

Taajuusmuuttajakäytöt

Oikosulkumoottorit ovat erittäin helposti saatavilla, luotettavia ja omaavat erinomaisen hyötysuhteen. Moottorilla, joka on taajuusmuuttajakäytössä, on muitakin hyviä ominaisuuksia.

Taajuusmuuttajakäytössä moottori voidaan käynnistää pehmeästi pienellä käynnistysvirralla ja nopeutta voidaan säätää sovelluksen tarpeisiin sopivaksi. Kun taajuusmuuttajaa käytetään yhdessä oikosulkumoottorin kanssa, päästään yleensä huomattaviin ympäristö- ja energiasäästöihin.

ABB:n valmistamat prosessimoottorit on suunniteltu sekä nopeussäätö- että Direct On Line (DOL) -käyttöön. Saatavissa on myös laaja valikoima lisävarusteita, joiden avulla moottorit sopivat vaativimpiinkin sovelluksiin.

Seuraavat seikat on otettava huomioon, kun valitaan prosessimoottoria nopeussäätökäyttöön:

1. Mitoitus

Taajuusmuuttajan syöttämä jännite tai virta ei ole puhtaasti sinimuotoista, jolloin moottorin häviöt, värinä ja melu saattavat lisääntyä. Lisäksi häviöiden jakautumisessa tapahtuva muutos voi vaikuttaa moottorin lämpötilatasapainoon ja nostaa laakereiden lämpötilaa. Moottori on aina mitoitettava oikein taajuusmuuttajan mukana toimitettujen ohjeiden mukaan.

ABB:n taajuusmuuttajien ja moottoreiden mitoitukseen on käytettävä ABB:n DriveSize-mitoitusohjelmaa tai vastaavasti niiden kuormitettavuuskäyriä. Kuvassa 3 on ABB:n ACS 600- ja ACS 800 -taajuusmuuttajien kanssa käytettävän prosessimoottorin kuormitettavuuskäyrä.

2. Nopeusalue

Taajuusmuuttajakäytössä moottorin pyörimisnopeus saattaa poiketa huomattavasti moottorin arvokilpeen leimatusta nimellispyörimisnopeudesta.

Suuria nopeuksia käytettäessä on varmistettava, että ei ylitetä moottorin suurinta sallittua pyörimisnopeutta eikä myöskään käytettävän laitteen kriittistä nopeutta. Jos käyttönopeus ylittää moottorin nimellisenopeuden, seuraavat seikat on tarkistettava:

- Moottorin maksimimomentti
- Laakerirakenne
- Voitelu
- Tasapainotus
- Kriittiset nopeudet
- Akselitiivisteet
- Tuuletus
- Tuulettimen melu

Kuvissa 1a ja 1b on annettu maksiminopeuksien ohjearvot prosessimoottoreille. Tarkat arvot löytyvät tämän esitteen tuotekohtaisista osista tai moottorin arvokilvestä.

Kuva 1a. Maksiminopeuksien ohjearvot valurautarunkoisille prosessimoottoreille

Runkokokoko	Nopeus r/min	
	2-napainen	4-napainen
71 – 200	4000	3600
225 – 280	3600	2600
315	3600	2300
355	3600	2000
400	3600	1800

Kuva 1b. Maksiminopeuksien ohjearvot alumiinirunkoisille prosessimoottoreille

Runkokokoko	Nopeus r/min	
	2-napainen	4-napainen
112 – 200	4500	4500
225 – 280	3600	3600

Alhaisella nopeudella puhaltimen jäähdytyskyky heikkenee, jolloin moottorin ja laakereiden lämpötila nousee. Erillisen vakionopeuspuhaltimen avulla alhaisten nopeuksien jäähdytyskykyä ja kuormitettavuutta voidaan parantaa. Myös voiteluaineen soveltuvuus on tärkeää tarkistaa alhaisia nopeuksia käytettäessä.

3. Voitelu

Moottorin voitelun tehokkuus tulisi tarkistaa mittaamalla laakereiden lämpötila normaaleissa käyttöolosuhteissa. Jos mitattu lämpötila on yli +80°C, ABB:n pienjännitemoottoreiden käyttöoppaassa annettuja voiteluvälejä on lyhennettävä. Tämä tarkoittaa, että voiteluväli tulisi puolittaa jokaista laakerilämpötilan 15 K nousua kohden. Jos se ei ole mahdollista, ABB suosittelee korkeisiin lämpötiloihin soveltuvien voiteluaineiden käyttöä. Tällaiset voiteluaineet sallivat normaalin voiteluvälin sekä laakerilämpötilan 15 K nousun.

Jatkuvassa käytössä erittäin alhaisilla nopeuksilla sekä erittäin alhaisissa lämpötiloissa vakiovoiteluaineiden ominaisuudet eivät ehkä riitä ja tarvitaan erikoisvoiteluaineita. Lisätietoja saa ABB:ltä.

Jos moottorissa on kestovoidellut laakerit, on huomattava, että jos varsinainen käyttölämpötila eroaa arvioidusta myös laakereiden kestoikä eroaa alkuperäisestä. Lisätietoja laakereiden kestoikästä on tämän käyttöoppaan tuotekohtaisissa osissa.

Nk. johtavien voiteluaineiden käyttöä laakerivirtojen eliminointiin ei suositella niiden heikkojen voiteluominaisuuksien ja alhaisen johtokyvyn takia.

4. Eristysuojaus

Useimmissa uusissa pienjännitteisissä taajuusmuuttajissa on erittäin nopealla kytkennällä varustetut IGBT-tehokomponentit. Kaapeleiden jyrkät jännitepulssit ja -heijastukset lisäävät jänniterasitusta moottorin käämityksessä, joten eristysvaurioiden välttämiseksi on tehtävä kuvassa 2 annetut varotoimet.

GTO-muuttajien kaapelin pituutta, pulssin nousuaikaa ja jännitteen ylitystä koskevat tiedot on otettava huomioon käyttämällä jännite/kaapelin pituus -ohjetta.

5. Laakerivirrat

Laakerijännitteitä ja -virtoja on vältettävä kaikissa moottoreissa. Jos esimerkiksi käytössä on vakiomallinen ABB Single drive -taajuusmuuttaja, jossa on IGBT-komponentit ja 6-pulssinen diodisyöttöyksikkö, eristettyjä laakereita ja/tai taajuusmuuttajan lähdössä olevia oikein mitoitettuja suotimia on käytettävä kuvassa 2 annettujen ohjeiden mukaisesti. (Muista vaihtoehdoista ja taajuusmuuttajatyypeistä saa lisätietoja ABB:ltä.) Tilauksen yhteydessä on ilmoitettava, mitä vaihtoehtoa käytetään.

Lisätietoja laakerivirroista ja -jännitteistä saa ABB:ltä.

6. Kaapelointi, maadoitus ja EMC

Taajuusmuuttaja asettaa joitakin lisävaatimuksia käytön kapelointiin ja maadoitukseen. Moottori on kaapeloitava suojaetuilla, symmetrisillä kaapeleilla ja tiivisteholkeilla, jotka muodostavat 360° liitännän (holkkeja kutsutaan myös EMC-tiivisteholkeiksi). Alle 30 kW moottoreissa voidaan myös käyttää epäsymmetrisiä kaapeleita, vaikka suojattujen kaapeleiden käyttö on aina suositeltavaa, etenkin, jos käytettävässä sovelluksessa on herkkiä antureita.

Moottoreissa, joiden IEC-runkoko on 280 tai sitä suurempi, moottorin rungon ja koneen välillä tarvitaan ylimääräinen potentiaalintasaus, ellei moottoria ja konetta ole asennettu yhteiseen teräsalustaan. Jos teräsalustaa käytetään potentiaalitasaukseen, kytkennän suurtaajuinen johtokyky tulisi tarkistaa.

Lisätietoja nopeussäädettyjen käyttöjen maadoituksesta ja kaapeloinnista on "Grounding and cabling of the drive system" -oppaassa (koodi: 3AFY 61201998 R0125 REV A).

EMC-vaatimusten täyttämiseksi on käytettävä EMC-erikoiskaapelia (-kaapeleita) sekä maadoitettava tiivisteholkkiasennusta. Lisätietoja on taajuusmuuttajaoppaissa.

Kuva 2. Nopeussäädettyjen käyttöjen eristyksen ja suodatuksen valintaperusteet

	Moottorin nimellisteho P_N tai $P_N < 100$ kW	runkokoko $P_N \geq 100$ kW tai \geq IEC 315	$P_N \geq 350$ kW \geq IEC 400
$U_N \leq 500$ V	Vakiomoottori	Vakiomoottori + N-päässä eristetty moottori	Vakiomoottori + N-päässä eristetty laakeri + Common mode -suodin
$U_N \leq 600$ V	Vakiomoottori + dU/dt-suodin TAI Vahvennettu eristys	Vakiomoottori + dU/dt-suodin (kuristin) + N-päässä eristetty laakeri TAI Vahvennettu eristys + N-päässä eristetty laakeri	Vakiomoottori + N-päässä eristetty laakeri + dU/dt-suodin + Light Common mode -suodin TAI Vahvennettu eristys + N-päässä eristetty laakeri + Common mode -suodin
$U_N \leq 690$ V	Vahvennettu eristys + dU/dt-suodin	Vahvennettu eristys + dU/dt-suodin (kuristin) + N-päässä eristetty laakeri	Vahvennettu eristys + N-päässä eristetty laakeri + dU/dt-suodin + Light common mode -suodin

dU/dt-suodin (kuristin)

Sarjakuristin. DU/dt-suodin vähentää vaihe- ja verkkojännitteiden vaihtelua ja siten myös käämitysten sisäistä jänniterasitusta. DU/dt -suotimet vähentävät myös nk. yhteismuotoisia virtoja ja laakerivirtoja. DU/dt-suotimet on suunniteltu siten, että moottorin liittimissä vaikuttavan verkkojännitteen dU/dt-nopeus on alle 1 kV/s.

Common mode ja light common mode -suotimet

Common mode -suotimet ovat rengasmaisia, esim. ferriitistä tai nanokiteisestä raudasta valmistettuja kuristinrenkaita. Nämä suotimet vähentävät nopeussäädetyissä käytöissä esiintyvää nk.

yhteismuotoista virtaa ja alentavat siten laakerivirtariskiä. Common mode -suotimilla ei ole merkittävää vaikutusta moottorin liittimissä vaikuttaviin vaihe- ja verkkojännitteisiin.

Eristetyt laakerit

Vakiosovelluksissa käytetään laakereita, joissa on eristetyt laakeripinnat. Erikoisovelluksissa voidaan myös käyttää nk. hybridilaakereita eli laakereita, joissa on johtamattomat keraamiset kuulat.

Kelpoisuus

Kuvassa 2 mainitut menetelmät koskevat ABB:n valmistamia prosessimootteoreita, jotka on varustettu single drive -taajuusmuuttajilla, IGBT-komponenteilla ja 6-pulssisella diodisyöttöyksiköllä. Lisätietoja muista vaihtoehdoista ja taajuusmuuttajatyypeistä saa ABB:ltä.

Moottorin kuormitettavuus ACS 800-taajuusmuuttajan kanssa

Kuvan 3 kuormitettavuuskäyrä on ohjeellinen, kun käytetään vakiomallisia ACS 800-taajuusmuuttajia. Tarkat arvot saa ABB:ltä. Myös muiden taajuusmuuttajien kuormitettavuuskäyriä voidaan käyttää, mutta tällöin on huomattava, että taajuusmuuttajien yliaaltosisältö ja ohjausalgoritmit vaihtelevat, joten myös moottorin lämpenemä vaihtelee.

Kuvan 3 käyrät esittävät moottorin jatkuvan kuormituksen sallitun kuormitusmomentin taajuuden funktiona, kun koneen lämpenemä on sama kuin sinisyötetyllä nimellisjännitteellä ja -taajuudella nimelliskuormalla.

ABB:n valmistamien oikosulkumoottoreiden lämpenemä on yleensä B-luokan mukainen. Jos moottori on sinisyötöllä F-luokassa, taajuusmuuttajakäyttö on mitoitettava B-luokan kuormitettavuuskäyrän mukaan.

Jos käyttö mitoitetaan F-luokan kuormitettavuuskäyrän mukaan, on otettava huomioon moottorin muissa osissa esiintyvä lämpenemä ja tarkistettava voiteluvälit ja voiteluaineen tyyppi.

Lisätietoja saa ABB:ltä.

Kuva 3. Moottorin kuormitettavuus taajuusmuuttajassa ACS 800, kentänheikennyspiste 50 Hz.

