

math inside

Dansende hoogspanningskabels

verrassende wiskunde

© LIME BV
Esp 405
5633 AJ Eindhoven

T +31 40 75 16 116
E info@limebv.nl
I www.limebv.nl



Deze teksten vallen onder een Creative Commons Naams-vermelding-Niet-Commercieel-GeenAfgeleideWerken 3.0 Unported-licentie.



A SIOUX COMPANY

INNOVATION THROUGH COMPUTATION

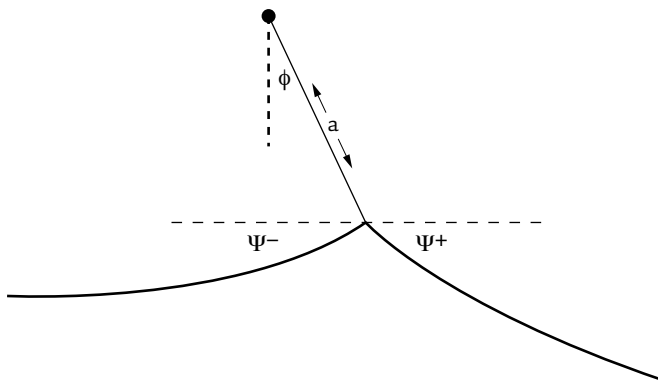
Dansende hoogspanningskabels

Hoogspanningskabels voor het transport van elektriciteit over grote afstanden zijn gemaakt van een aluminium legering en worden opgehangen tussen hoge masten (torens) in het landschap. Een kabel van meestal verscheidene kilometers lang is opgespannen tussen twee zware afspantorens, maar wordt daartussen gedragen door lichtere draagtorens. Het gedeelte tussen twee draagtorens heet een span, en meet ongeveer 300 meter.

In de winter, als de kabel is bedekt met natte sneeuw of ijs, is deze gevoelig voor dwarswind.

Door de asymmetrische kabelvorm geeft de wind de kabel een kleine 'lift' en een klein beetje torsie. Hierdoor kan deze langzaam in een verticale trilling geraken met soms zeer grote uitslag. Deze grootschalige, vrij langzame trillingen staan in het Nederlands bekend als *lijndansen* en in het Engels als *galloping*. De eerste die het verschijnsel verklaarde was de Nederlands-Amerikaanse werktuigbouwkundige **den Hartog** (1932).

Lijndansen vormt een praktisch probleem. Zodra twee naburige kabels elkaar raken ontstaat er door kortsluiting grote schade aan het elektriciteitstransport. Ondanks veel onderzoek is het nog steeds niet mogelijk om dit lijndansen, tegen redelijke kosten, goed te voorkomen. Omdat het verschijnsel tamelijk zeldzaam is en bovendien slecht schaalbaar, zijn experimentele resultaten maar moeizaam te verkrijgen. Daarom biedt wiskundige modellering uitkomst.



De theorie voor een enkele span met vaste ophangpunten is wel bekend. Omdat de kabel aan de toren is opgehangen met een vrij beweegbare isolator van enkele meters lengte, zijn twee naburige spans gekoppeld in hun bewegingen. Het effect van de koppeling tussen twee spans kan met experimentele resultaten niet goed verkregen worden. Met een wiskundig model kan bijvoorbeeld uitgelegd worden waarom trekspanning en verticale beweging geheel verschillende resonanties hebben. Bij het ontwerpen van nieuwe netwerken komt deze kennis van pas, zodat het optreden van lijndansen meer en meer kan worden voorkomen.

Jacob Pieter den Hartog

* 1901 Java - † 1989 Boston

Den Hartog studeerde elektrotechniek in Delft. Na zijn studie vertrok hij naar Amerika waar hij bij Westinghouse in dienst trad. 's Avonds studeerde hij wiskunde aan de Universiteit Pittsburg.

Na zijn promotie in 1929 werd hij hoogleraar aan Harvard. Gedurende de oorlog was hij in dienst van de Marine. In 1945 werd hij benoemd als hoogleraar werktuigbouwkunde aan MIT. Hij was in al die jaren adviseur van allerlei bedrijven en combineerde als zodanig theorie en praktijk. In 1972 kreeg hij de *Timoshenko Medal*, een prestigieuze onderscheiding van de ASME, genoemd naar zijn leermeester en grote vriend Stephen P. Timoshenko.

