



## 1 Altivar 71 sagedusmuundurite üldnäitajad

Altivar 71 seeria sagedusmuundureid kasutatakse ajamite juures, mis nõuavad:

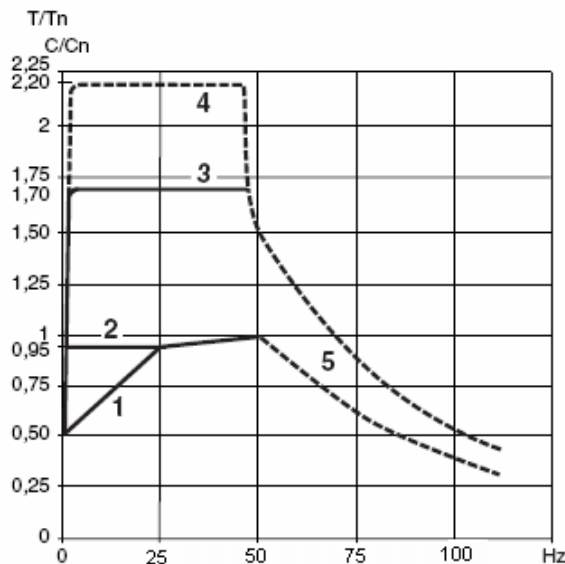
1. Momendi ja kiiruse stabiilsust isegi väikestel kiirustel ning häid dünaamilisi näitajaid anduriga või andurita vektorjuhtimisel.
2. Laia sagedusdiapasooni suurekiiruseliste mootorite toiteks.
3. Mitmete mootorite paralleelset juhtimist.

Võimalikud kasutusvaldkonnad:

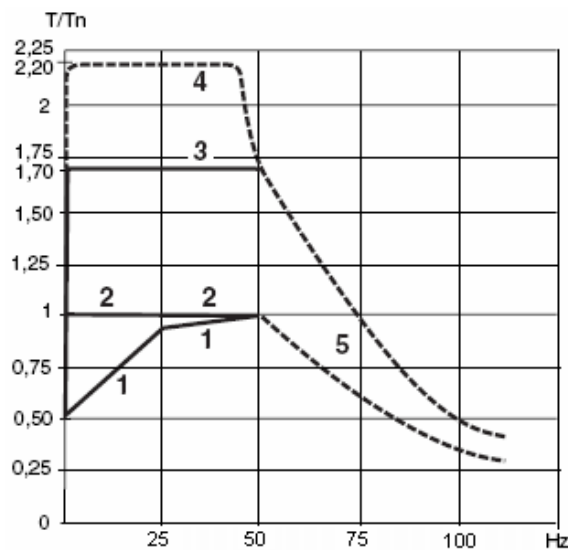
1. Töstemehhanismid, sh liftid.
2. Pakkimisliinid.
3. Tekstiilitööstus.
4. Puidu- ja paberitööstus.
5. Jne.

## 2 Momendikarakteristikud

Alltoodud momendikarakteristikud ehk mehaanilised tunnusjooned (joon 1 ja 2) on samased kõigile vektorjuhtimisega ajamitele, määrates nii pideva momendi kui siirdeprotsessi käigus eettuleva liigmomendi loomuliku ja sundjahutusega mootorite puhul. Asünkroonmootori magnetvoo õigel reguleerimisel on võimalik saavutada alalisvoolu peavoolumootoriga lähedase mehaanilise karakteristik.



Joonis 1. Momendikõverad avatud juhtimiskontuuri korral



Joonis 2. Momendikõverad suletud juhtimiskontuuri korral

1. Loomuliku jahutusega mootor: pidev kasulik moment.
2. Sundjahutusega mootor: pidev kasulik moment.
3. Lubatav liigmoment kuni 60 s jooksul.
4. Siirdeliigmoment kuni 2 s jooksul.
5. Moment ülalpool nimikiirust püsivõimsusel.

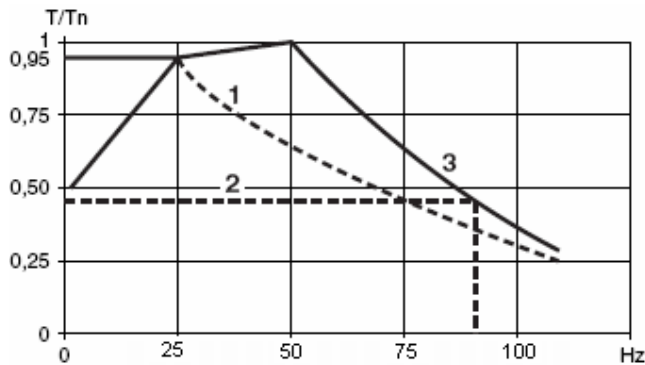
## 3 Mootori ülekuumenemiskaitse

Altivar 71 sisaldab tarkvaralist ülekuumenemiskaitset, mis toimib nii loomuliku kui sundjahutusega mootorite korral. Mikroprotsessor on võimeline hindama ka seisva mootori termilist olekut.

Tarkvaraline liigtemperatuurikaitse on eeldab mootorit ümbritseva keskkonna suurimaks temperatuuriks 40 °C. Kõrgema keskkonna temperatuuri korral osutub vajalikuks mootori korpusesse integreeritud termistorkaitse kasutamine, mille väljund ühendatakse sagedusmuunduri selleks ette nähtud sisendisse.

#### 4 Talitus ülalpool nimikiirust

Sagedusmuunduri maksimaalset väljundsagedust saab reguleerida piirides 10...1000 Hz. Sageduse ülempiir sõltub mootori konstruktsioonist ja dokumentatsioonis lubatud väärtustest; teatavasti rootorile mõjuv tsentrifugaaljõud kasvab koos pöörlemiskiiruse ruuduga. Kuna mootori võimsus on konstantne, siis nimisagedusele vastavast sünkroonkiirusest kõrgemal töötab mootor vähendatud magnetvooga ja tema moment kahaneb märgatavalt (joon 3), mida tuleb arvestada ajami sobivusel etteantud rakendusega.

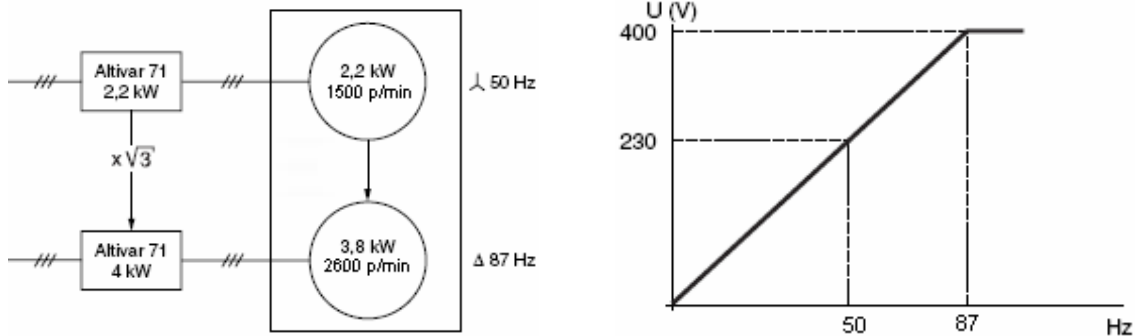


1. Kahanev koormusmoment.
2. Konstantne koormusmoment.
3. Mootori moment.

Joonis 3. Asünkroonmootori momendi-sagedusarakteristik

#### 5 Konstantse momendi piirkonna viimine 87 Hz-ni

400 V nimipingega ja 50 Hz nimisagedusega tähtlülituses asünkroonmootori konstantse momendi piirkonna saab viia 87 Hz-ni, kui lülitada tema staatorimähised ümber kolmnurka. Sellisel juhul tuleb mootori ja sagesusmuunduri võimsused valida  $\sqrt{3}$  korda esialgsest suuremad. Nt tähtlülituses 2,2 kW 50 Hz mootor arendab kolmnurka lülitatuna sagedusel 87 Hz 3,8 kW võimsust (joon 4).

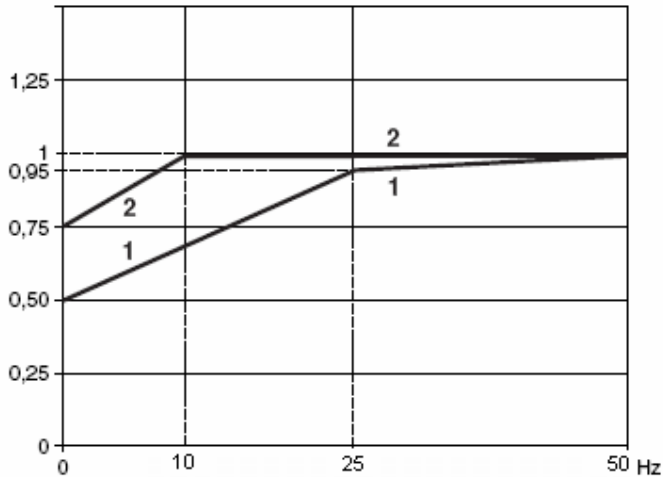


Joonis 4. Konstantse momendi piirkonna suurendamine täht-kolmnurk ümberlülituse abil

## 6 Sagedusmuunduri kasutamine koos tema väljundvõimsusest suurema nimivõimsusega mootoriga

Sagedusmuundurit on võimalik kestvalt koormata tema väljundvõimsusest suurema nimivõimsusega mootoriga ainult juhul, kui mootori tarbitav vool ei ületa sagedusmuunduri nimivoolu. Näiteks on sünkroonkiirusest väiksematel kiirustel 2,2 kW sagedusmuundurit võimalik koormata 3 kW mootoriga (joon 5).

$I_{n, \text{mootor}}$



1.  $P_{n,m} = P_{n,sm} = 2,2 \text{ kW}$
2.  $P_{n,sm} = 2,2 \text{ kW}, P_{n,m} = 3 \text{ kW}$

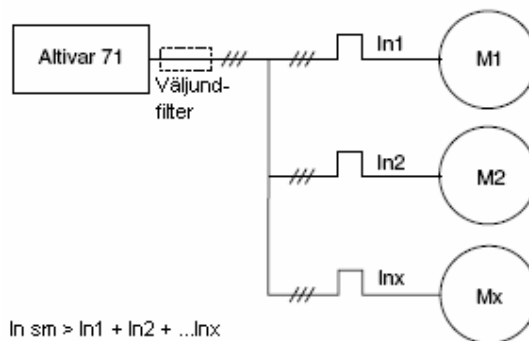
Joonis 5. Sagedusmuunduri koormamine tema nimivõimsusest võimsama mootoriga

## 7 Mitmemootorilised süsteemid

Mitmemootoriliste mehhanismide käitamisil peab sagedusmuunduri nimivool olema vähemalt võrdne juhitavate mootorite nimivoolude summaga (joon 6). Mootorid tuleb varustada lisaülekoormuskaitsetega, nt termoreleedega. Alates teatud ühenduskaablite pikkusest on soovitatav kasutada muunduri ja mootorite vahel väljundfiltrit või ülepingekaitset.

Mitme mootori paralleellülitusel esineb kaks võimalust:

- 1) võrdsete nimivõimsustega mootorite korral osutuvad kõikide mootorite optimaalsed mehaanilised tunnusjooned võrdselt optimeerituks;
- 2) erivõimsuseliste mootorite puhul pole kõikide mootorite mehaaniliste tunnusjoonte üheaegne optimeerimine võimalik.



Joonis 6. Sagedusmuunduri kasutamine mitme mootori toiteks

## 8 Elektromagnetilise ühilduvuse parendamine

### 8.1 Alalisvooludrosselid

Alalisvoolu vahelülisse jadamisi ühendatud drosseid kasutatakse voolu harmooniliste vähendamiseks. Efektiivsuse suurendamiseks on drosseid võimalik kasutada kombineerituna passiivfiltritega.

### 8.2 Võrgufiltrid

Võrgufiltrid monteeritakse sagedusmuunduri alla või küljele, nende ülesandeks on vähendada võrku kiirgatavaid raadiohäireid jm elektromagnetilist müra.

### 8.3 Mootoridrosselid

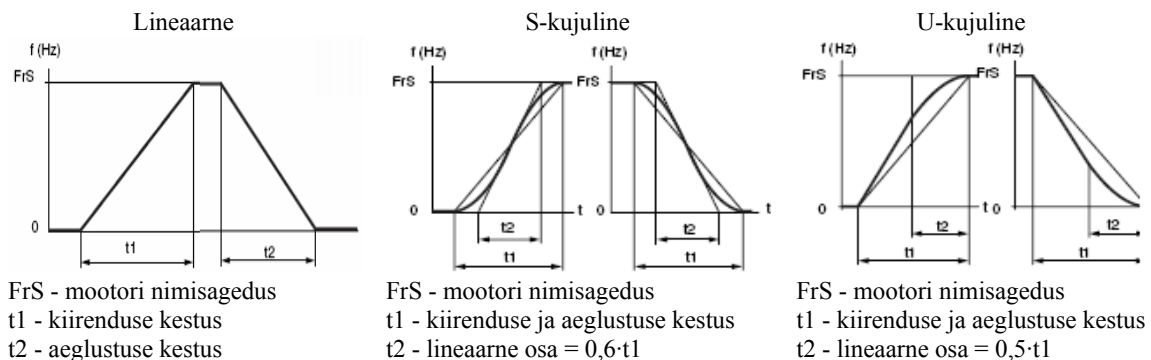
Alates kindlast ühenduskaabli pikkusest on soovitatav paigaldada muunduri ja mootori vahele lisainduktiivsus. Kriitiline pikkus sõltub ajami võimsusest ja kaabli tüübist (varjestatud või varjestamata). Drosseli ülesanneteks on:

1. Piirata  $du/dt$  kuni 500 V/ $\mu$ s.
2. Piirata liigpingeid mootori klemmidel.
3. Filtreerida drosseli ja mootori vahel paikneva kontaktori lülitamisest tekkivaid häiringuid.
4. Vähendada mootori lekkevoolu.

## 9 Kiirendus- ja aeglustuskõverad

Kiirendus- ja aeglustuskõverad määravad väljundsageduse muutumise kiiruse peale uue etteandesuuruse sisestamist. Kõverad võivad olla kas lineaarsed, S- või U-kujulised (joon 7).

S-kujulised kõverad vähendavad mehaanilistest lötkudest põhjustatud tõukeid ja piiravad siirdeprotsesside käigus erinevust suure inertsiga töömasinate tegeliku kiiruse ja etteandekiiruse vahel. S-kujuliste kiirenduskõverate tüüpilised rakendusala on pakkimis- ja konveierliinid ning elektertransport.



Joonis 7. Kiirendus- ja aeglustuskõverate kujud

## 10 Automaathäälestus

Automaathäälestuse abil saab optimeerida ajami kui terviku omadusi. Vektorjuhtimise korral nii avatud kui suletud juhtimiskontuuri puhul häälestub sagedusmuundur perioodiliselt ise. Automaathäälestust saab läbi viia:

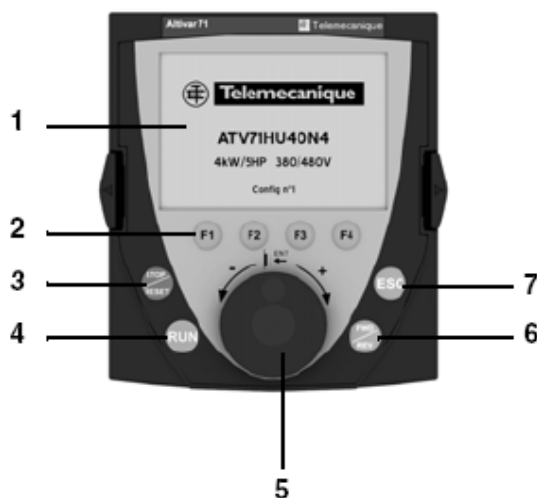
- 1) kohtselt graafilise kasutajaliidese kaudu;
- 2) PowerSuite tarkvara abil;
- 3) üle kaugjuhtimissüsteemi;
- 4) vastavalt seadistatuna igal sagedusmuunduri sisselülitusel.

## 11 Kasutajaliidesed

### 11.1 Kohtjuhtimine: graafiline kasutajaliides

Sagedusmuunduri Altivar 71 esiküljel paikneb vedelkristallkuvariga kasutajaliides (joon 8), mille abil saab:

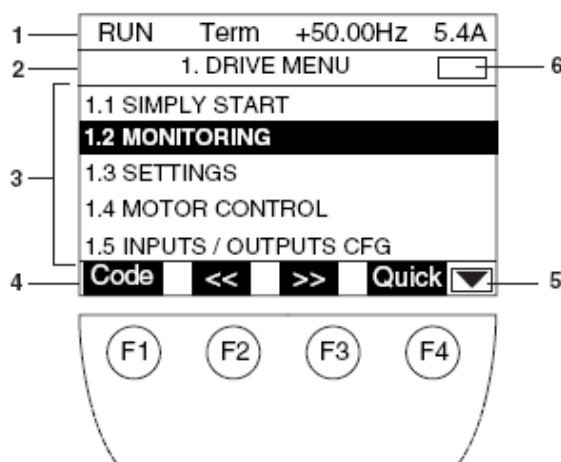
- 1) sagedusmuundurit juhtida ja seadistada;
- 2) kuvada erinevaid näitajaid (mootori parameetrid, sisendite ja väljundite olekud jne);
- 3) salvestada ja maha laadida seadistusfaile. Kokku on võimalik salvestada kuni neli konfiguratsiooni.



1. Täisgraafiline kuvar:
  - 8 rida, 240 x 160 pikslit
  - joondigrammide kuvamine
2. Funktsionaalsed sõrmised F1, F2, F3, F4:
  - kasutajadialoog: otseligipääs olulisematele parameetritele, abimenüüd, navigeerimine.
  - rakenduslikud funktsioonid: kaug- ja kohtjuhtimine, etteandekiirus.
3. „STOP/RESET”: mootori kohalik peatamine / veateate ennistamine.
4. „RUN” mootori kohtkäivitus.
5. Navigeermisnupp:
  - vajutus: salvestab ekraanil oleva väärtuse (ENT)
  - pööramine ± suunas: suurendab või vähendab ekraanil olevat väärtust, viib kursori järgmisele või eelmisele tekstireale.
6. „FWD/REV”: muudab mootori pöörlemissuunda.
7. „ESC”: väljumine eelmisele menüütasemele.

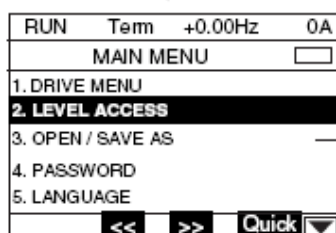
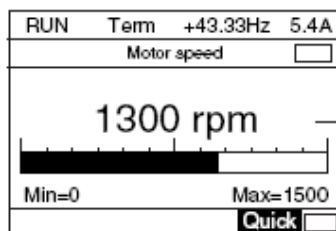
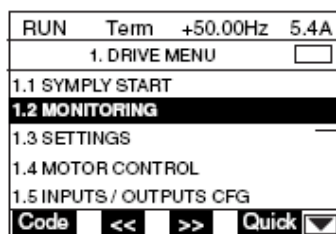
Joonis 8. Sagedusmuunduri graafiline kasutajaliides

Kohtjuhtimiseks on võimalik kasutada sõrmiseid „RUN”, „FWD/REV” ja „STOP/RESET”. Kasutajaliidesel olevad menüüd on jagatud alammenüüdeks, milles liikumine on viidud võimalikult intuitiivseks (joon 9 ja 10).



1. Näidud:
  - ajami olek (nt RUN - töös)
  - aktiivne juhtsignaali allikas (nt Term - klemmid)
  - etteandesagedus
  - mootori koormusvool
2. Menüürida.
3. Menüüde, alammenüüde, parameetrite, väärtuste, joondigrammide ala.
4. Sõrmistele F1...F4 omistatud funktsioonide kuvamine, nt:
  - >>: kuva kerimine paremale või siirdumine järgmisele menüütasandile või väärtuse vähendamine;
  - <<: kuva kerimine vasakule või siirdumine järgmisele menüütasandile või väärtuse suurendamine;
  - Quick: kiirendatud ligipääs parameetritele;
  - Code: valitud parameetri koodi kuvamine
5. ▼: kuva saab kerida allapoole
6. ▲: kuva saab kerida üles.

Joonis 9. Sagedusmuunduri graafilise kasutajaliidesekraan



## 1 Ajami menüü

Menüüpunkt	Funktsioon
1.1 SIMPLY START	Lihtsustatud menüü
1.2 MONITORING	Mootori, sisendite/väljundite ja sideparameetrite kuvamine
1.3 SETTINGS	Talitluse käigus muudetavad parameetrid
1.4 MOTOR CONTROL	Mootori parameetrid
1.5 INPUTS/OUTPUTS CFG	Sisend- ja väljundsignaalide seadistamine
1.6 COMMAND	Juht- ja etteandesignaalide allikate valik
1.7 APPLICATION FUNCT.	Rakenduslikud funktsioonid (etteandekiirused, PID regulaator jne)
1.8 FAULT MANAGEMENT	Veahaldusprotsesside seadistus
1.9 COMMUNICATION	Sideprotokollide seadistamine
1.10 DIAGNOSTICS	Mootori ja sagedusmuunduri talitluse diagnostika, testid, häiresalvesti
1.11 IDENTIFICATION	Sagedusmuunduri andmed
1.12 FACTORY SETTINGS	Tehasesätete taastamine
1.13 USER MENU	Kasutaja valitud parameetrid
1.14 PROGRAMMABLE CARD	Sisemise kontrolleri parameetrite seadistus

## 2 Näitude rida

3 Protsessikuva: väärtuste kuvamine joondigrammina või arvuliselt vastavalt seadistusele

## 4 Põhimenüü

Menüüpunkt	Funktsioon
1. DRIVE MENU	Ajami menüü
2. ACCESS LEVEL	4 ligipääsuastet: lihtne, piiratud, edasijõudnud, ekspert
3. OPEN/SAVE AS	Failivahetus graafilise kasutajaliidese ja sagedusmuunduri vahel
4. PASSWORD	Seadete kaitsmine parooliga
5. LANGUAGE	Kasutajaliidese keele valik
6. MONITORING CONFIG.	Näidurea 2 ja protsessikuva 3 seadistus (joondigramm või arväärtus)
7. DISPLAY CONFIG.	Kuva seadistus

Joonis 10. Kasutajaliidese menüüd

## 11.2 Kohtjuhtimine: välised juhtlülid

Kohtjuhtimist on võimalik läbi viia ka sagedusmuunduri sisenditesse ühendatud juhtseadmete abil:

- 1) juhtvõtmed;
- 2) nupp- ehk impulsslülid;
- 3) kiiruse etteandepotentsiomeeter analoogsisendis.

Juhtlülitite konfiguratsioon on vabalt valitav.

## 11.3 Kaugjuhtimine

Sagedusmuunduri Altivar 71 kaugjuhtimiseks on võimalik kasutada erinevaid sideprotokolle:

- Modbus
- CANOpen
- Profibus DP
- DeviceNet
- Ethernet TCP/IP

Tarkvarapakett *PowerSuite* võimaldab ajamit juhtida otseühenduses, üle Etherneti, modemi või *Bluetooth* juhtmevaba liidese. Sagedusmuunduris on ka integreeritud veebiserver, millega saab jälgida olulisemaid parameetreid, muuta lihtsamaid seadistusi ja jälgida ostsilogramme.

Kasutades vastavalt konfigureeritud veebiliidesega programmeeritavaid telemaatikakontrollerit, on võimalik tavalise veebilehitseja abil teostada kõiki kaugjuhtimise funktsioone:

- 1) juhtimine,
- 2) jälgimine,
- 3) seadistamine.

## 12 Kordamisküsimused

1. Kas sagedusmuundurit võib koormata tema nimivõimsusest võimsama mootoriga? Kui jah, siis mis tingimustel?
2. Mida tuleb arvestada, kui ühe sagedusmuunduriga toita mitut mootorit paralleelselt?
3. Kuidas on sagedusjuhtimisel võimalik suurendada konstantse momendi piirkonda nimisagedusest kõrgemale?
4. Milleks kasutatakse alalisvoolu vahelülis siludrosselit?
5. Kuidas on võimalik vähendada sagedusmuunduri tekitatavaid elektromagnetvälju?
6. Millised on mootoridrosseli ülesanded?
7. Nimetage sagedusmuunduri Altivar 71 juhtimisviisid.
8. Milleks võib olla vajalik sageduse sujuv muutmine eriliigiliste kiirendus- ja aeglustuskõverate alusel?