

Kelvion



Kelvion



Christoph Langendorf
Sales Engineer Service

INTELLIGENTE KÜHLUNG VON MODERNEN LEISTUNGSTRANSFORMATOREN

CURRICULUM VITAE CHRISTOPH LANGENDORF

- Sales Engineer Service
- Diplom - Ingenieur (FH) Maschinenbau
Bingen am Rhein, Deutschland
- Seit 01.05.2011 bei Kelvion Safety Heat Exchangers
GmbH
- Seit 01.03.2014 im Service



AGENDA

1. Renzmann-Transformatoröl-Luftkühler (TÖLK) - Grundlagen
2. Cooling on the Point - Luftstromregelung
 - AC-Motor
 - AC-Motor mit Frequenzwandler
 - EC-Motor
3. Referenzprojekt
4. Einsparungen und Return on Invest (ROI)
5. Zusammenfassung

TÖLK - GRUNDLAGEN

Transformatorölkühlung mit Umgebungsluft

Traditionelle Technologie

- Keine Luftstromregulierung
- Ventilatoren laufen ständig auf 100% oder sind ausgeschaltet (ein Kühler mit Ventilatoren im Standby-Modus, im ständigen Austausch)
- Schwankende Öltemperatur
- Gleichmäßige Transformatoratmung

Öltemperatur im Transformator hängt ab von

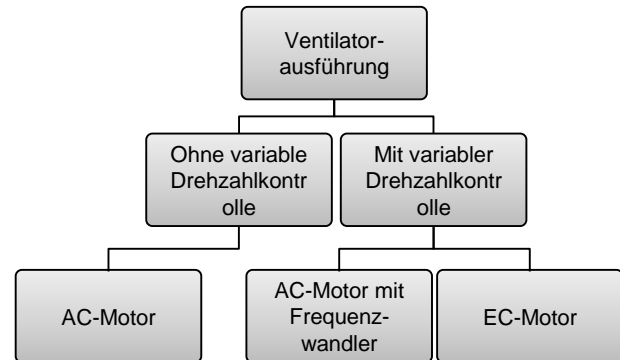
- Umgebungslufttemperatur (nicht beeinflussbar)
- Transformatorlast (nicht beeinflussbar)
- Luftstrom (beeinflussbar)
- Ölfluss (beeinflussbar)



BEIBEHALTUNG DER ÖLTEMPERATUR AN EINEM BESTIMMTEN PUNKT LUFTSTROMREGULIERUNG



Anpassung des Luftstroms
(verschiedene Technologien für
den Ventilatormotor verfügbar)



AC: Wechselstrom

EC: elektronisch gleichgerichteter Strom

LUFTSTROMREGULIERUNG DURCH AC-MOTOR



Keine Regulierung des Luftstroms
(lediglich An-Aus-Betrieb)

AC-Motor

AC-Motor mit
Frequenz-
wandler

EC-Motor

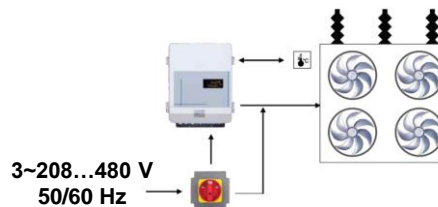
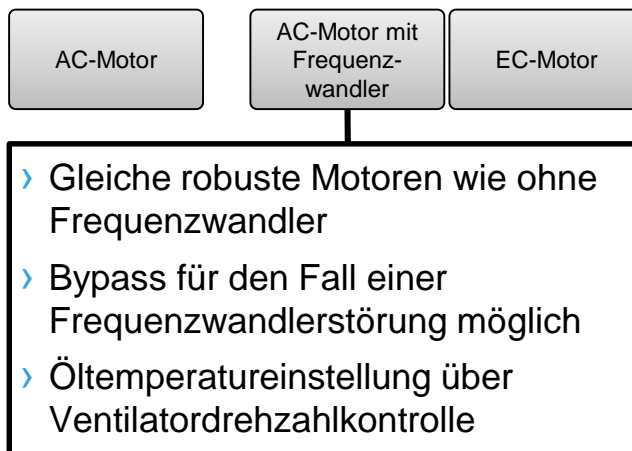
- › Jahrelange Erfahrung/
Industriestandard
- › Bewährte Motortechnologie
- › Robust



LUFTSTROMREGULIERUNG DURCH AC-MOTOR MIT FREQUENZWANDLER



Luftstromregulierung möglich
(0 - max. U/m)
Anzahl der Ventilatoren hängt von
der Größe des Kühlsystems ab



LUFTSTROMREGULIERUNG DURCH EC-MOTOR



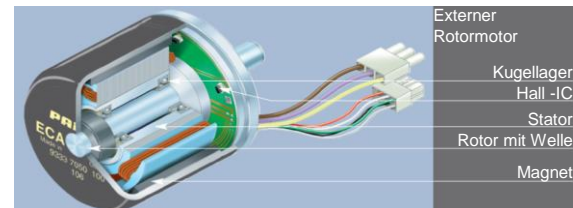
Luftstromregulierung möglich
(0 - max. U/min)

AC-Motor

AC-Motor mit
Frequenz-
wandler

EC-Motor

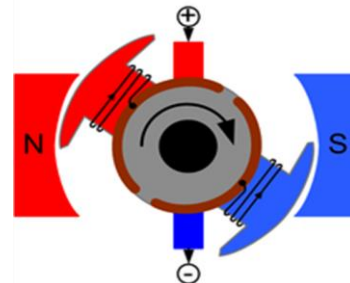
- › Synchronmotor mit integrierter elektronischer Gleichrichtung
- › Kein Frequenzwandler notwendig
- › Öltemperatureinstellung über Ventilator Drehzahlkontrolle



PRINZIP UND VORTEILE DER EC-TECHNOLOGIE

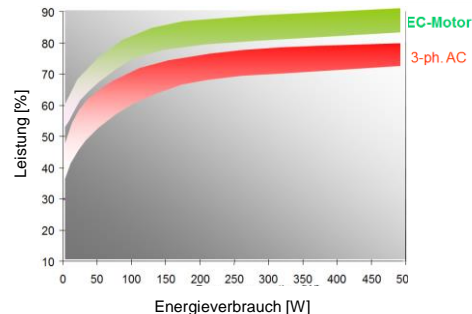
Motorsteuerung durch elektronische Gleichrichtung

- › Ein elektronisches Signal wechselt kontinuierlich die Phase der Wicklung, um die Motoren anzutreiben
- › Zusätzliche Sensoren und Elektronik steuern die Leistung und Rotorgeschwindigkeit



Nutzung von Permanentmagneten

- › Gesteigerte Leistung durch verminderten Kupferverlust
- › Höherer Drehmoment pro Gewichtseinheit und Watt

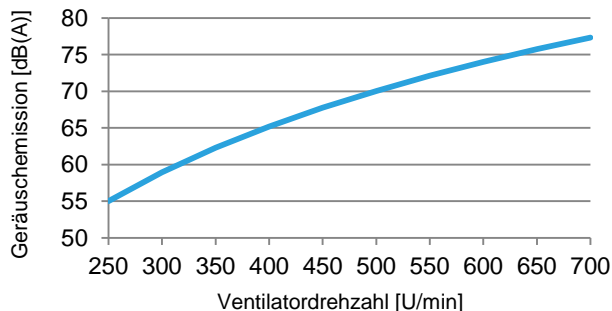


Erhöhte Zuverlässigkeit

- › Keine Bürsten- oder Gleichrichterabnutzung
- › Reduzierung von elektromagnetischer Störung

GERÄUSCHMINDERUNG DURCH EC-TECHNOLOGIE

Wechsel der Geräuschemission



Die Geräuschemission ändert sich mit der Ventilator Drehzahl gemäß folgendem Prinzip:

$$\Delta N = 50 * \log \frac{U/min_2}{U/min_1}$$

$N = Noise$

Berechnungsbeispiel falls im Teillastbetrieb nur 50% des max. Luftstroms benötigt werden:

Mit Drehzahlregelung:

$$\Delta N = 50 * \log \frac{U/min_2}{U/min_1}$$

$U/min_1 = 600 U/min$ (2 Ventilatoren i.B.):

$$N_1 = 77dB(A)$$

$U/min_2 = 300 U/min$ (2 Ventilatoren i.B.):

$$N_2 = 62dB(A)$$

Mit An-Aus-Betrieb:

$$\Delta N = 10 * \log(\text{Anzahl}_{\text{Ventilatoren}})$$

$U/min_1 = 600 U/min$ (2 Ventilatoren i.B.):

$$N_1 = 77dB(A)$$

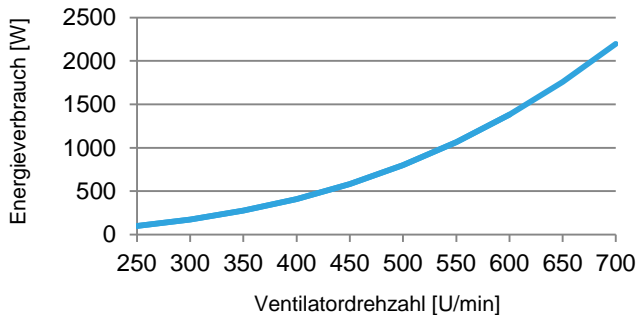
$U/min_2 = 600 U/min$ (1 Ventilator i.B.):

$$N_2 = 74dB(A)$$

↑ Unterschied wird wie doppelte Schallintensität wahrgenommen! ↓

REDUZIERUNG DES VERBRAUCHS DURCH EC-TECHNOLOGIE

Wechsel des Energieverbrauchs



Der Energieverbrauch ändert sich mit der Ventilator-drehzahl gemäß folgendem Prinzip:

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{U/min_1}{U/min_2} \right)^3 \quad P_2 = P_1 * \left(\frac{U/min_2}{U/min_1} \right)^3$$

$P = \text{Power}$

Berechnungsbeispiel falls im Teillastbetrieb nur 50% des max. Luftstroms benötigt werden:

Mit Drehzahlregelung:

$U/min_1 = 600 \text{ U/min}$ (2 Ventilatoren i.B.):

$$P_1 = 2760 \text{ W}$$

$U/min_2 = 300 \text{ U/min}$ (2 Ventilatoren i.B.):

$$P_2 = 346 \text{ W}$$

Mit An-Aus-Betrieb:

$U/min_1 = 600 \text{ U/min}$ (2 Ventilatoren i.B.):

$$P_1 = 2760 \text{ W}$$

$U/min_2 = 600 \text{ U/min}$ (1 Ventilator i.B.):

$$P_2 = 1380 \text{ W}$$

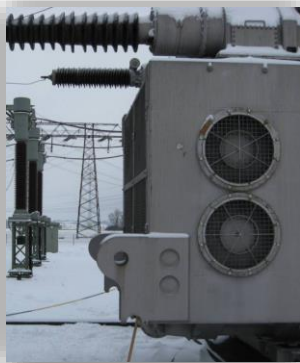
Fast 400 % mehr Energieverbrauch bei Teillast!

REFERENZPROJEKT TRANSFORMATOR-GERÄUSCHREDUKTION

Projekt

- › Ort: Vierraden, Deutschland
- › Transformatortyp: 160 MVA OFAF; 1975 gebaut; Projekt im August 2011
- › Vier Kühleinheiten mit jeweils 33 % Nennleistung
- › Geräuschpegel Ventilatoren: 103 dB(A)

Vorgehen



Ergebnis

Originalventilatoren:



- › Ventilatordrehzahl:
1430 U/min
- › Anschluss: 400V, 50Hz

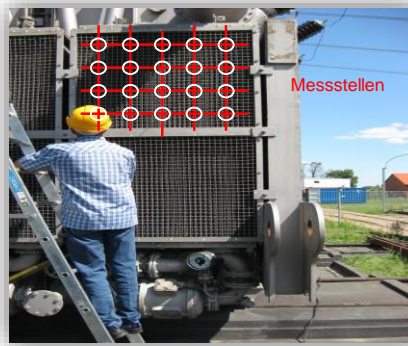
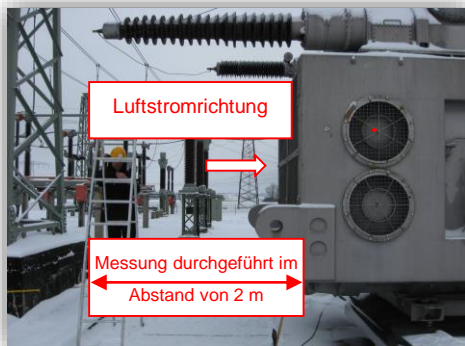
REFERENZPROJEKT TRANSFORMATOR-GERÄUSCHREDUKTION

Projekt

- › Bestimmung Geräuschpegel der Originalventilatoren
- › Bestimmung Luftstrom der Originalventilatoren
- › Messung Geräuschpegel und Luftstrom des neuen Ventilatorsystems bei verschiedenen Ventilator Drehzahlen

Vorgehen

Ergebnis



REFERENZPROJEKT TRANSFORMATOR-GERÄUSCHREDUKTION

Projekt



Neuer EC-Ventilator:



Vorgehen

- › Ventilatorumdrehzahl:
0-1700 U/min
- › Anschluss: 400V, 50Hz

Ergebnis

- › 16 dB(A) Reduktion am Nennpunkt
- › 60 % höherer Luftstrom am max. Betriebspunkt und dennoch Geräuschreduktion um 7 dB(A)
- › Optimale Kontrolle der Öltemperatur ist nun möglich
- › Deutlich geringerer Energieverbrauch der Ventilatoren

RETURN ON INVEST (ROI) BASIEREND AUF DEM REFERENZPROJEKT

› Alte Ventilatoren:

- 8 AC-Ventilatoren ohne Steuerung
- 2,8 kW pro Ventilator



› Neue Ventilatoren:

- 8 EC-Ventilatoren mit Steuerung
- 1,8 kW pro Ventilator



- › Energiekosten:
0,10 € pro kWh

EINSPARUNGEN

Energiekosten

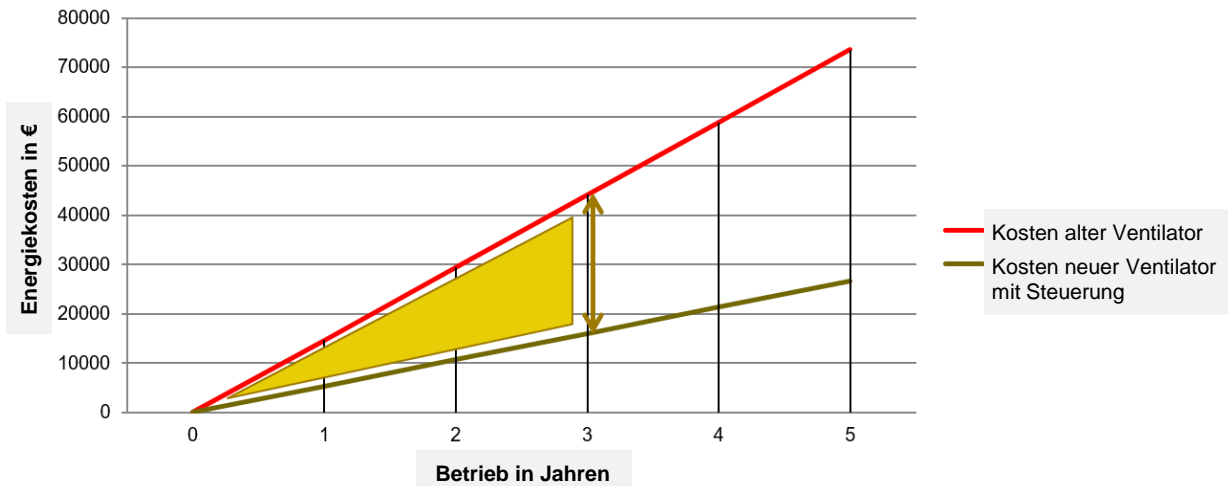
Steuerung durch EC-Ventilator (Teillast bei 50%)

Jährliche Einsparungen:

9.000 €

Einsparungen nach drei Betriebsjahren:

27.000 €

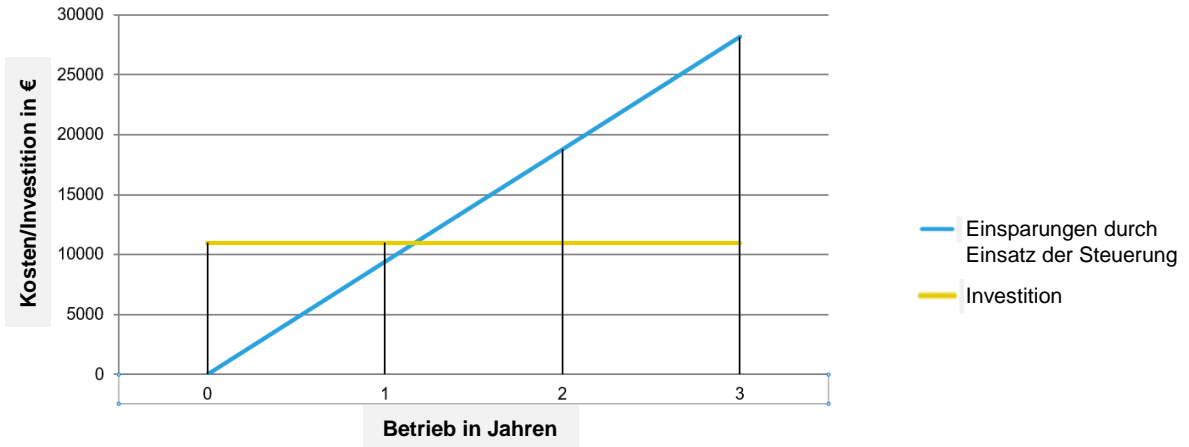


RETURN ON INVEST (ROI)

Amortisation

Investition 8 EC-Ventilatoren einschl. Steuerungseinheit und Installation:
11.000 €

ROI ist nach etwas über einem Jahr erreicht



Falls die Ersetzung alter Ventilatoren ohnehin aufgrund von Wartung notwendig ist, verringert sich die zusätzliche Investition: die Amortisation ist in ca. sieben Monaten erreicht.

ZUSAMMENFASSUNG KÜHLSYSTEME MIT EC-MOTOR-VENTILATOREN

› Energieeffizienz gem. den Bestimmungen der ERP-Richtlinie

- Energieverbrauch gem. zukünftiger Standards

› Kein Stillstand der Ventilatoren

(keine Kondensation von Feuchtigkeit in den Ventilatorgehäusen)

- Weniger Korrosion und längere Lebensdauer der Lager
- Verlängerte Wartungszeiträume

› Geringere mittlere Drehzahl

- Geringerer Durchschnittsgeräuschpegel
- Geringerer Verlust
- Geringere Verschmutzung des Kühlers aufgrund des geringeren Luftstroms

› Hightech-Ventilatoren für weniger Lärm

- Die Owllet-Flügel der Ventilatoren verwandeln den Kühler in einen *Silent Performer*



www.kelvion.com