SWI2023

### “Ik sta ervan versteld hoe goed dit klopt”

Als de onderzoekers hun resultaten presenteren na vier dagen - en een paar avonden - werken, is opdrachtgever Kostić laaiend enthousiast. “In een paar dagen tijd hebben ze de cruciale elementen in ons model weten te vinden - zonder enige achtergrondkennis over onze machines. Ik sta ervan versteld hoe goed hun model van onze machine klopt.”

Ook het advies van de wiskundigen om het complexe rekenmodel te versimpelen valt in goede aarde. Zo laten de onderzoekers zien dat er niet één belangrijkste materiaaleigenschap is aan te wijzen om de wirebonding-bewegingen te begrijpen: dat hangt maar af van wat soort beweging er plaatsvindt. Bij snelle schokken blijkt bijvoorbeeld de massa van een onderdeel bepalend voor hoe het reageert, terwijl tragere bewegingen juist afhankelijk zijn van de stijfheid van materialen. Toegespitste modellen die inzoomen op één soort gedrag kunnen helpen om de juiste beschrijving van zulke eigenschappen te vinden, denken de wiskundigen.

Tevreden? “Hier gaan we op voortborduren”, weet Dragan Kostić al meteen. En ook Alice Peng kijkt enthousiast terug op SWI: “Ik heb hier zowel geleerd over wiskunde als over samenwerken aan praktische problemen. Als ik later de industrie in wil, is dit een prachtige ervaring. Een aanrader!”