

## Design of a test rig for damper characterization

Florian Deblie

Jannick Vermaelen

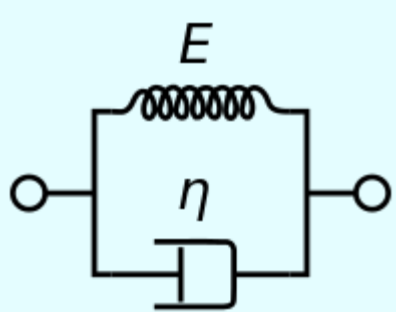
Master IIW Elektromechanica

Master IIW Elektromechanica

Het doel van deze thesis is het ontwerpen van een DMA-machine om rubber dempers nauwkeurig te kunnen karakteriseren. De dempers worden gebruikt om de invloed van trillingen op nauwkeurige machines te verminderen. De machine moet met behulp van een elastische meetopstelling de stijfheid  $k$  en de demping  $\tan(\varphi)$  van de rubber demper opmeten. De thesis verloopt in samenwerking met Cappa Engineering [1].

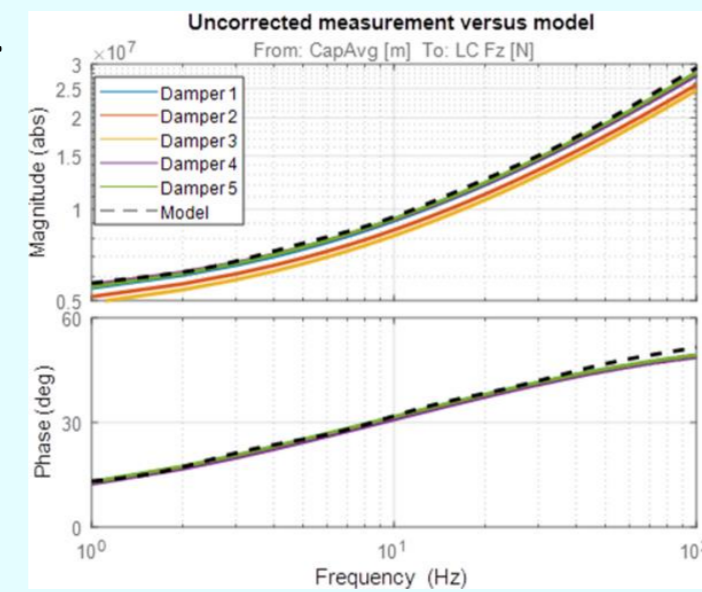
### 1. Dempers

- Visco-elastisch materiaal
- Complexe E-modulus
- Stijfheid =  $f(E_{\text{reëel}}) \rightarrow E$
- Demping =  $f(E_{\text{imaginair}}) \rightarrow \eta$



Figuur 1: Kelvin-Voigt model [2]

- Stijfheid en demping veranderen i.f.v. frequentie en temperatuur:  $k(f, T)$ ,  $\varphi(f, T)$ .



Figuur 2: Stijfheid & demping rubber

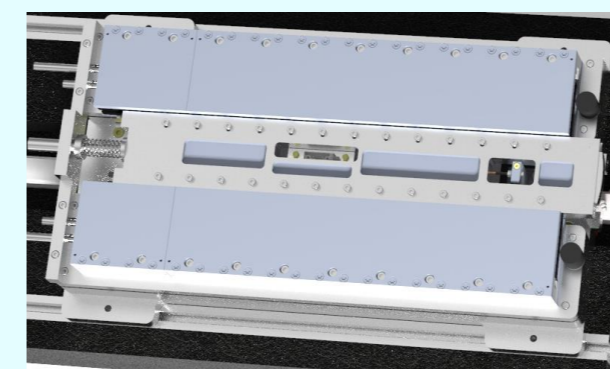
- Max dempergrootte:  $\varnothing 210 \times 300 \text{ mm}$



Figuur 3: Voorbeeld rubber demper [3]

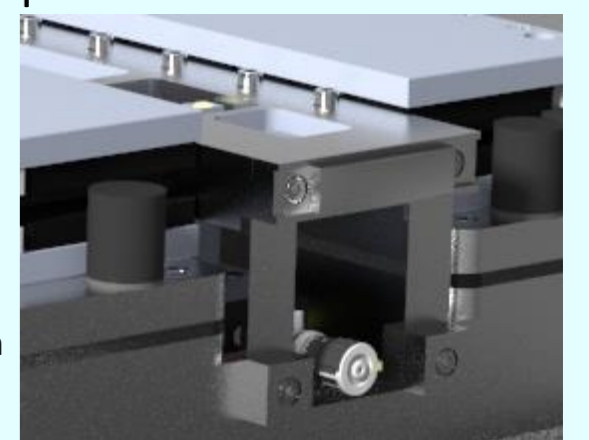
### 2. Aandrijving

- 2 Parallele lineaire motoren
- Motoren zijn verbonden via een aluminium tussenblok



Figuur 4: Overzicht aandrijving machine

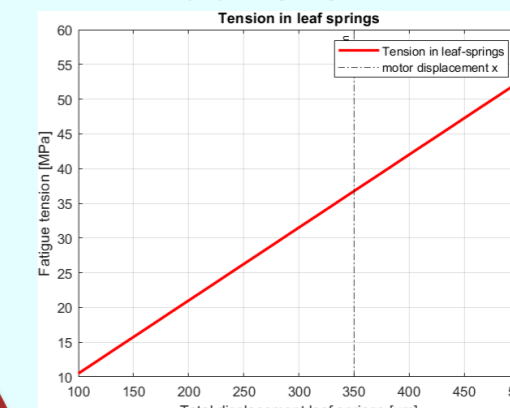
- Lineaire geleiding door 4 parallelle bladveren.



Figuur 5: Geleiding bladveren + ronde actuator

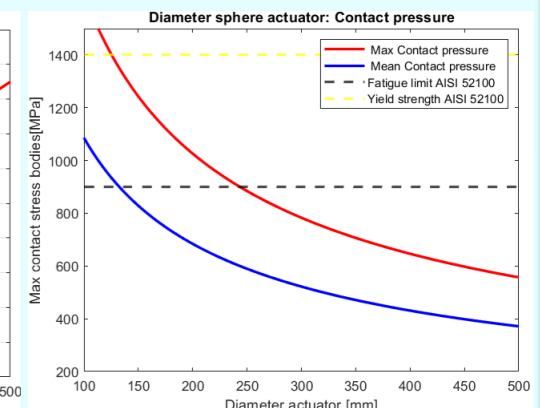
- Krachtoverbrenging via ronde actuator ( $\varnothing 300 \text{ mm}$ ) op eindplaat
- $\rightarrow$  Geen piekspanning en gelijkmatige indrukking.
- Maximum kracht motoren: 4480 N op 150 Hz.

#### Bladveren:



Figuur 6: Spanning in bladveren

#### Actuator:

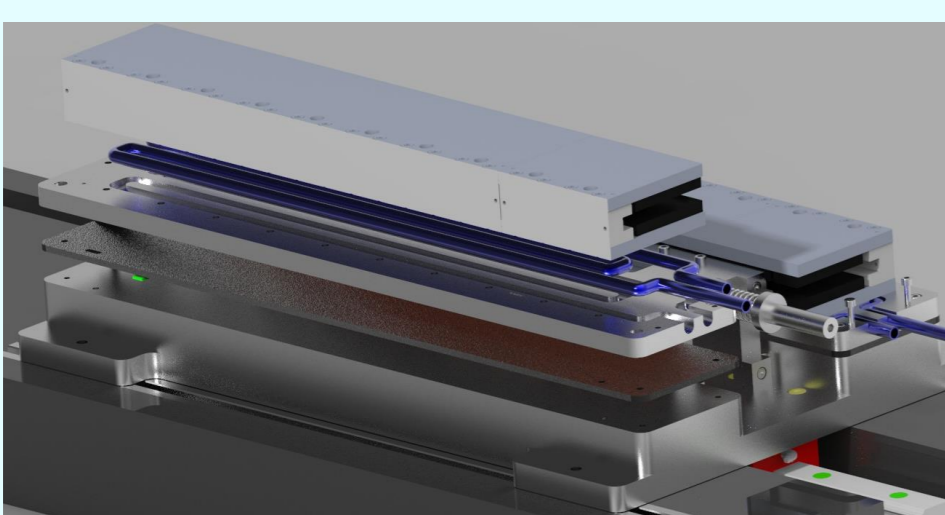


Figuur 7: Spanning in actuator

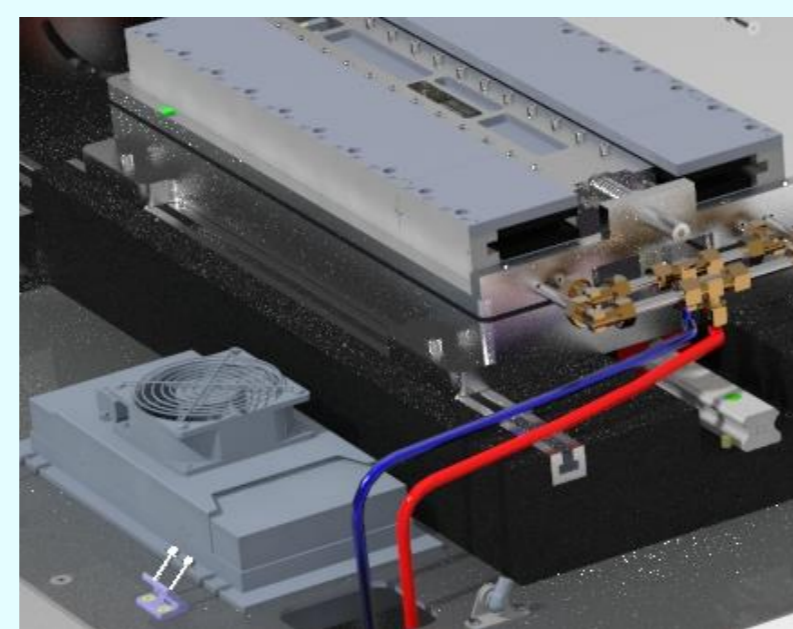
### 4. Temperatuurcontrole

- Stijfheid en demping rubber zijn temperatuurafhankelijk  $\rightarrow$  **Temperatuur constant houden**
- Constante opmeting omgevingstemperatuur via PT1000-sensor
- Externe temperatuurverschillen worden opgelost via een lucht-warmtewisselaar.

- Grootste warmtebron: 2 lineaire motoren 592 W warmte  $\rightarrow$  waterkoeling van de stators
- Waterdebiet van 2,1 L/s met  $T = 2^\circ \text{C}$  door RVS buizen
- HDPE isolatielaag voorkomt ongewenste koeling van de machine



Figuur 13: Opbouw heatsink lineaire motoren



Figuur 12: Luchtkoeling + koelkanalen

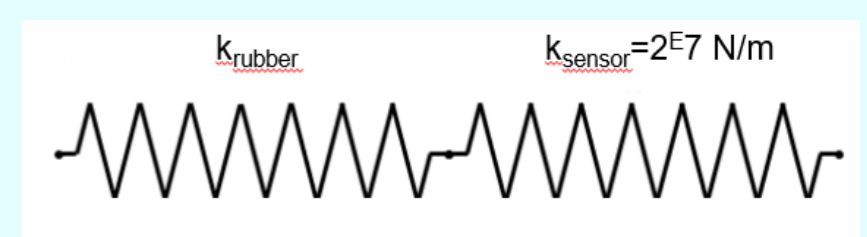
### 3. Meetprincipe

- Motorbeweging gecontroleerd via een encoder



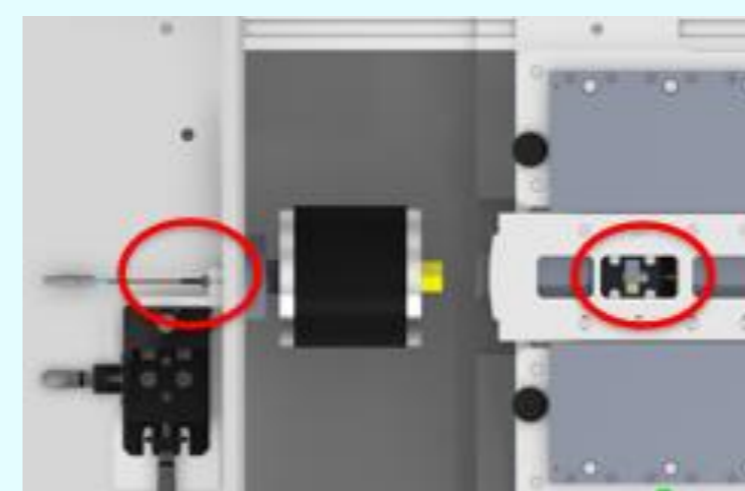
Figuur 8: Lineaire encoder in het tussenblok

- **Nadeel conventionele loadcell:** lagere nauwkeurigheid bij hoog-dynamische belasting
- **Oplossing:** nieuw meetprincipe met een elastische structuur die in serie met het rubber wordt geplaatst.
- 2 capacitieve sensoren meten de totale verplaatsing en de verplaatsing van de elastische structuur.
- Indrukking rubber = totale verplaatsing - indrukking elastische structuur
- Constante indrukking rubber:  $125 \mu\text{m}$

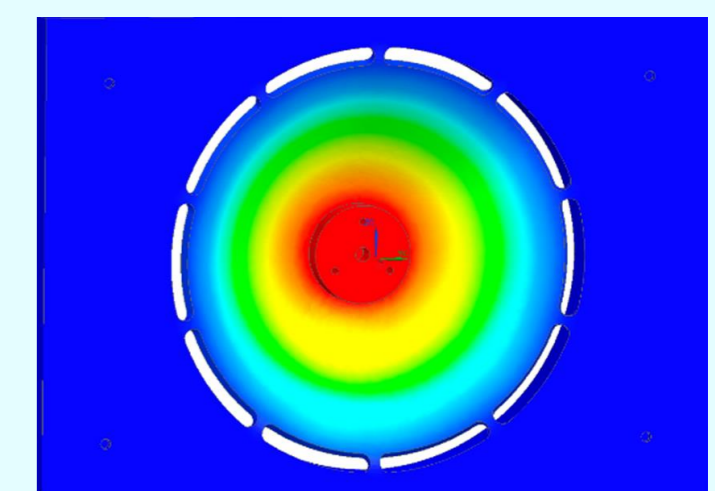


Figuur 9: Serieschakeling van 2 veren

- De elastische structuur is ontworpen voor een stijfheid van  $2 \cdot 10^7 \text{ N/m}$ .



Figuur 10: Plaatsing capacitieve sensoren



Figuur 11: FEM op elastische structuur

[1] <https://www.cappa.be>

[2] [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kelvin\\_Voigt\\_diagram.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kelvin_Voigt_diagram.svg)

[3] <https://www.prolechn.nl/webshop/ijzerwaren/trillingsdempers/detail/4167/trillingsdemper-type-a---20x25mm---m6.html?>

