



Aflevering 12

De reguleur

Vader, moeder en Glenn rijden naar het Fries Museum Leeuwarden. Daar is een tentoonstelling over de Vikingen en Tess mag mee. Ze zijn al vroeg uit Krommenie vertrokken. Na een poosje rijden ze op de Afsluitdijk, 32 kilometer rechte dijk.

“Hè,hè, nu kan eindelijk mijn voet van het gaspedaal!” Dat doet vader dan ook en de auto rijdt door.

“Hoe kan dat nou?” vraagt Tess.

“Nou”, zegt moeder, dat is de *cruise-control*.

“Hoe werkt dat eigenlijk?”, vraagt Glenn. “Weet jij dat, Pa?”

“Dat komt door de elektronica in de auto, ik denk dat het in de boordcomputer zit. Als ik bijvoorbeeld 100 km per uur rijd en ik druk een knopje in, dan onthoudt de cruise-control dat ik 100 wil rijden. En het maakt niet uit of ik tegen wind in rijd, of een berg op, of door een tunnel. De auto blijft 100 rijden.

“Ja maar”, zegt Tess, “Als u nu plotseling wilt stoppen, wat dan?”

“Dan trap ik op de rem en dan wordt de cruise-control uitgeschakeld”.

“Vet gaaf, die uitvinding!” roept Glenn.

Nederlandse uitvinding!

Veel “moderne” uitvindingen zijn eigenlijk al heel lang geleden bedacht. Er bestond dus al een cruise-control vóór de cruise-control. Alleen had die een andere naam: *reguleur*.

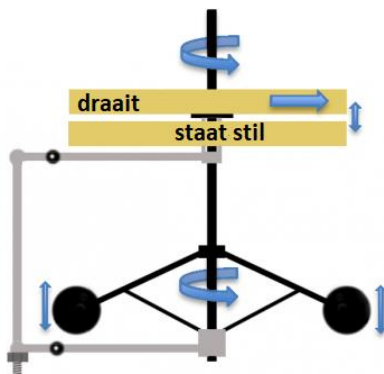
De Nederlandse geleerde Christiaan Huygens heeft hem al vóór het jaar 1700 uitgevonden. Eigenlijk moet ik zeggen: de *centrifugale reguleur*. Dat wordt duidelijk in deze afbeelding:



Dit is wel een heel leuke zweefmolen. Als die begint te draaien worden de stoeltjes naar buiten geslingerd. Dat komt door de *middelpuntvliedende kracht*, dus een kracht die iets naar buiten doet slingeren. Een ander woord daarvoor is *centrifugale kracht*. In de wasmachine gebeurt dat ook als de was gecentrifugeerd wordt. Door de snelheid wordt de was stevig tegen de binnenkant van de wastrommel geslingerd. Door de gaatjes in de trommel blijft het wasgoed zitten, maar het water wordt naar buiten geslingerd.

Christiaan Huygens had een doel voor zijn reguleur: hij wilde het werk van de molenaars wat gemakkelijker te maken. Hoe zat dat precies?

Meelmolens malen het graan tussen twee ronde maalstenen. Tussen de twee stenen zit maar heel weinig ruimte. Het is dus een precies werkje. Als de wind harder begint te waaien, moet de afstand tussen de stenen iets groter zijn, anders verbrandt het meel. Maar ja, je weet zelf dat de wind dan weer hard waait en dan weer wat minder. En dat gaat de hele dag zo door. Dus het kost die arme molenaar veel tijd om steeds de afstand tussen de maalstenen opnieuw af te stellen.



De uitvinding van Huygens zorgde ervoor dat de molenaar geen omkijken had naar de instelling van de molenstenen. Het werkt zo:

De onderste maalsteen staat stil en de bovenste draait door de wieken van de molen. De twee bollen vormen de reguleur. Als de as sneller gaat draaien slingeren de bollen door de centrifugale kracht naar buiten en drukken de bovenste maalsteen iets omhoog. Zo wordt de afstand tussen de beide stenen automatisch ingesteld op de kracht van de wind. Dus het is een cruise-control voor de molenaar!

Een goed filmpje vertelt meer dan duizend woorden, dus kijk hier maar eens naar ([start het filmpje](#)).

James Watt gebruikte in zijn draaiende stoommachine vanaf 1788 ook een reguleur om de snelheid gelijkmatig te houden. Als de machine zwaarder werk moest doen dan werd de stoomklep verder geopend. En als de machine weinig kracht moest leveren dan werd de stoomtoevoer afgeknepen. Als er een riem brak, zodat de stoommachine niets meer aandreef, zorgde de reguleur ervoor dat de stoommachine niet "op hol" kon slaan. Die uitdrukking slaat op paarden. Als ze schrikken, rennen ze vaak heel snel weg.

Het is misschien lastig om je bij deze tekening van James Watt voor te stellen hoe het draait, maar met het filmpje van hierboven in gedachten herken je wel iets in deze tekening. Rechtsonder in de tekening zie je de klep die de stoomtoevoer regelt.

De grote reguleur in het Stoommachinemuseum werkt hetzelfde als die van de meelmolen en de stoommachine van James Watt. Hij is heel zwaar uitgevoerd want hij moest de stoomtoevoer van een grote stoommachine regelen en daar was veel kracht voor nodig. Die stoommachine stond in het gemaal bij Schellingwoude, in de buurt van Amsterdam.

Het is wel de bedoeling dat men op een of andere manier de reguleur kan instellen zodat hij de stoommachine op een bepaald toerental kan laten draaien.

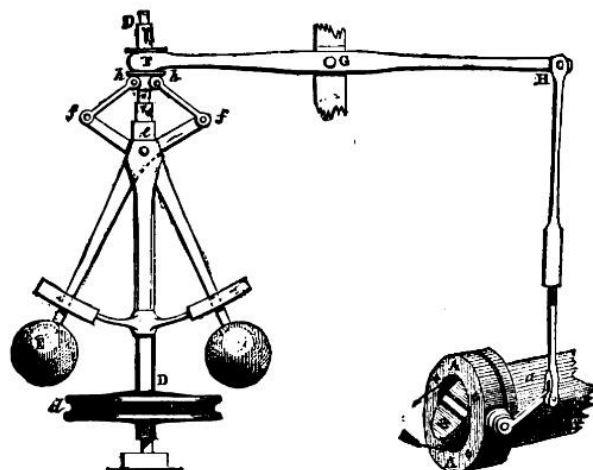
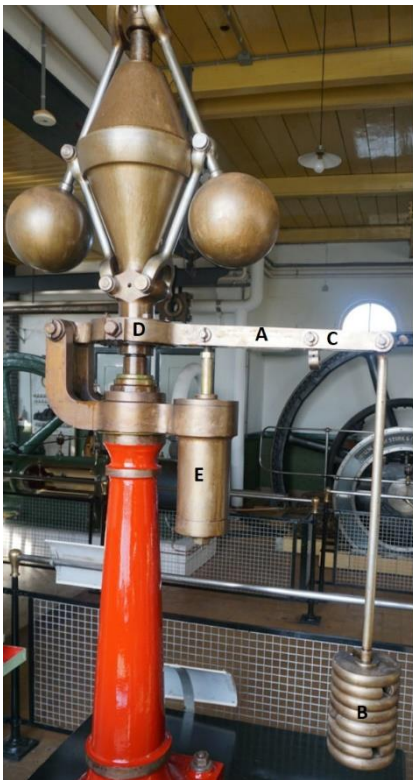


FIG. 4.—Governor and Throttle-Valve.

De reguleurs in het Stoommachinemuseum



De reguleur van het Stoommachinemuseum draait vanwege de veiligheid heel langzaam. Als hij snel zou draaien slingeren de bollen ook naar buiten. Die bollen tillen via de schuine stangen de ring **D** op en daarmee ook de stang **A**. Als je goed kijkt zie je ook nog dat die stang weer een stapel gewichten optilt (**B**). Dat zijn de ijzeren schijven. Daarmee kon men het toerental instellen. Als je een paar schijven weghaalt, zal de stang gemakkelijker omhoog gaan omdat de reguleur minder gewicht te tillen heeft. Dit betekent dat het toerental niet zo hoog wordt ingesteld.

Als er extra schijven worden toegevoegd wordt het toerental waarop de reguleur de stoommachine moet laten draaien hoger, want er moet nu meer gewicht worden opgetild. Dus: hoe meer gewicht, hoe meer omwentelingen per minuut. Bij **C** zie je het punt waar de oorspronkelijke stoomschuif aan vast zat. De bus **E** is een schokdemper. Daardoor wordt het regelen van de stoomtoevoer wat gelijkmatiger.

Veel machines in het museum hebben een reguleur. Bijvoorbeeld de Grote Stork, de Backer & Rueb, de Van Everdingen & Evrard, de scheepsmachine "De Hoop" en de drie

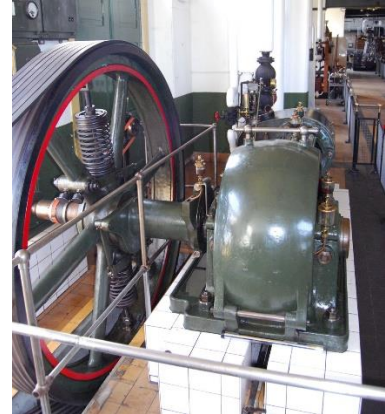
hieronder:



reguleur Iserlohner



reguleur Lichtmachine



reguleur Kleine Stork

Bij de reguleur van de Iserlohner wordt de stoomtoevoer op een andere manier geregeld. Daarom is hij ook veel kleiner.

De lichtmachine wordt op 650 omwentelingen per minuut geregeld door een paar gewichten die in de rode trommel (vooraan op de foto) naar buiten geslingerd worden.

De Kleine Stork wordt op 160 omwentelingen per minuut geregeld door een installatie in het vliegwiel. De gewichten in het vliegwiel worden tegen de veren in naar buiten geslingerd, er verdraait een holle as en vervolgens beweegt er een stang. Die stang regelt uiteindelijk de stoomtoevoer.

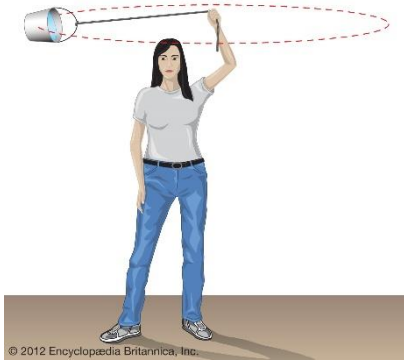
Bij een gemaal zoals in Schellingwoude was het niet zo belangrijk om de snelheid te regelen. Hier werd de reguleur gebruikt om te voorkomen dat de stoommachine op hol zou slaan, als er door een of andere oorzaak te weinig water was om te malen.

Proefje

Je kunt de centrifugale kracht voor jezelf duidelijk maken. Je hebt nodig:

- een meter touw
- een plastic emmertje van een kilogram yoghurt (zoals die van Lidl)

Maak het touw vast aan het hengsel van het emmertje. Vul het voor de helft met water.



Slinger het emmertje aan het touw vóór je, of zoals de vrouw op het plaatje, boven je hoofd. Als je het goed doet, komt er geen water uit het emmertje.

Waarom gebeurt dit niet?

Het water wordt door de centrifugale kracht tegen de bodem van het emmertje gedrukt. Daardoor kan het water niet weg en blijft in het emmertje zitten.

Pas op dat er geen anderen in de buurt staan. Neem een beetje de ruimte.

Heb je een vraag? Stuur die dan op naar stoom@hansonline.eu. Alle kinderen krijgen antwoord, maar elke week kies ik één vraag uit om in deze rubriek te beantwoorden.

Hans Walrecht