



Tomi Ristimäki
Product Manager

Energie-efficiency ...

... door toerentalregeling met frequentieomvormers

08 | 2009

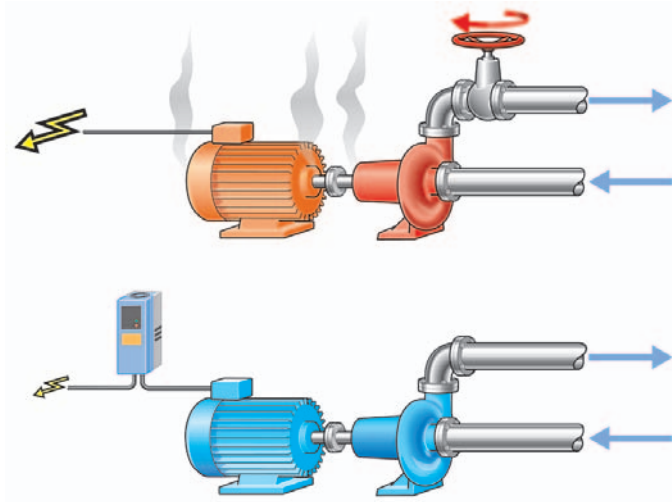
Door de stijgende energieprijzen, worden bedrijven meer en meer gedwongen te investeren in energie- en kostenbesparende maatregelen. Het is opmerkelijk dat de discussies op dit gebied hoofdzakelijk gaat om alternatieve energiebronnen en nieuwe energiebesparende technologieën, terwijl relatief weinig aandacht wordt geschonken aan reeds bestaande technische oplossingen en deze op grote schaal toe te passen. Een goedkope oplossing die zich in de praktijk heeft bewezen is het gebruik van frequentieomvormers voor het regelen van pompen en ventilatoren in verwarmings-, ventilatie- en klimaattoepassingen. Er zijn maar weinig andere besparingstechnologieën die zichzelf in minder dan een jaar laten terugverdienen. Gelijktijdig biedt het regelen van pompen en ventilatoren talrijke andere voordelen door een verbetering van verwarmings-, ventilatie- of klimaatsystemen.

Energiebesparing door toerentalregeling met frequentieomvormers

Installaties met een hoge volumestroom, zoals ventilatoren, pompen en compressoren, worden nog steeds veel zonder toerentalregeling uitgevoerd. In plaats daarvan wordt de volumestroom op een conventionele wijze met behulp van smookkleppen of regelventielen gecontroleerd. Als de volumestroom echter niet door een variabel motortoerental wordt geregeld, loopt de motor continu op het maximale toerental dat op het motorplaatje wordt aangegeven. Omdat verwarmings-, ventilatie- en klimaatsystemen slechts zelden de maximale volumestroom nodig hebben, wordt er in een systeem zonder toerentalregeling een aanzienlijke hoeveelheid energie verspild. Een motortoerentalregeling met toepassing van een frequentieomvormer maakt het mogelijk om maar liefst 70% energie te besparen. In afbeelding 1 wordt het basisprincipe verduidelijkt.

Energie-efficiency ...

... door toerentalregeling met frequentieomvormers



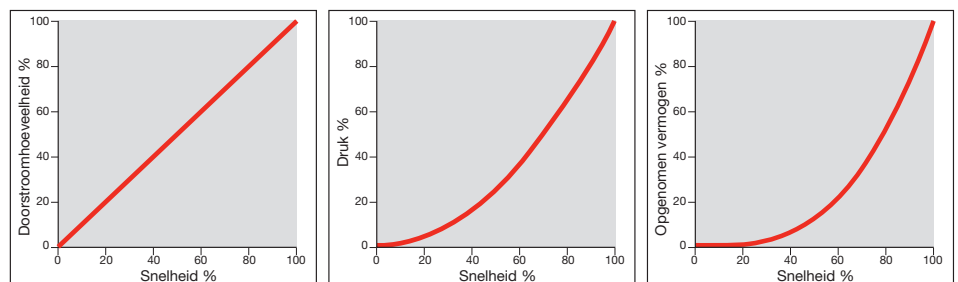
Afb. 1: Principe van energiebesparing door toerentalregeling met frequentieomvormers

Wat wil dat zeggen: een aandrijving met variabele frequentie?

De meeste elektromotoren die worden ingezet in verwarmings-, ventilatie-, klimaat- en waterleidingsystemen zijn kooiankeromotoren, ook bekend als inductie- of asynchrone motoren. Zij danken hun populariteit aan hun betrekkelijk lage prijs, geringe onderhoudskosten en hun hoge betrouwbaarheid. Bij deze modellen is de mogelijk om het motortoerental te beïnvloeden door het veranderen van de frequentie van de ingangsstroom (wisselstroom): en hier komt dan ook het principe van de frequentieomvormer om de hoek kijken. Frequentieomvormers zijn onder veel benamingen bekend zoals: inverter, Variabele Speed Drive (VSD), Variabele Frequency Drive (VFD), Frequentieconvertor of Frequentieomvormer. Al deze aanduidingen verwijzen naar hetzelfde principe: een elektronische schakeling voor het traploos regelen van toerentallen van elektromotoren. De tegenwoordige Frequentieomvormers hebben echter nog andere nuttige eigenschappen zoals regel- en beveiligingsfuncties voor andere componenten binnen het systeem.

Natuurkundige wetten

De relatie tussen variabelen als druk, volumestroom, astoerental en stroomverbruik kan worden uitgedrukt aan de hand van de natuurkundige wetten uit de hydronamica. Deze wetmatigheden gelden zowel voor radiaal- als voor axiaalventilatoren en -pompen (zie afb. 2).



Afb. 2: De natuurkundige wetten beschrijven de relatie tussen de aandrijsnelheid en andere grootheden.

Energie-efficiency ...

... door toerentalregeling met frequentieomvormers

Uit deze wetmatigheden is op te maken dat de volumestroom recht evenredig toeneemt met het toerental, terwijl de druk zich evenredig verhoudt tot het kwadraat van het toerental. Het belangrijkste punt voor energiebesparing is dat het stroomverbruik zich evenredig verhoudt als een derde macht factor tot het toerental. Dit betekent dat zelfs een minimale afname van het toerental al een besparing van de stroomopname uit het voedingsnet tot gevolg zal hebben. Zo maakt afb. 2 duidelijk dat bij een toerental van 75%, 75% van de totale volumestroom wordt behaald, maar dat hiervoor slechts 42% van het totale stroom nodig is. Als de volumestroom tot 50% wordt teruggebracht, daalt het stroomverbruik tot slechts 12,5% van het totaal.

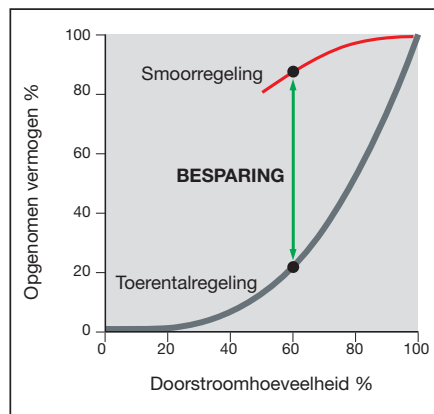
Vergelijking van de toerentalregeling met andere manieren van volumestroomregeling

Typische mogelijkheden voor een volumestroomregeling zijn:

- smoren met kleppen of kranen,
- het gebruik van inlaatdiafragma in radiaalventilatoren ter begrenzing van de luchtstroom in de ventilator,
- het gebruik van viscose- of wervelstroomkoppelingen voor het regelen van het draaimoment tussen ventilator en motor,
- aan-/uit-regeling,
- het verstellen van de ventilator schoepen bij axiaalventilatoren: de hoek van de schoepen wordt veranderd om de volumestroom te regelen.

Het nadeel van deze traditionele manieren voor het regelen van de volumestroom is dat er geen direct effect op het stroomverbruik is, aangezien de motor op vol vermogen blijft werken. Bij sommige methoden zijn er mogelijkheden om het stroomverbruik te reduceren, maar geen daarvan is zo efficiënt om het toerental te regelen als een frequentieomvormer. Een aan-/uit-regeling veroorzaakt een hoge mechanische belasting en drukstoten in de installatie op grond van het in en uitschakelen van de pomp of ventilatie. Door het veelvuldig stoppen en starten ontstaan keer op keer pieken in de stroomopname uit het voedingsnet als de motor zonder toepassing van een frequentieomvormer wordt ingeschakeld. Afb. 3 vergelijkt het stroomverbruik bij gebruik van regelventielen of -kleppen

met het stroomverbruik bij gebruik van een toerentalregeling.



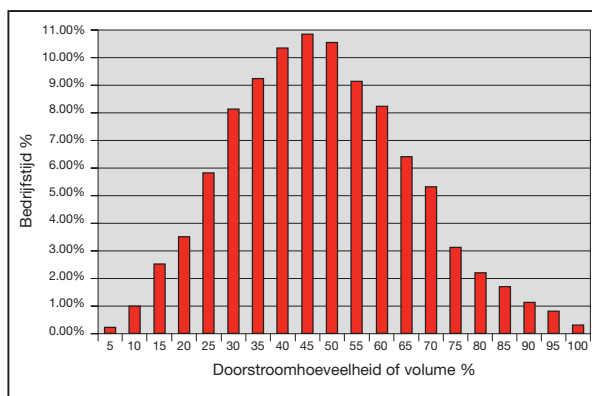
Afb. 3: Vergelijking tussen debietregeling en toerentalregeling bij een volumestroom reductie van 60%

Energie-efficiency ...

... door toerentalregeling met frequentieomvormers

Belastingsprofiel van een typisch verwarmings-, ventilatie- of klimaatsysteem

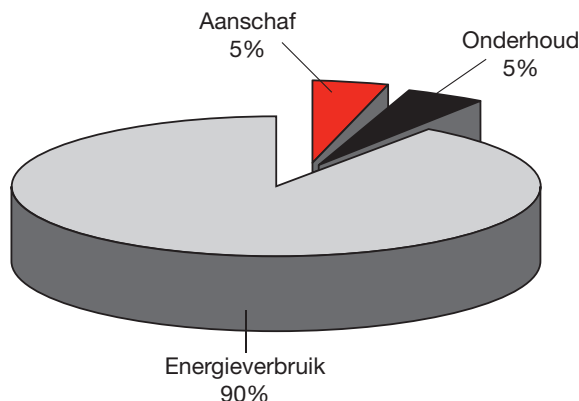
Tijdens normaal bedrijf komt het slechts zelden voor dat een systeem tot de volledige 100% van zijn capaciteit moet worden belast. Dit betekent dat ventilatoren en pompen voor het merendeel van hun bedrijfstijd op “overcapaciteit” werken. Afb. 4 laat zien dat tijdens normaal bedrijf de belasting van een verwarmings-, ventilatie- of klimaatsysteem dan ook het merendeel onder de 100% ligt. Uit oogpunt van de natuurkundige wetten zouden aanzienlijke besparingen kunnen worden behaald als het toerental van motoren van pompen en ventilatoren regelbaar zou zijn geweest. De afbeelding laat tevens zien dat de volumestroom in meer dan 90% van de bedrijfstijd onder de 70% ligt.



Afb. 4: Kenmerkend belastingsprofiel van een verwarmings-, ventilatie- of klimaatsysteem. Bron: UK Department of Trade and Industry.

Kosten van ventilatoren resp. pompen gedurende hun levenscyclus

De aanschafprijs is slechts een klein deel van de totale kosten van ventilatoren en pompen tijdens hun levenscyclus. Onderhoud is een belangrijke kostenpost, maar over grootte deel van de bedrijfskosten betreft het energieverbruik. Afb. 5 geeft de kosten tijdens de levenscyclus van een pomp schematisch weer. In één oogopslag is duidelijk te zien dat energiebesparingen tot 70% een aanzienlijk effect hebben op de exploitatiekosten. De kosten voor ventilatoren zijn overigens nagenoeg gelijk aan die van de pompen.



Afb. 5: Exploitatiekosten bij pompen. Bron: Hydraulic Institute www.pumps.org

Energie-efficiency ...

... door toerentalregeling met frequentieomvormers

Speciale functies voor meer energie besparing

De frequentieregelaar van Honeywell beschikt over functies die het energieverbruik van pompen en ventilatoren optimaliseert. Normaal gesproken werken frequentieomvormers volgens het principe van “direct proportionele” frequentie-spanning verhouding. Dat wil zeggen dat een verhoging van de frequentie/toerental van de motor met 10%, ook de spanning met 10% moet toenemen. De NX uitvoering van de Honeywell frequentieomvormers beschikken over een automatische functie, de zgn. “flux-optimalisatie”, die het spanningsniveau kan optimaliseren door de frequentie/spanning verhouding aan te passen. Deze functie kan een extra energiebesparing tot wel 5% opleveren. Daarnaast heeft de hele productserie de mogelijkheid de eigen koelventilator uit te aan/uit te regelen op basis van de interne temperatuur. Dit leidt tot een verdere energiebesparing en verlengt de levensduur van het enige bewegende deel in de frequentieomvormer.



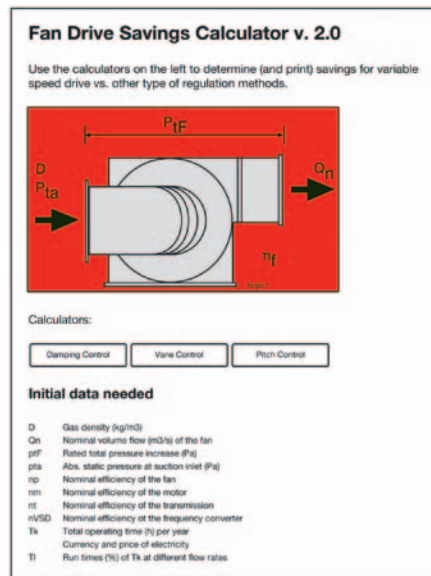
Afb. 6: Honeywell NX Modellen (van links naar rechts): NXL Compact, NXL HVAC en NXS.

Energiebesparing in de praktijk

Zoals al eerder gezegd, moeten besparingen door het gebruik van frequentieomvormers meegewogen worden bij het beoordelen van de kosten en de terugverdientijd. Het Honeywell programma voor het berekenen van uw besparingsmogelijkheden voor ventilatoren en pompen biedt u een waardevolle hulp als u gaat investeren in frequentieomvormers. Het rekenprogramma berekend met de meest gebruikelijke, traditionele regelmethoden als de doorstroomregeling (debiet) met behulp van smookkleppen voor ventilatoren of ventielen en aan-/uit-regelingen voor pompen. Afb. 7 toont de uitgangspositie van de Honeywell besparingscalculator voor ventilatoren.

Energie-efficiency ...

... door toerentalregeling met frequentieomvormers



Afb. 7: Honeywell besparingscalculator voor ventilatoraandrijvingen

Energiebesparing bij ventilator toepassingen

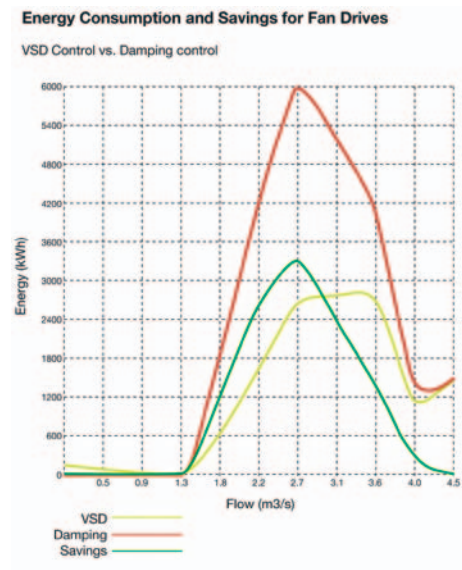
Het volgende voorbeeld laat de berekening zien van de besparingsmogelijkheid die kan worden bereikt met een normale 5,5 kW-radiaalventilator die wordt gebruikt voor de ventilatieregeling; het regelen van de volumestroom wordt d.m.v. smookkleppen vergeleken met een toerentalregeling via de frequentieomvormer van Honeywell.

Voor de berekening zijn in de volgende gegevens nodig:

- Gegevens over het binnenstromende gas: bij een ventilatie- of luchtbehandeling toepassing kan men uitgaan van de standaardwaarden, omdat het hier gaat om lucht gaat.
- Specificaties van de toegepaste ventilator: de nominale volumestroom (debiet) en de drukverhoging staan vermeld in het gegevensblad van de ventilator.
- Efficiëntie:
 - Gebruik zo mogelijk reële waarden; overigens zijn de standaardwaarden een goede schatting.
 - De desbetreffende ventilator beschikt over een directe aandrijving; de transmissie-efficiency bedraagt hier dus 1.
 - Frequentieomvormers van Honeywell zitten normaliter op een efficiency (rendement) van 0,98.
- Als energieprijzen moet het huidige tarief worden genomen, om een nauwkeurige calculatie te krijgen.
- De bedrijfsuren per jaar worden steeds geschat. Deze calculatie gaat uit van een bedrijfstijd van 80% per jaar standaard bedrijfscyclus voor luchtzuiveringstoepassingen.
- Bij het kostenverschil in deze calculatie gaat het om een aanname tussen een frequentieomvormer en een systeem met smookkleppen van deze omvang.

Energie-efficiency ...

... door toerentalregeling met frequentieomvormers



Afb. 8: Calculatie van de energiebesparing bij een 5,5 kW-ventilator met de Honeywell besparingscalculator.

De berekening heeft als uitkomst: een besparingspotentieel van 992 euro per jaar op de energiekosten en een terugverdientijd van 0,65 jaar voor de investering in een systeem met frequentie-omvormers.

Kostenbesparing met kleine frequentie-omvormers voor pompen

In het onderstaande vind u een grove calculatie voor het vergelijken van de investeringskosten tussen een rechtstreeks aangesloten pompsysteem en die van een pompsysteem met frequentieomvormers.

Alternatief 1, direct aangesloten pomp (DOL = Direct Online):

| | |
|---|--------------------|
| Pomp en motor (~3 kW) | 1000 Euro |
| Installatie | 1000 Euro |
| Totale kosten DOL: | 2000 Euro |
| Energieverbruik in 15 jaar | |
| Verbruik met DOL | 394 200 kWh |
| Energiekosten met DOL (9 cent/kWh) | 35.478 Euro |

Alternatief 2, oplossing met frequentieregelaar:

| | |
|--|--------------------|
| Pomp en motor (~3 kW) | 1000 Euro |
| kosten Frequentieregelaar | 800 Euro |
| Installatie | 1200 Euro |
| Totale kosten met VFD: | 3000 Euro |
| Energieverbruik in 15 jaar (bij een geschatte energiebesparing van 30%) | |
| Verbruik met VFD | 275.940 kWh |
| Energiekosten met VFD (9 cent/kWh) | 24.834 Euro |

Energie-efficiency ...

... door toerentalregeling met frequentieomvormers

| | |
|--|--------------------|
| Energiebesparing in 15 jaar: | 118.260 kWh |
| Besparing op de energiekosten in 15 jaar: | 10.643 Euro |
| Besparing op de energiekosten per jaar: | 709 Euro |

Samenvatting

Toepassing van frequentieomvormers voor het regelen van het toerental van turbomachines zoals pompen, ventilatoren en compressoren is geen nieuw idee. Maar de nieuwe technologieën op dit gebied maken dit alternatief door de daling in aanschafkosten van de afgelopen jaren aantrekkelijker dan ooit. Het gebruik van elektromotoren met variabele toerentalregeling in verwarmings-, ventilatie- en luchtbehandelingsystemen levert een groot energiebesparingspotentieel op. Deze technologie is daarom in staat een essentiële bijdrage te leveren aan de naleving van nationale- en internationale verdragen en normen op het gebied van energiebesparing en de reductie van de CO₂-uitstoot.

Auteur: Tomi Ristimäki
Product Manager

Automation and Control Solutions

Honeywell GmbH
Böblinger Straße 17
D-71101 Schönaich/Germany
Tel. 07031 637 01
Fax 07031 637 493
<http://ecc.emea.honeywell.com>

Honeywell