

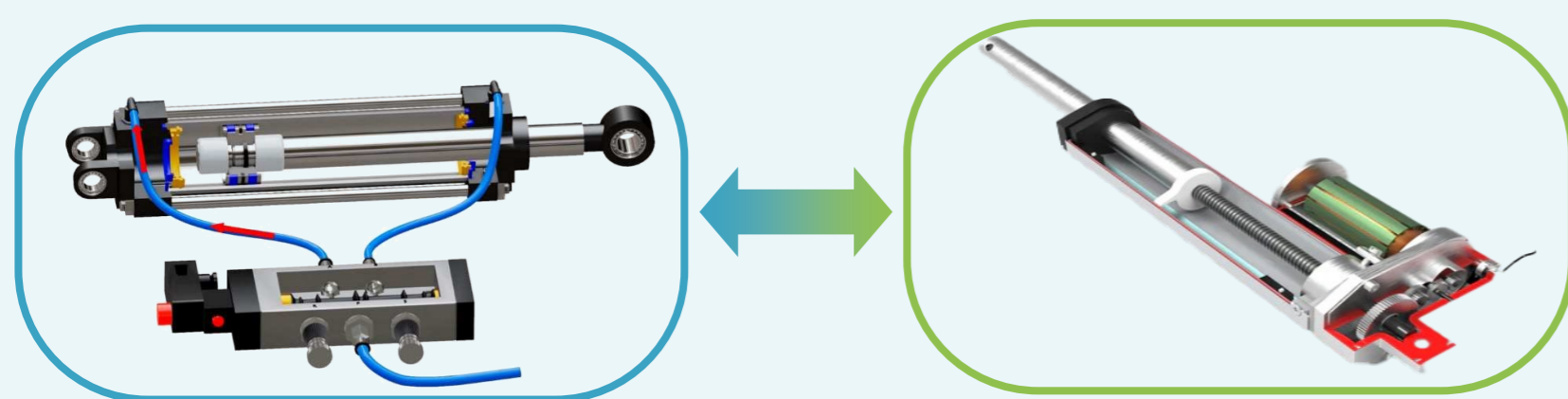
# Pneumatische aandrijvingen: energie- en kostenanalyse en het ontwerpen van rendabele elektrische alternatieven

Arne Smeets

master IW elektromechanica

## 1 Situering & probleemstelling

IPTE Factory Automation in Genk ontwikkelt machines voor het produceren, testen en monteren van printplaten. Deze machines zijn deels **pneumatisch gestuurd**, maar er is stijgende vraag naar **elektrische gestuurde** alternatieven. Elektrische aandrijvingen behalen een hoger rendement dan de pneumatische tegenhanger. De vraag was of een pneumatische aandrijving (Figuur 1) **vervangen** kon worden door een elektrische variant (Figuur 2) en of dit wel **rendabel** was. Er zijn een aantal **verschillen** waar rekening mee wordt gehouden [1,p3]:



Figuur 1: Pneumatische actuator [2]

Figuur 2: Elektrische actuator [3]

Pneumatisch		Elektrisch
€	Aankoopkost	€€€
Laag	Rendement	Hoog
Zeer compact	Compactheid	Niet compact
Veel	Onderhoud	Weinig
Laag	Nauwkeurigheid	Hoog

## 2 Doelstellingen & moeilijkheden

Het **doel** van deze masterproef was om te onderzoeken of een elektrisch alternatief **rendabel en haalbaar** was. Aangezien IPTE Factory automation meerdere pneumatisch gestuurde machines produceert, is dit **keuzeproces geautomatiseerd**.

### Luchtverbruik berekenen

Elke klant van IPTE gebruikt de machine anders (andere omlooptijden en andere printplaatproductiehoeveelheden). Hierdoor varieert het verbruik per klant.

### Luchtverbruik omrekenen naar energiekost

Elke klant van IPTE heeft een verschillend compressor systeem en energievoorzieningen. Hierdoor varieert de totale energiekost van de machine per klant.

### Elektrische alternatieven ontwerpen

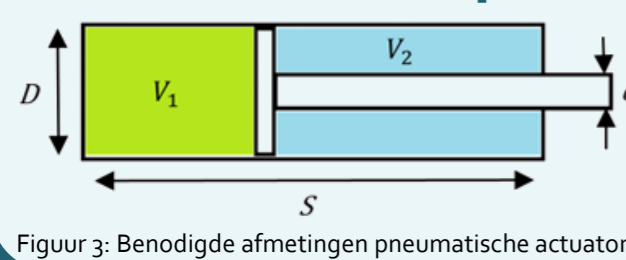
De ontworpen alternatieven moeten mechanisch equivalent zijn aan de pneumatische tegenhanger en er moet rekening gehouden worden met de beperkte inbouwruimte.

### Rentabiliteit bepalen

De investerings- en verbruikskosten van beide systemen worden met elkaar vergeleken om te bepalen welke variant goedkoper is (binnen de levensduur van de machine).

## 3 Manier van werken

### Luchtverbruik bepalen



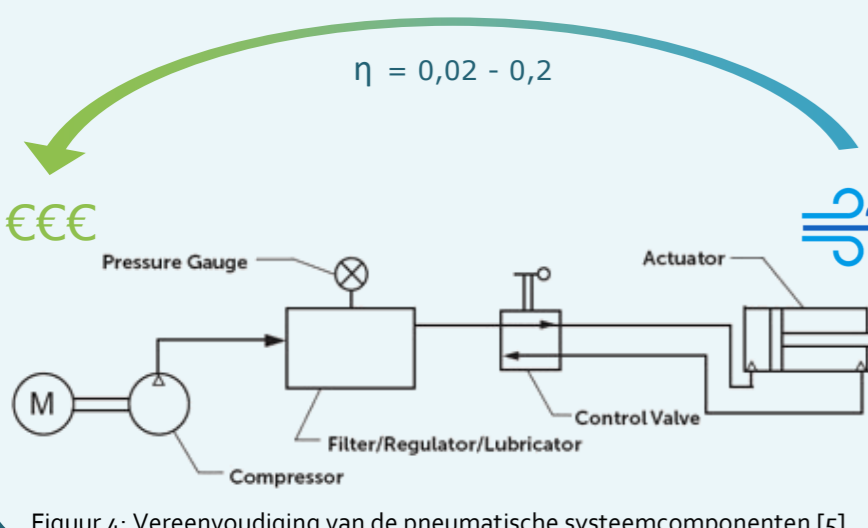
Figuur 3: Benodigde afmetingen pneumatische actuator

Cilinder Volumes  
Cilinder drukken  
Leiding volumes  
Leiding drukken  
#slagen/cyclus

Luchtverbruik in nL/cyclus

Aangezien de **printplaatproductiehoeveelheden** anders zijn voor elke klant gaat dus ook elke machine een ander **aantal cilinderslagen** hebben. Daarom is het aantal **cilinderslagen per cyclus** in functie gezet van het aantal te verwerken **printplaten per cyclus**. Uiteindelijk is het luchtverbruik per cyclus gekend in normenliter per cyclus. Figuur 3 geeft de nodige dimensies weer om het interne volume te berekenen van een cilinder.

### Luchtverbruik naar energiekost



Figuur 4: Vereenvoudiging van de pneumatische systeemcomponenten [5]

Via de werkdruk en het verplaatste luchtvolume wordt de **actuator arbeid** berekend. Aan de hand van de cyclustijd wordt de **verbruikte energie** per jaar berekend. Via het **rendement (ong. 2% - 20%)** van de pneumatische installatie (Figuur 4) kan een **netvermogen** berekend worden [4]. Hieruit wordt een **energieprijs** berekend afhankelijk van de huidige energieprijzen. Indien een klant de prijs per normenliter lucht van hun installatie kent, kan deze stap overgeslagen worden.

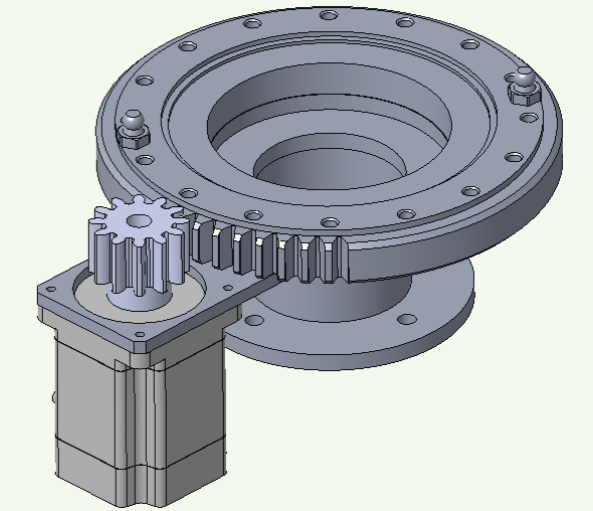
## 4 Manier van werken

### Elektrische alternatieven ontwerpen

De elektrische variant (Figuur 6) moet minstens even **snel** bewegen, evenveel **kracht** of **moment** kunnen uitoefenen en in de **inbouwruimte** passen. De elektrische variant is geen 1 op 1 vervanging van een actuator maar wel een vervanging van de **functie** die de pneumatische actuator (Figuur5) volbrengt.



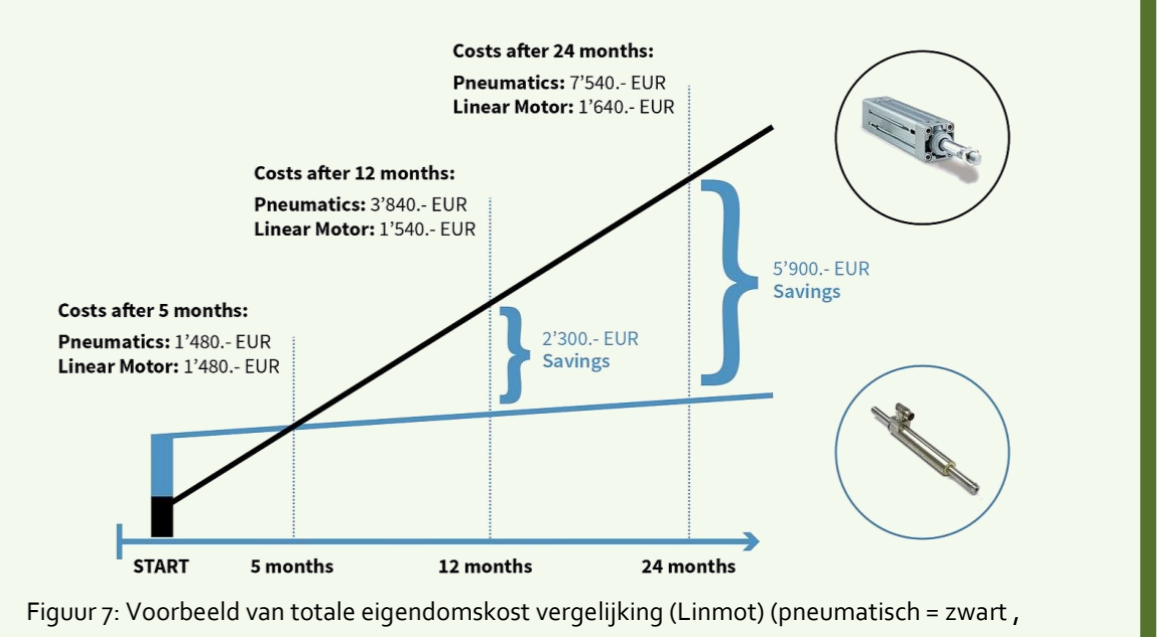
Figuur 5: Pneumatische draai actuator



Figuur 6: Elektrische alternatief voor een pneumatische draai actuator

### Rentabiliteit bepalen

De rentabiliteit wordt bepaald door de som van de initiële **aankoopkosten** en de **verbruikskosten** per jaar van beide scenario's te vergelijken (Figuur 7). Wanneer er besloten wordt dat de elektrische variant binnen **10 jaar** (levensduur van de machine) een lagere totaal kost heeft, wilt dit zeggen dat deze optie **rendabel** is.



## Resultaten

Een elektrisch alternatief maken is mogelijk maar of het ook **rendabel** is, is situatieafhankelijk. De beslissing hangt af van de gebruikstoestanden van de machine en de perslucht- en energievoorzieningen van de klant. Actuatoren met hoge luchtdebieten (>100nL/min) zijn interessant om te onderzoeken. Een klant kan best eerst het pers

luchtsysteem laten analyseren en optimaliseren voordat men voor een elektrisch alternatief gaat opteren [7]. Door een systeemanalyse uit te voeren kunnen al grote lekken gedetecteerd worden. Bij IPTE verbruiken de machines relatief weinig en is het dus vaak niet rendabel om een elektrische variant te maken. Toch kan het met behulp van het opgesteld Excel document snel uitgerekend worden.

Promotoren / Copromotoren / Begeleiders:

Ing. John Bijmens, Ing. Frank Valkenborgh, Ing. Tom Geurts

Bronnen: [1] 'Elektromechanische lineaire aandrijving steeds vaker winnaar', *Mechanische en lineaire aandrijvingen*, p. 23, jun. 2017. [2] S. Magazin, 'Pneumatic Cylinder Working Principle 3D Animation', *Sia Magazin*, 3 juli 2020. <https://siamagazin.com/pneumatic-cylinder-working-principle-3d-animation/> (geraadpleegd 12 mei 2022). [3] 'Inner Workings of a Linear Actuator', *Firgelli Automations*. <https://www.firgelliauto.com/blogs/news/inside-a-linear-actuator-how-a-linear-actuator-works> (geraadpleegd 12 mei 2022). [4] Y. Shi, M. Cai, W. Xu, en Y. Wang, 'Methods to Evaluate and Measure Power of Pneumatic System and Their Applications', *Chin. J. Mech. Eng.*, vol. 32, nr. 1, p. 42, mei 2019, doi: 10.1186/s10033-019-0354-6. [5] 'What are pneumatic cylinders?' <https://www.pneumatictips.com/what-are-pneumatic-cylinders/> (geraadpleegd 12 mei 2022). [6] 'Pneumatic replacement - Good reasons for the change | LinMot', *LinMot EN*. <https://linmot.com/applications/pneumatic-replacement/> (geraadpleegd 12 mei 2022). [7] Koen Leeflang en Johan Depeyper, 'Fetso: Webinar: Bepaal uw startpunt om het energieverbruik van perslucht te verminderen', Online, 28 april 2022.