

Sähköiset ilmavirran säätimet ja kokonaisilmavirran säätö

Petteri Virranta



NUOHOUSALAN
KESKUSLIITTO RY

Taajuusmuuttaja

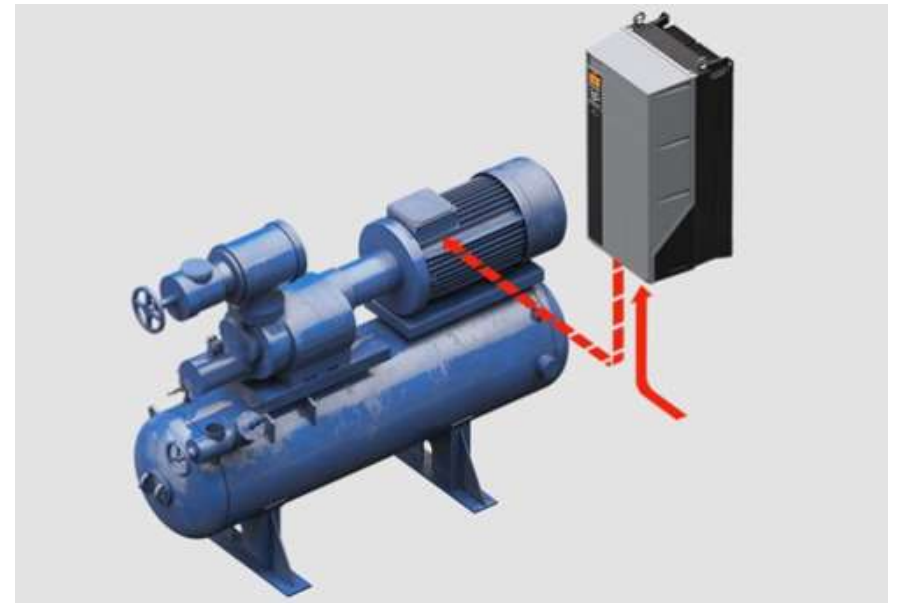
Petteri Virranta



NUOHOUSALAN
KESKUSLIITTO RY

Perusteet

- Taajuusmuuttaja tai taajuudenmuuttaja, invertteriohjaus, moottorivaihtosuuntaaja, taajuudenmuutin
- Taajuusmuuttaja on sähkölaite joka kytketään kahden erillisen sähköverkon välille, yleisimmin sähkömoottorin ja valtakunnallisen sähköverkon välille
 - Muita käyttökohteita ovat hissit, paperikoneet, vinssit, kompressorit, ilmastointilaitteet, kuljettimet, kelaimeet ja nosturit



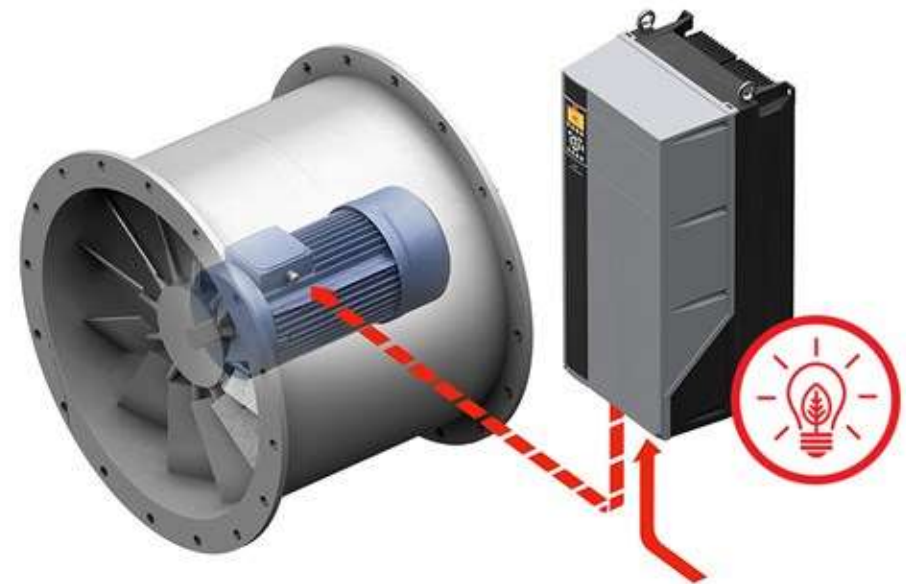
Danfoss esimerkki

Perusteet

- Taajuusmuuttaja ohjaa moottorin tehon syötön jännitettä ja taajuutta
= Vastaa siis vaihtelevalla nopeudella toimivan sähkömoottorin ohjauksesta
- Taajuusmuuttaja mahdollistaa portaattoman säädön
- Taajuusmuuttaja sopii AC- ja EC-moottoreille
- Jos sähkömoottori kytketään sähköverkkoon suoraan, pyörii moottori sähköverkon taajuuden määräämällä nopeudella

Perusteet

- Taajuusmuuttajien tehoalue pienjännitteellä 400-690 V
- Vaihtoehtoisesti taajuusmuuttajan tilalla voidaan joissain tapauksissa käyttää esim.
 - Vaihteistoja
 - puhallin- tai pumppukäyttöisiä kuristimia/jarruja
 - pehmokäynnistimiä



Danfoss esimerkki

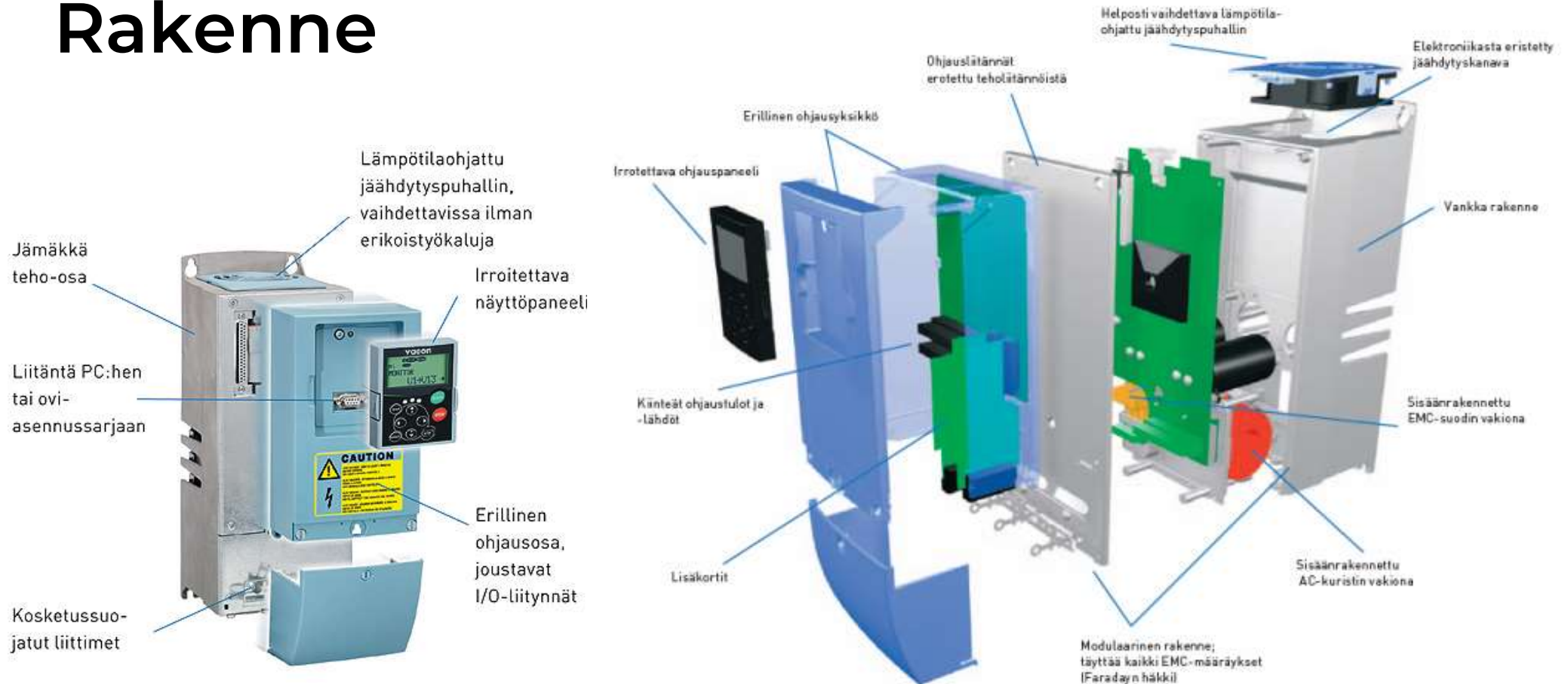
Edut

- Sähkömoottori saadaan pyörimään prosessin tarpeenmukaisella nopeudella, portaaton säätö
 - Säästää energiaa
 - Säästöt pumppu- ja puhallinkäytössä voivat olla jopa 50%
 - Lisää tehokkuutta
 - Moottorin tarkka nopeudensäätö
 - Hyvä kauko-ohjausmahdollisuus
 - Mahdollisuus ohjata ja seurata moottoria esim. tietokoneella
- > KORKEA AUTOMAATIOASTE

Edut

- Laitteiden rasitusten pieneminen (esim. kiihdytys ja hidastustilanteet)
 - Pehmeä käynnistys
 - Säädetävät kiihdytys ja hidastusajat
 - Huippukulutuksen leikkaaminen
 - Matalampi melutaso
 - Vaaditun moottorikoon pienentäminen
 - Huolettavuus ja pienet ylläpitokustannukset (ei sis. sähkön kulutus)
 - Yksinkertainen rakenne
 - Alhaiset rakenneosakustannukset
- > LAITTEIDEN KÄYTTÖIÄN PIDENTÄMINEN

Rakenne



Vacon (nyk. Danfoss) esimerkki



Lyhenteet

1.1.3 Lyhenteet ja standardit

Lyhenteet:	Termit:	SI-yksiköt:	I-P-yksiköt:
a	Kiihtyvyys	m/s ²	ft/s ²
AWG	American Wire Gauge		
Autom.viritys	Automaattinen moottorin sovitin		
°C	Celsius		
I	Virta	A	Amp
I _{UM}	Virtaraja		
Tietoliikenneverkko	Verkköjännite tähtipisteellä muuntajassa, joka kelluu maahan.		
Joule	Energia	J = N·m	ft-lb, Btu
°F	Fahrenheit		
FC	Taajuusmuuttaja		
f	Taajuus	Hz	Hz
kHz	Kilohertsi	kHz	kHz
LCP	Paikallisohejauspaneeli		
mA	Milliampeeri		
ms	Millisekunti		
min	Minuutti		
MCT	Liikkeen ohjaustyökalu		
M-TYPE	Riippuu moottorityypistä		
Nm	Newtonmetri		in-lbs
IM,N	Moottorin nimellisvirta		
fM,N	Moottorin nimellistaajuus		
PM,N	Moottorin nimellisteho		
UM,N	Moottorin nimellisjännite		
par.	Parametri		
PELV	Erittäin pieni suojajännite		
Watti	Teho	W	Btu/h, hv
Pascal	Paine	Pa = N/m ²	psi, psf, ' vettä
linv	Vaihtosuuntaajan nimellinen lähtövirta		
RPM	kierrosta minuutissa		
SR	Riippuu koosta		
T	Lämpötila	C	F
t	Aika	s	s,h
T _{UM}	Momenttiraja		
U	Jännite	V	V

Taulukko 1.1: Lyhenne- ja standarditaulukko

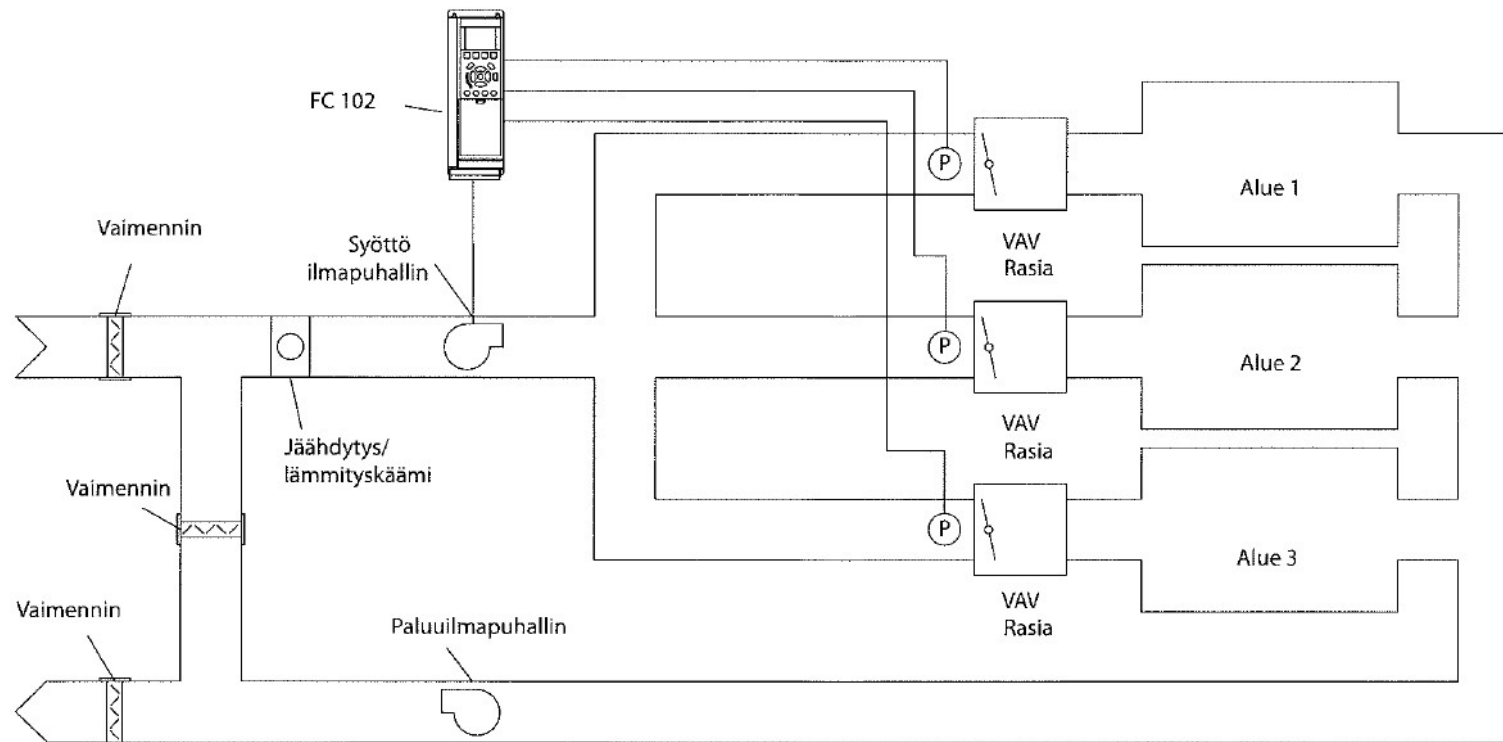
Danfoss

Mallit

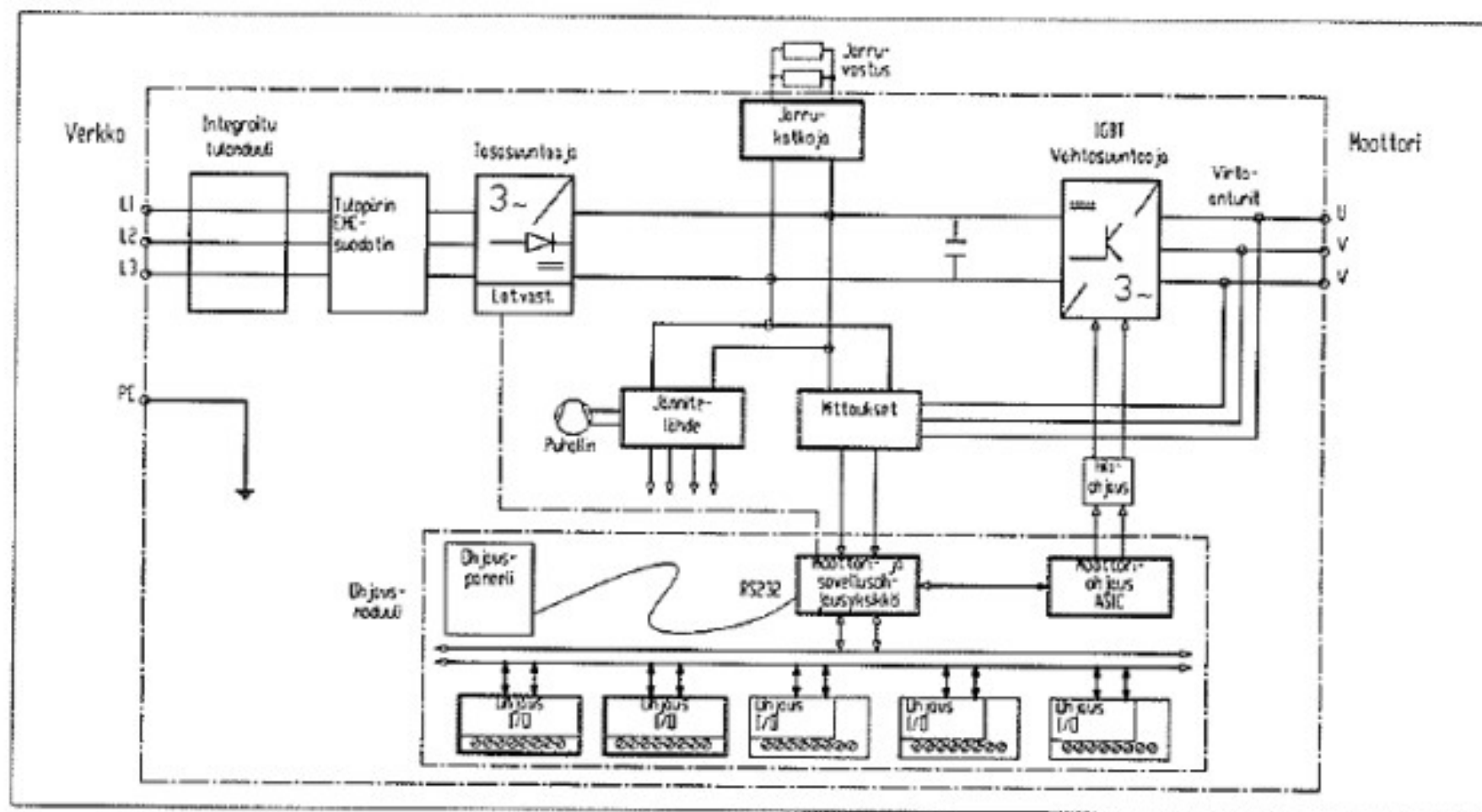
- Yleisin taajuusmuuttajatyyppe on kolmivaiheinen
 - Tasasuuntaaja
 - Suodatus- ja kapasitanssipiiri
 - Vaihtosuuntaaja
- Myös yksivaiheitaajuusmuuttajia
- Erot ovat taajuus- ja jänniteohjauksen toteutustapa ja harmonisten yliaaltojen suodatustekniikka
 - Useat käytössä olevat taajuusmuuttajat ovat jännitevälipiirillisiä taajuusmuuttajia, eli VSI (Voltage Source Inverter). Muita taajuusmuuttajatyyppejä ovat virtavälipiirilliset taajuusmuuttajat, eli LCI (Load Commutated Inverter), sekä syklokonvertterit.
- Yleisimmät valmistajat ABB, Bosch, Danfoss, Delta, Mitsubishi, Siemens, Yaskawa, Omron
 - Danfoss maailman johtava taajuusmuuttajien toimittaja, erikoistunut pelkästään taajuusmuuttajiin
 - Danfoss osti suomalaisen merkin Vacon
 - [Danfoss taajuusmuuttaja esittelyvideo \(EN\)](#)



Kartta

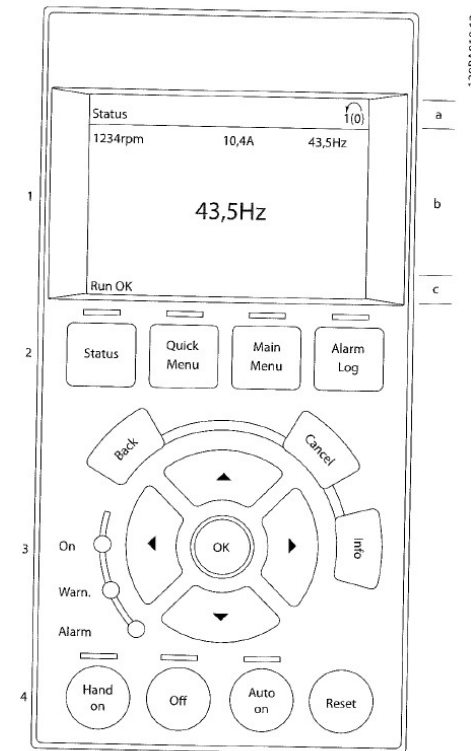


Säätökaavio



Käyttö

- Taajuusmuuttajaa voidaan ohjata eri tavalla
 - (Paikallis)ohjauspaneeli (graafinen tai numeerinen)
 - I/O: kautta
 - Analogiaviesteillä
 - Kenttäväylän kautta
 - >Tietokone = automatiikkajärjestelmä esim. Profibus, Profinet, Drivewindow (ABB)
- Automatiikkajärjestelmällä hälytysviestien seuranta/lukeminen/korjaus ja parametointi (=asetusten ohjelmointi) on helpointa



Danfoss

Käyttö

- Ohjausparametreistä tärkeimmät ovat
 - Nopeusohje asetukset
 - Rampit (kiihdytys- ja jarrutusajat)
 - 4-kvadranttiasetus
 - Resetointiasetus
 - Minimi- ja maksimitaajuudet
- Eri käyttökohteista riippuen taajuusmuuttajassa voi olla lisäosina erillisiä komponentteja
 - Jarrutuskomponentit
 - Erilaiset kuristimet
 - Erilaiset suodattimet (sähköosa)
 - Laajennukset, moduulikortit (automatiikka)
- Vakiorakenteinen taajuusmuuttaja pystyy jarruttamaan moottoria vain n. 20%
 - Voimakkaampaa jarrutusta vaativia laitteita ovat esim. lingot, nosturit, kuljettimet

Tulevaisuus

- Taajuusmuuttajat kattavat 75% moottoreiden tehon säädöistä
- Kehityssuunta
 - Laitteen koon pienentyminen
 - Laitteen keventyminen
 - Automatiikka mahdollisuudet



ABB

Linkkejä

- [ABB:n uuden ACH580-31-sarjan taajuusmuuttajat parantavat Oulun Energia Areenan kylmäkoneen kompressorien ja moottorien energiatehokkuutta](#)
- [Taajuusmuuttaja on isossa roolissa energiatehokkuudessa](#)
- [Taajuusmuuttajalla saadaan kiinteistöjen ilmastointi säädettyä todellisen tarpeen mukaan](#)
- [ABB taajuusmuuttaja valitsin](#)

Tyristörisäätimet

Petteri Virranta



NUOHOUSALAN
KESKUSLIITTO RY

Perusteet ja käyttö

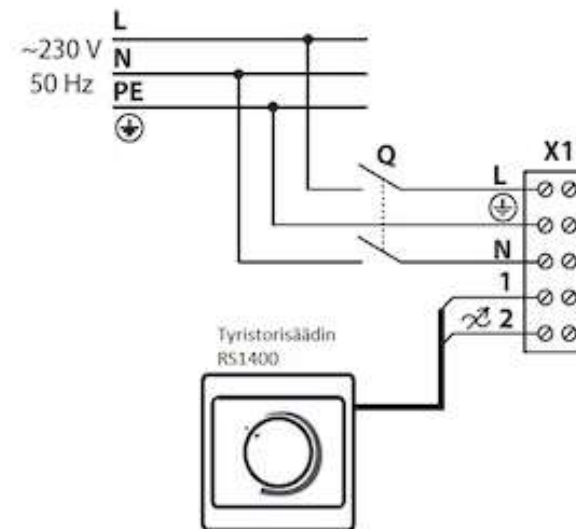
- Tyristörisäädin on kanavapuhaltimien ja huippuimureiden tehon säädin
- Sitä käytetään yksivaiheisten ja tehosäätöisten moottoreiden säätämiseen
- Tarkka ja tehokas, portaaton säätö
- Säätimellä voidaan yhtäaikaisesti säätää useita moottoreita, kunhan niiden kokonaisteho tai –virta ei ylitä säätimen enimmäisarvoja
 - Sopii kaikille moottorimerkeille
 - Max. 400 W
 - Ei sovi EC-moottoreille
- Vaihdeettava lämpösulake ja muovikuori



Airsec

Asennus

- Voidaan asentaa sisätiloihin standardikokoisiin pyöreisiin sähkörasioihin
 - Pinta asennus vaatii yhteensopivan kytkentärasian



Potentiometri

Petteri Virranta



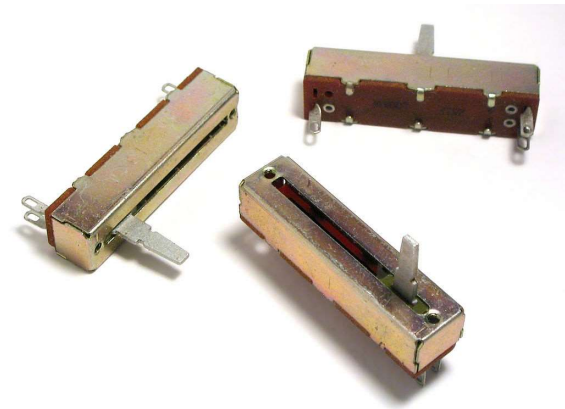
NUOHOUSALAN
KESKUSLIITTO RY

Perusteet

- Potentiometri eli Potikka on kolminapainen säätövastus, jota voidaan käyttää jännitteenjakajana
- Mahdollistaa portaattoman säädön
 - Vastaava portaittain säädettävä säädin on nimeltään askelvaimennin
- Potentiometriä säädetään yleensä manuaalisesti esim. ruuvimeisselillä (trimmeripotentiometri)
- Potikoita valmistetaan eri
 - Tehonkestoisina
 - Yksi- tai monikierroksisina
 - Monen muotoisena

Perusteet

- Yleisin malli on ns. hevosenkenkämalli, vaihtoehtoisena voi olla esim. liukupotentiometri
- Joissakin malleissa on nuppi säädön helpottamiseksi
- Yleisimmät käyttökohteet
 - Moottorien säätö esim. huippuimurit
 - Radioiden äänenvoimakkuus tai balanssisäätimissä
 - Joystickit eli sauvaohjaimet
- Potikalla säädetään yleensä jatkuvassa käytössä olevia huippuimureita, kuten
 - Radonimurit
 - Hissikuilujen,
 - portaikkojen ja
 - Varastojen huippuimurit
- Sopii yhteen EC-huippuimureiden kanssa



Perusteet

- Potentiometriin saadaan 0-10 V jänniteviesti
 - Se voidaan asentaa haluttuun ohjausjännitteeseen
 - Potikka ei vaadi käyttöjännitettä, vaan se käyttää huippuimurilta saatavaa jännitettä
- >HUIPPUIMURI SAADAAN OHJATTUA HALUTULLE ILMAMÄÄRÄLLE
- Mahdollistaa ohjauksen kohteissa joissa ei ole automatiikkaa
 - Pöly- ja vesitiiviitä malleja, asennus onnistuu sisä- tai ulkotiloihin



Perusteet



CERMET-POTIKAT



LANKAPOTIKAT



LIUKUPOTIKAT



MONIKIERROSPOTIKAT



NUPIT



PERUSPOTIKAT



POTIKAT
KYTKIMELLÄ



URITETULLA
AKSELILLA



SEKALAISET
POTIKAT

Partcon esimerkkejä

Perusteet

- Potentiometri on joko
 - Lineaarinen (merkintä B tai LIN) tai
 - Säädön vaikutus suorassa suhteessa
 - Logaritminen (merkintä A tai LOG)
 - Säädön vaikutus muuttuu jyrkemmin, mitä pidemmälle säädintä käännetään, esim. äänenvoimakkuuden säätö (merkinnät muuttuneet vuosien saatossa ei täysin luotettava)

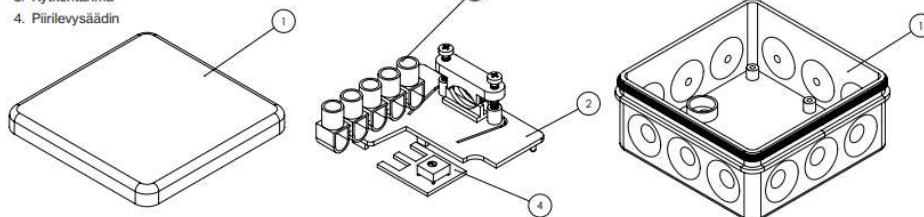


Rakenne



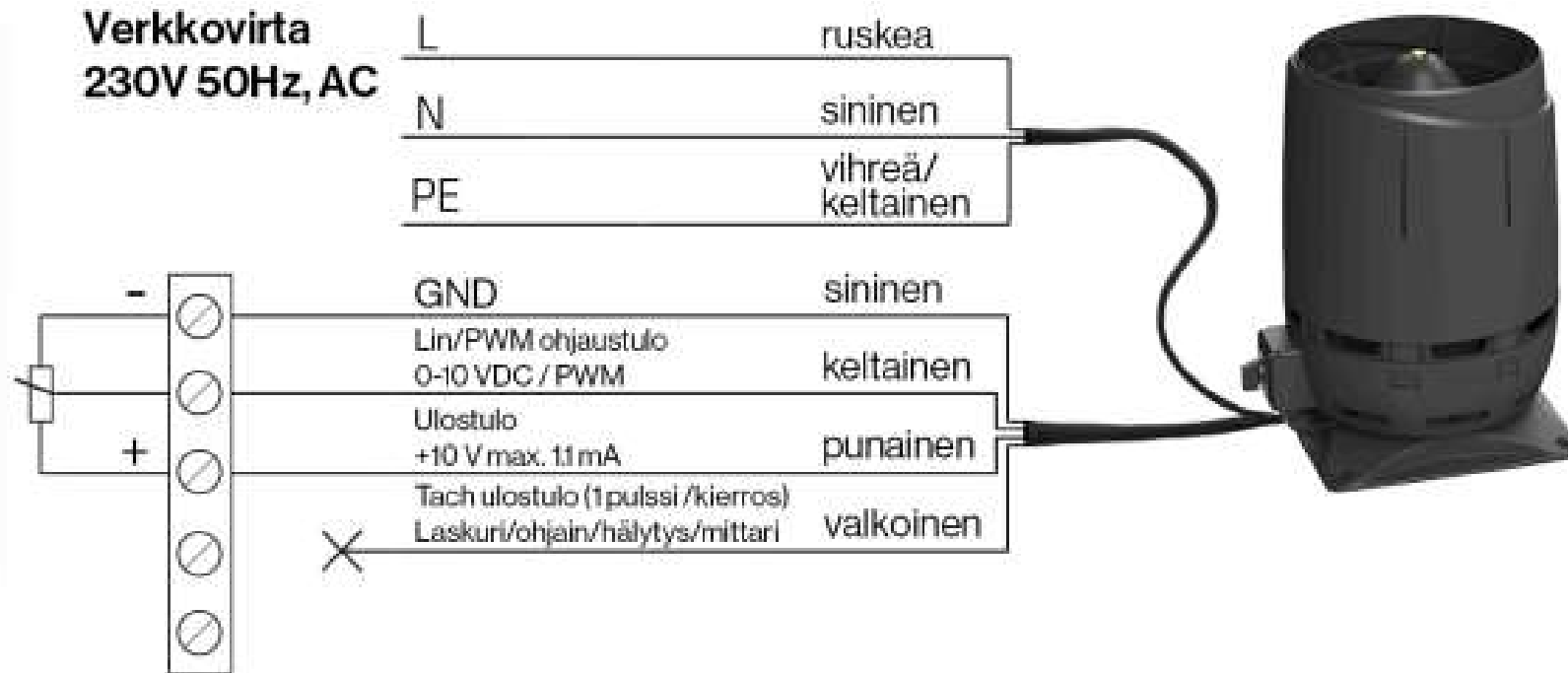
Rakenne

1. Sähkörasia
2. Vedonpoistaja
3. Kytkenärima
4. Piirilevysäädin



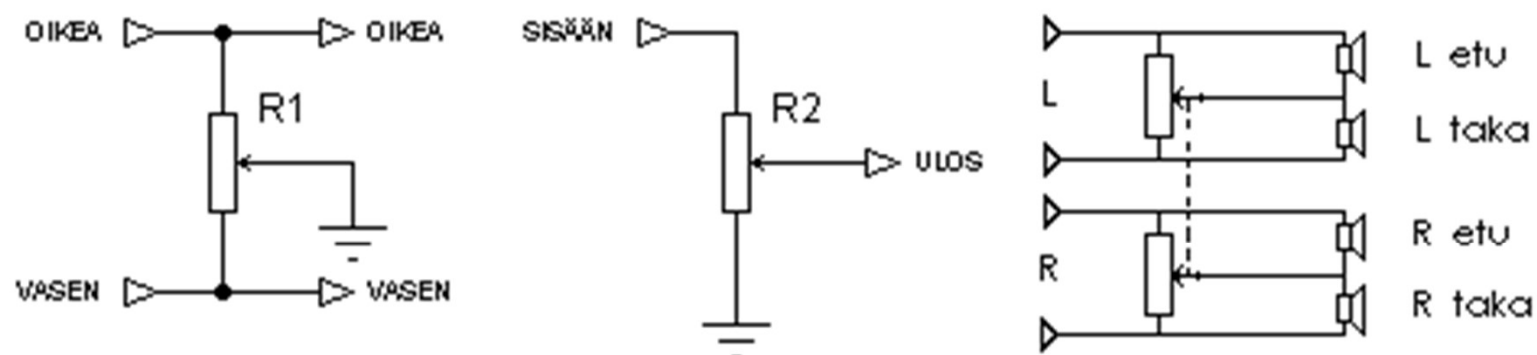
Vilpen esimerkki

KytKentäkaavio



Vilpen esimerkki

Säätökaavio



Muuntajasäädin

Petteri Virranta



NUOHOUSALAN
KESKUSLIITTO RY

Perusteet

- Muuntajalla toteutettava jännitteen säätö
- Soveltuu yksivaiheisen sähkömoottorin säätöön
- **Viisi portainen manuaalinen säätö**
 - Voidaan kuitenkin mallista riippuen yhdistää esim. huonetermostaattien kanssa
 - Portaat asennetaan etulevyn kytkimestä
- Yhden muuntajan alla voi olla useampi puhallin
 - Maksimivirrat yht. ei saa ylittää muuntajalle asetettua nimellisvirtaa
- Myös 2-nopeuksisena
 - Tällöin etulevyssä on kaksi kytkintä: yksi korkeille puhallinnopeuksille ja yksi alhaisille puhallinnopeuksille.
 - Vaihto nopean ja hitaan välillä tapahtuu ulkoisen vaihtokytkimen (esim. termostaatti tai ajastin) kautta
- Voidaan asentaa (mallista riippuen) sisälle tai ulos, pinta- tai uppoasennuksena

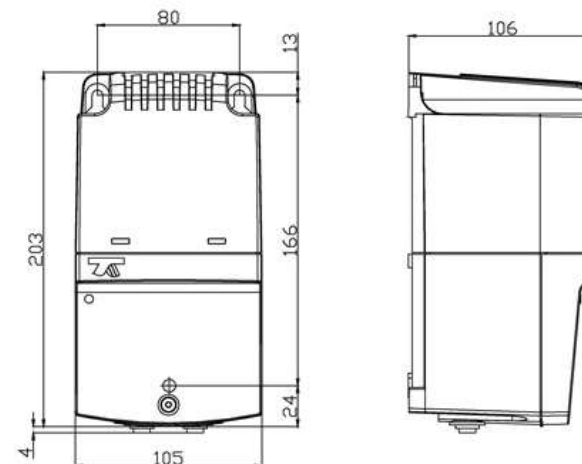


Onninen

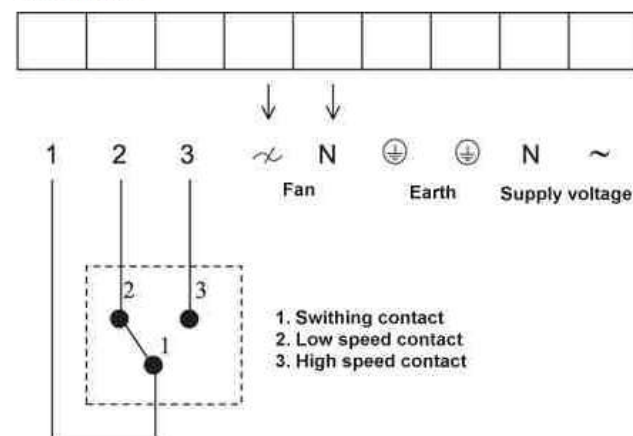
Rakenne ja kytkentäkaavio



Systemair esimerkki



Kytkenäkaavio





Linkkejä

- [Iv-säätimet Onninen esite 2016](#)

IV-säätötavat

Petteri Virranta



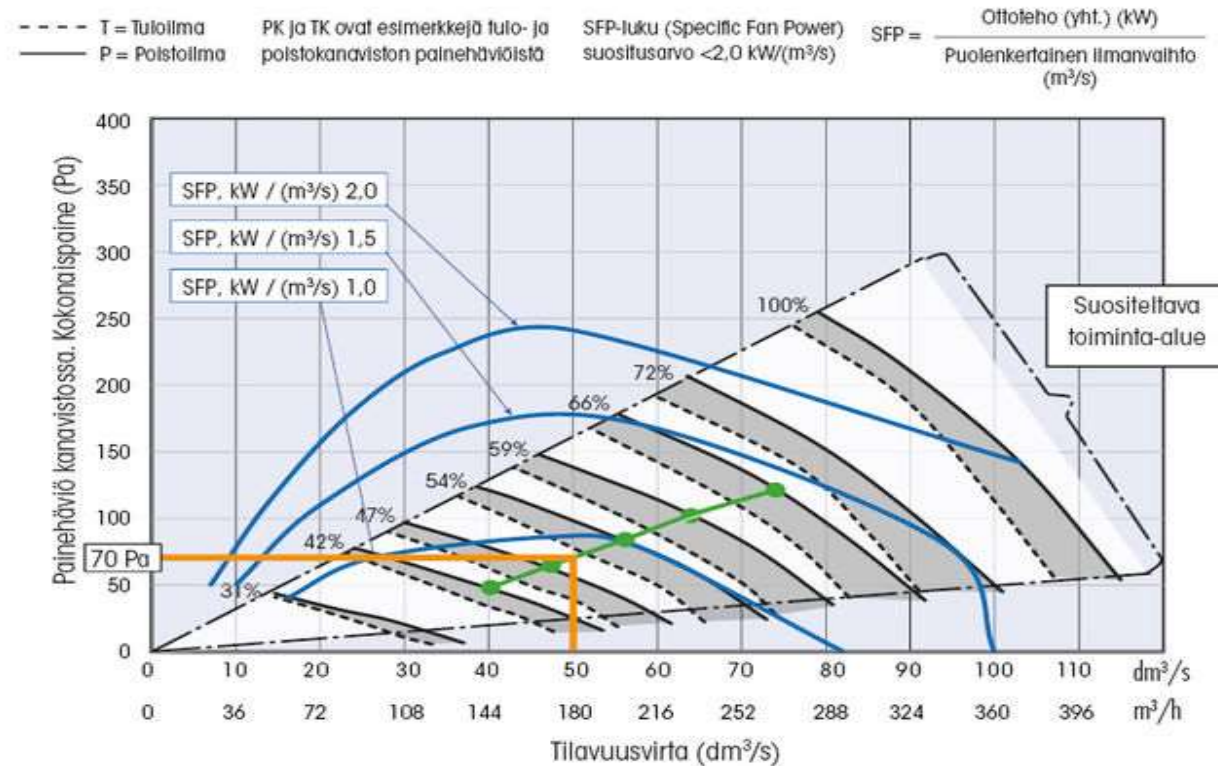
NUOHOUSALAN
KESKUSLIITTO RY

Kokonaisilmavirran säätötavat

- Koneelta lähtevää kokonaisilmavirtaa voidaan säätää eri tavoin esim.
 - kuristussäätö
 - kierrosluvun säätö
- Vanhoissa järjestelmissä voidaan myös käyttää
 - siipikulmasäätö
 - johtosiipisäätö
 - ohitus"säätö"

Kokonaisilmavirran säätötavat

- Kokonaisilmavirtojen säädössä/mitoituksessa tulee ottaa huomioon järjestelmän painehäviö



Vallox esimerkki

Kuristussäätö

- Kuristussäädössä kokonaisilmavirtaa/ilmavirtoja säädetään koneelta tai esim. runkokanavista
 - Säätöpelleillä
 - IMS-pelleillä
 - Kanavamuuutoksilla
 - Innot yms.

Kierrosluvun säätö

- Kierrosluvun säädössä puhaltimen moottorin tehoa/kierroslukua säädetään sitä ohjaavasta laitteesta esim.
 - Taajuusmuuttaja
 - Tyristorisäädin
 - Potentiometri
 - Muuntajasäädin
 - Automatiikka ohjaimet
- Myös kiilapyörien säädöllä/vaihtamisella on vaikutus kierroslukuun

Kierrosluvun säätö

Puhaltimen ilmavirta, paineentuotto ja tehontarve suhteessa kierroslukuun

Ilmavirta: $\frac{q_1}{q_2} = \frac{n_1}{n_2}$

Paine: $\frac{\Delta p_1}{\Delta p_2} = \left\{ \frac{n_1}{n_2} \right\}^2$

Teho: $\frac{P_1}{P_2} = \left\{ \frac{n_1}{n_2} \right\}^3$

q_x = ilmavirta

n_x = kierrosluku

p_x = paine

P_x = teho