

***SIGBI* System AB**
HANDBOK Kapitel 7

DIMENSIONERING

***SIGBI* System AB**

<http://www.sigbi.se>

med länkar till LUST, SULZER, SIGMATEK och MTE

Wärdshusvägen 20

263 93 HÖGANÄS

Tel: 042-65 400 * Fax: 042-65 470

E-mail: info@sigbi.se

Innehåll

7.1 VAL AV DRIVTEKNIK	7 - 1
7.1.1 FREKVENSSOMRIKTARE I HÖGDYNAMISKA DRIFTER	7 - 1
7.1.2 SERVORREGLERING	7 - 2
7.1.3 FYRKVADRANTDRIFT	7 - 2
7.2 MOTORER FÖR FREKVENSSOMRIKTARDRIFTER	7 - 3
7.2.1 VARFÖR 4-POLIGA ASYNKRONMOTORER	7 - 3
7.2.2 ACCELERATIONSTID OCH VÄG	7 - 3
7.2.3 OPTIMAL ACCELERATIONS-EFFEKT	7 - 4
7.3 MOTOREGENSKAPER	7 - 5
7.3.1 EFFEKT OCH ENERGI	7 - 5
7.3.2 ACCELERATION OCH RETARDATION	7 - 6
7.4 DIMENSIONERING	7 - 8
7.4.1 DIMENSIONERING AV FREKVENSSOMRIKTARE	7 - 8
7.4.2 BEGREPP OCH FORMLER	7 - 9
7.4.3 BERÄKNING AV TRÖGHETSMOMENT	7 - 10
7.4.4 EFFEKTBERÄKNING	7 - 11
7.4.5 VAL AV VARVTALSOMRÅDE OCH UTVÄXLING	7 - 12
7.4.6 ACCELERATIONS- och RETARDATIONSTIDER	7 - 12
7.5 BROMSNING	7 - 14
4.6 DIMENSIONERINGSEXEMPEL	7 - 16
7.6.1 DIMENSIONERINGSSTEG	7 - 16
7.6.2 Rörelsetyper	7 - 16
7.6.3 BERÄKNINGSEXEMPEL	7 - 18

7.1 VAL AV DRIVTEKNIK

7.1.1 FREKVENSSOMRIKTARE I HÖGDYNAMISKA DRIFTER

Kraven är följande:

SNABB ACCELERATION:

Figur 1 visar hur maximalt uttagbart **axelmoment minskar på grund av fältförsvagning i motorn** (se förklaring på sista sidan). Vid ca 150 % (75 Hz) av märkvarvtalet har tillgängligt maximalt axelmomentet (kurva B) sjunkit till märkmomentet. **Normalt bör man inte överskrida ca 70 Hz.** Området kan utvidgas om man minskar accelerationsrampen när man överskrider en viss frekvens (datasatsfunktionen). I kritiska fall bör man göra noggrann beräkning av momentbehovet.

SNABB RETARDATION:

Bromschopper dimensioneras med hjälp av driftdata (tröghetsmoment, hastighet och retardationstid). Erforderlig bromseffekt kan reduceras (**inbromsningstiden optimeras**) om man väljer långsammare retardation inom viss del av det övre varvtalsområdet.

VARVTALSOMRÅDE:

Motorn kan prestera märkmoment redan vid varvtalet noll (några få Hz). Nedre gränsen för **konstant varvtal med automatisk reglering ligger mellan 5 och 10% av märkvarvtalet**. Med långvarigt högt moment och lågt varvtal bör motortemperaturen övervakas (ev extra kylfläkt).

Effekt- och momentbehov samt motorns lagerlivslängd begränsar maximala varvtalet.

Hög intermittent belastbarhet.

Se avsnitt 1.3.2

Modulation som ger snabb magnetisering av motorn.

Se avsnitt 1.2.

Noggrann kontroll av flödesvektorn för att förhindra övergångsförlopp som ger fördröjningar och extra motorförluster.

Se avsnitt 1.2.

Exakt stopp kräver ofta att man kan under viss tid låsa flödesvektorn (bromsning i nollläget) i precis det läge där frekvensen kommer ner till noll.

Se avsnitt

Konstant (lastoberoende) varvtal.

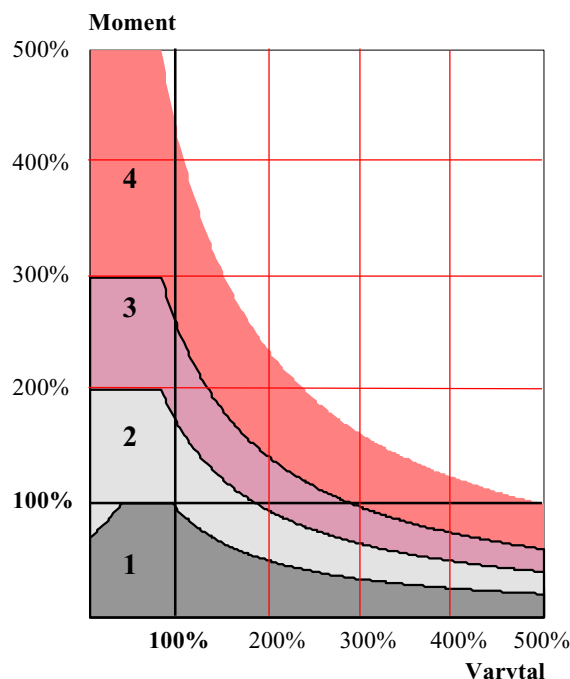
Genom att styra motorerna med **SMARTDRIVE** frekvensomriktare får man här en i många avseenden helt oslagbar lösning. Man har ett stort antal valbara funktioner och möjligheter varav några nämns här nedan.

- Automatisk lastreglering
- Automatisk flödesanpassning till olika motortyper
- Strömreglering
- Statiskt och dynamiskt avstängningsskydd
- Strömsturs acceleration
- Datasatsval med inställbara funktioner (frekvenser, ramper, motorspänning mm)
- Externt valbara fasta frekvenser
- Motorpotentiometerfunktion
- Uppfångning och synkronisering till roterande motor
- Valbara filtertidkonstanter

Se avsnitt 1.8.7

Asynkronmotorns momentegenskaper

Asynkronmotorn är inte bara robust och driftssäker. Matad från SMARTDRIVE frekvensomriktare har den dessutom utmärkta momentegenskaper.



Moment som funktion av varvtal.

100% = märkvarvtal respektive märkmoment.

VARVTAL

Varvtalsområdet är som synes mycket brett. Speciallager och noggrann balansering krävs normalt då man använder området över 200% (100Hz).

MOMENT

OMRÅDE 1 - Kontinuerlig last

Vid lågt varv kan man kontinuerligt ta ut 70% moment (förutsatt att man inte har tillsatsförluster p g a momentpulsationer).

Vid 200% kan man ta ut full effekt men endast 50% moment.

OMRÅDE 2 - Intermittent last (60 sek)

Med samma märkeffekt på frekvensomriktare och motor kan man intermittent ta ut ca 200% av motorns märkeffekt då det gäller de lägre effekterna (mindre då det gäller större motorer). Omriktarens inbyggda motorskydd (med invertertidkaraktistik) förhindrar att motorn överhettas.

OMRÅDE 3 - Intermittent last

Nästan alla fabrikat av standardmotorer kan vid lägre frekvens avge moment som är större än maxmomentet vid direkt nätdrift. Frekvensomriktaren måste emellertid väljas för att kunna avge tillräcklig ström.

OMRÅDE 4 - Område för mättningsmagnetisering

Övre momentgränsen bestäms enbart av när järnet i stator- och rotortänder mätts. Gränsen ligger högre hos äldre motorkonstruktioner som innehåller mer järn och koppar.

7.1.2 SERVORREGLERING

Servoreglering används i första hand där man har behov av:

- 1 Extremt hög varvtalsnoggrannhet.
- 2 Positionering bättre än $\pm 1^\circ$.
- 3 Mycket hög dynamik.
- 4 Stora krav när det gäller momentreglering.
- 5 Stort varvtalsområde, t ex 0,00...12 000 varv/min.

7.1.3 FYRKVADRANTDRIFT

I figur 1.3.5b har vi lagt in två belastningspunkter, B1 i första kvadranten och B2 i andra kvadranten. Med hängande last kommer momentet att vara positivt i båda rörelseriktningarna medan hastigheten (varvtalet) byter tecken beroende om lasten rör sig uppåt (+v) eller nedåt (-v).

$$M = F \cdot r = m \cdot g \cdot r$$

$$g = \text{Tyngdkraften} = 9,81 \quad [\text{m/s}^2]$$

Maskinen går som motor i första kvadranten (uträttar ett arbete som består i att ökning av potentiell energi i den massa som lyfts. I andra kvadranten går maskinen som generator (omvandlar potentiell energi till elektrisk energi).

Figur 4.1.3a visar hur fyrkvadrantdrift är definierad samt begränsningslinjer för moment och varvtal.

EXEMPEL:

Figur 4.1.3b visar exempel med hängande last.

DIMENSIONERING AV BROMSCHOPPER

Bromschopper dimensioneras med hänsyn till summan av den effekt som tyngdkraften förorsakar och effekt som inbromsning.

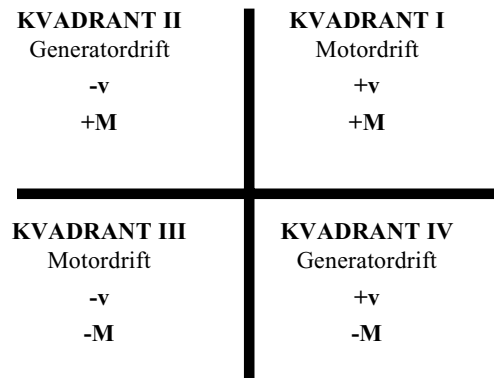


Fig 4.1.3a Definition av fyrkvadrantdrift.

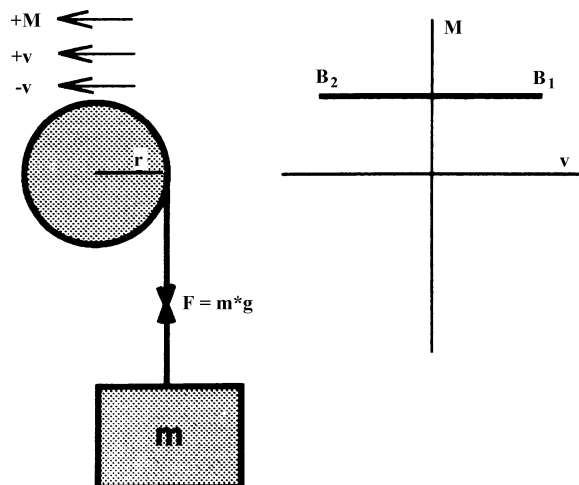


Fig 7.1.3b Exempel med hängande last.

7.2 MOTORER FÖR FREKVENSSOMRIKTARDRIFTER

7.2.1 VARFÖR 4-POLIGA ASYNKRONMOTORER

Asynkronmotorer med 2-12 poler (3000-500RPM) finns som standard. Om en standardmotor med p polpar matas med frekvensen f, bildas ett statorflöde som roterar med synkrona varvtalet n_s:

$$n_s = 60 \cdot \frac{f}{p}$$

Motorer med större antal poler utvecklar högre vridmoment. Medel-effekten vid acceleration blir:

$$P_{am} = J_{11} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{p} \cdot \frac{f}{t_a}$$

Med en viss accelerationstid t_a, kommer således den medel-effekt som behövs för att accelerera motorn att vara proportionell mot tröghetsmomentet J₁₁ och mot slutvarvtalet n_m. Målet är att använda så lite effekt som möjligt för att accelerera motorn. Med anpassningar-na får man optimal acceleration. Härmed menas att asynkronmotorerna får använda högst halva motoreffekten för att accelerera det egna tröghetsmomentet.

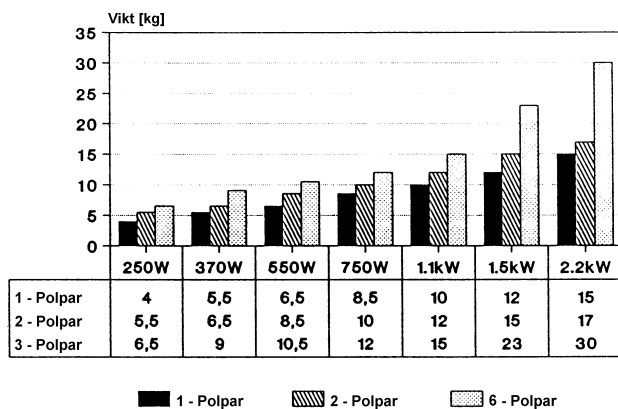


Fig 7.2.1a Motorvikt - Tyngre motorer = Större och dyrare.

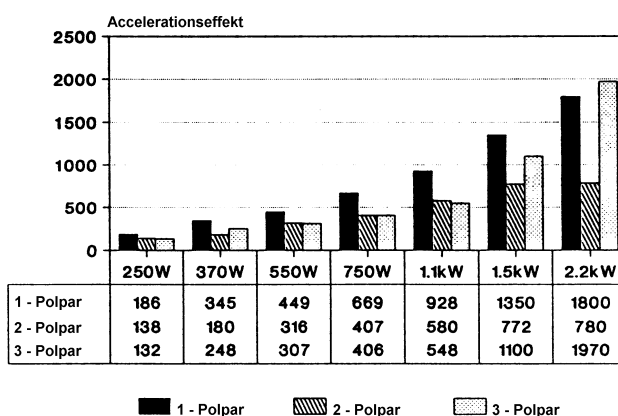


Fig 7.3.1b Jämförelse mellan medel-effekter för acceleration av 2-, 4-, och 6-poliga motorer. Accelerationstiden är 100ms.

7.2.2 ACCELERATIONSTID OCH VÄG

För industriella positionerings- och förflyttningssdrifter är det mycket viktigt att man känner till det kompletta systemets egenskaper - motor, frekvensomriktare och last.

Alla standard asynkronmotorer byggs enligt IEC 72. Rotortröghetsmomentet för en motor med viss effekt är därför i stort sett oberoende av vilket fabrikat man använder (det finns dock undantag). I det följande bortser vi ifrån skillnaderna. Till grund för beräkning av accelerationstid data för 4-poliga normmotorer i området 250W till 2,2kW.

För beräkning av acceleration i tomgång för en standard asynkronmotor med frekvensomriktare VF1000, måste man känna till motorns elektriska tidkonstant, hårdvarutidkonstanten för avkoppling av externa störpulser samt frekvensomriktarens datortidkonstant.

Den elektromagnetiska tidkonstanten (τ_e) för asynkronmotorer i effektområdet 250W till 2,2kW är ca 3 - 8ms.

$$\tau_e = \frac{L}{R}$$

Hårdvarutiden för avkoppling av externa störpulser är 3,3ms med 24V manöverspänning. Datortidkonstanten för VF1000 är 4,9ms, oberoende av manöver.

$$t_a = J_{11} \cdot \frac{2 \cdot n_N^2}{91,2 \cdot P_N}$$

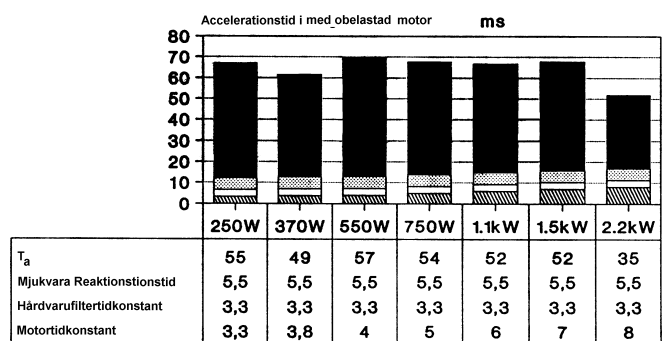


Fig 7.2.2a Tomgångsacceleration

Ur ovanstående diagram framgår att man på få millisekunder kan accelerera en obelastad motor upp till märkvarvtal. Motoraxeln hinner inte ens att röra sig ett varv.

Diagrammet nedan visar riktvärden för den tillryggalagda vinkeln.

$$\varphi_a = \pi \cdot n_1 \cdot \tau_a$$

Sträckan kan beräknas med kännedom om tillryggalagd vinkel, tid och utgående axelns (trummans) diameter.

Beräkning (a), direkt på utgående axel:

$$s_{a1} = \frac{D \cdot \pi \cdot \varphi_a}{360} = 0,0285 \cdot D \cdot n_1 \cdot \tau_a$$

Beräkning (b), efter växel:

$$s_{a2} = \frac{D \cdot \pi \cdot \varphi_a}{360} \cdot \frac{n_1}{n_2} = 0,0285 \cdot D \cdot n_2 \cdot \tau_a$$

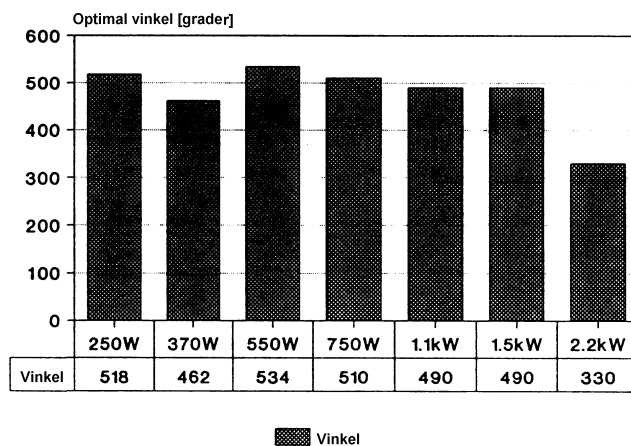


Fig 4.2.2b Motoraxelns vridningsvinkel vid acceleration till märkvarvtal i tomgång.

7.2.3 OPTIMAL ACCELERATIONS-EFFEKT

Med två tröghetsmoment (rotor och last), får man optimal acceleration när man lastanpassar hela drivsystemet.

Lastanpassning får man då det till motorsidan överförda tröghetsmomentet för lasten är exakt lika stort som rotortröghetsmomentet.

Det optimala lasttröghetsmomentet beräknas enligt (a) och motortröghetsmomentet enligt (b):

(a)

$$J_{2opt} = J_1 \cdot \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2 =$$

(b)

$$J_{1opt} = J_2 \cdot \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2$$

Anmärkning: Beräkningen gäller endast för motorer upp till 2,2kW och endast om accelerationstiden är mindre än 150ms. Det får inte förekomma avsevärt lossrivningsmoment.

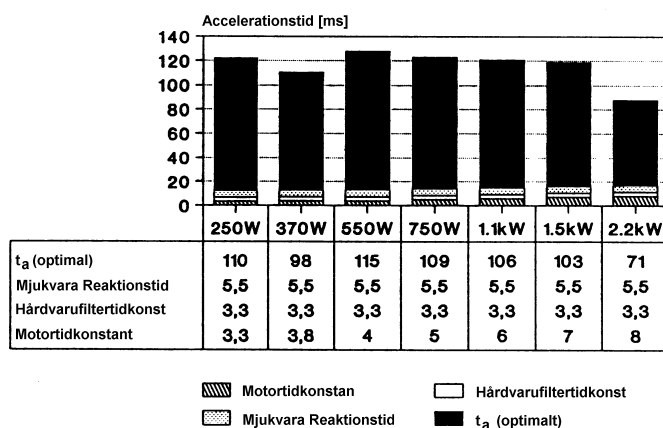


Fig 7.2.3a Optimal accelerationstid

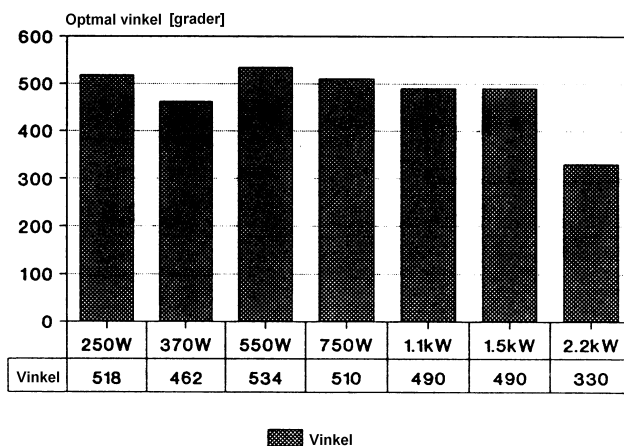


Fig 7.3.3b Optimal accelerationsvinkel.

7.3 MOTOREGENSKAPER

7.3.1 EFFEKT OCH ENERGI

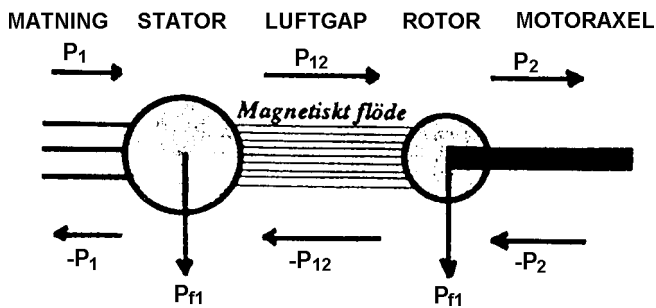


Fig 7.3.1a Effektflöde

- P_1 = Inmatad elektrisk effekt
- P_{fl} = Värmeförluster i stator
- P_{12} = Effekt över luftgapet
- P_{fl} = Värmeförluster i rotor
- P_2 = Mekaniskt arbete ut från motoraxeln

Minustecken i effektflödet innebär generatorisk drift.

INMATAD ELEKTRISK EFFEKT

För den effekt, som i varje ögonblick matas från frekvensomriktaren in till en motorfas gäller:

$$p = u \cdot i [W]$$

där u och i är ögonblicksvärdet av ström och spänning. När man matar motorn direkt från nätet med ren sinus, kommer denna effekt att vara sinusformad. Medelvärdet för alla tre faserna blir då:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi$$

När matningsspänningen består av pulser (se kapitel 1) kommer effekten att bestå av distribuerade pulser.

LUFTGAPSEFFEKT

Den effekt som med magnetfältet, via luftgapet, överförs till rotorn kallas luftgapseffekten. Den är direkt proportionell mot frekvensen som också bestämmer flödesvektorns hastighet.

$$P_{12} = \omega_1 \cdot M = \frac{2\pi \cdot n_1}{60} \cdot M$$

$$\omega_1 = \text{statorflödets hastighet} \quad [\text{rad/s}]$$

$$n_1 = \text{statorflödets hastighet} \quad [\text{varv/min}]$$

MEKANISKT ARBETE

Eftersom asynkronmaskinens rotor rör sig med något lägre hastighet än luftgapsvektorn, kommer rotorledarna att se ett långsamt varierande magnetfält som ger upphov till inducerad rotorspänning. Tack vare rotorledarnas låga resistans får man en förhållandevis stor lågfrekvent rotorström, som genom magnetisk kraftverkan ger upphov till moment. Momentet överförs till rotoraxeln och ger där upphov till mekaniskt arbete (mekanisk uteffekt).

Den mekaniska effekten är direkt proportionell mot rotorns (motoraxelns) hastighet.

$$P_2 = \omega_2 \cdot M = \frac{2\pi \cdot n_2}{60} \cdot M$$

$$\omega_2 = \text{motoraxelns hastighet} \quad [\text{rad/s}]$$

$$n_2 = \text{motoraxelns hastighet} \quad [\text{varv/min}]$$

VERKNINGSGRAD

Ju bättre material (isolationsmaterial som tål högre temperatur och plåt med högre mättningsmagnetisering) som en motorfabrikant använder, desto högre motortemperatur kan man tillåta. När man kan tillåta mer förlustvärme kan man minska mängden järn och koppar. Motorn blir mindre, lättare och kostar mindre att producera - men verkningsgraden blir lägre.

Små motorer har kort termisk tidskonstant och förhållandevis stor mantelyta/kW motoreffekt och är därför lättare att kyla. De brukar ha en verkningsgrad som ligger omkring 70%. Ju större motorn är, ju svårare är det att göra sig av med förlustvärme och kravet på hög verkningsgrad växer därmed med motorstorleken.

Verkningsgraden är definierad som hur stor del av den inmatade effekten som utnyttjas som axeleffekt (uteffekt). Den del (P_f) som inte går ut som axeleffekt, är den del som axeleffekt, är den del som förorsakar uppvärmning i motorn.

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_1 - P_{fl} - P_{12}}{P_1} = 1 - \frac{P_f}{P_1}$$

Motorverkningsgraden har mycket stor betydelse när man varvtalsreglerar asynkronmotorer. Det är framförallt två egenskaper hos omriktare som är betydelsefulla:

AUTOMATISK LASTREGLERING

Med inlagda motordata och aktiverad automatisk lastreglering har man automatisk reglering av motorspänningen med hänsyn till axelmomentet. Oberoende av lasten, kommer motorn alltid att köras i den optimala belastningspunkten där den ger maximalt moment i förhållande till strömmen. Detta ger avsevärd minskning av motorförlusterna inom hela varvtalsområdet.

Exempel:

Vid 5Hz är den oreglerade motorns förlusteffekt 5 till 20 gånger högre än med reglerad motor (ju högre momentbehov vid lågt varv, ju större blir skillnaden). I normal drift med last kan man ofta räkna med 3 gånger högre motorförluster med oreglerad motor.

MODULATION

Frekvensomriktarens modulation påverkar i hög grad motorens momentegenskaper och värmeförluster.

Felaktig modulation medför:

- Att motorn överhettas vid lågt varv.
- Lägre utnyttjning av motorn vid märkvarvtal.
- Vibrationer (eventuellt kombinerat med induktionsströmmar genom lager) gör att man kan få kortare lagerlivslängd).

Rätt modulation tillåter högre motorbelastning än då motorn matas direkt från nätet.

VÄRMEFÖRLUSTER I ROTORN

Rotorförlusterna är den effekt som transporterats över luftgapet men som inte, via rotoraxeln, omvandlas till arbete.

$$P_{f2} = P_{12} - P_2 = (\omega_1 - \omega_2) * M = (n_1 - n_2) * M = S * M$$

Rotorförlusterna är direkt proportionella mot skillnaden mellan synkront varvtal och motoraxelns varvtal.

Låg matningsspänning (fältförsvagning) medför förhöjda rotorförluster. Med automatisk lastreglering har man optimal matningsspänningen upp till motorens märkvarvtal.

STATORFÖRLUSTER

Statorförlusterna består rent resistiva förluster i motorlindningarna, magnetiseringsförluster samt vissa tillsatsförluster.

Hög matningsspänning, som man nästan alltid har vid oreglerad drift, förorsakar kraftig ökning av förlusterna i motorlindningarna medan dålig modulation medför ökning av järn- och tillsatsförluster.

ENERGI

Acceleration och retardation innebär alltid omvandling av elektrisk energi till rörelseenergi. Dynamiken i ett system begränsas av hur snabbt drivsystemet kan verkställa energiomvandlingen.

$$W = P * t \quad [J] \text{ (joule = Wattsekunder)}$$

$$t = \text{Tiden} \quad [s]$$

$$W = W_2 + W_f + W_k + W_p$$

$$W_2 = \text{Energi genom motoraxeln}$$

$$W_f = \text{Förlustenergi}$$

$$W_k = \text{Kinetisk (rörelse-) energi}$$

$$W_p = \text{Potentiell (läges-) energi}$$

Energi har samma flödesriktning (tecken) som effekt.

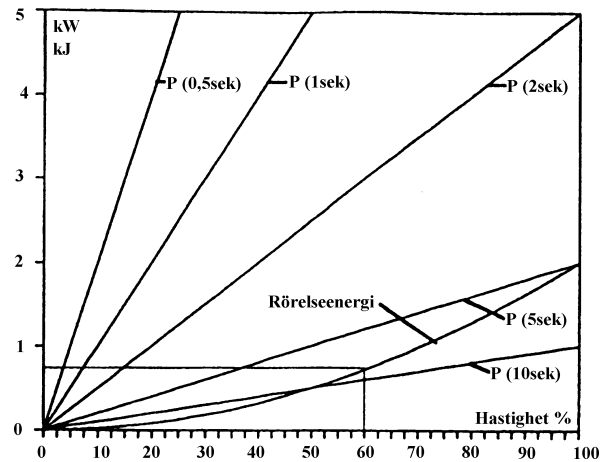


Fig 7.3.1b Effekt och energirelationer.

Fig 4.4.1b visar effekt och energi då man linjärt accelererar en last på 1000kg upp till en hastighet = 1 m/sek. Accelerationen utförs med olika accelerationstider.

Det är samma energimängd som tillförs, oberoende av accelerationstiden. För många har det kanske inte varit självklart att effektbehovet ökar så snabbt med minskande accelerationstider.

För retardation gäller samma relationer men med motsatta tecken (effekttriiktning).

7.3.2 ACCELERATION OCH RETARDATION

Vid snabba förlopp eller stora masströghetsmoment kräver att såväl dimensionering som inställningar utförs rätt.

Vid acceleration omvandlar motorn elektrisk energi till rörelseenergi och mekanisk arbete.

Vid retardation kommer rörelseenergi att omvandlas till elektrisk effekt och mekaniskt arbete. När man har snabba inbromsningar eller stort masströghetsmoment måste den del bromseffekten som omvandlas till elektrisk effekt tas om hand för att förhindra driftsstörningar.

Beräkningar

Nedan skall vi visa beräkningsgången för

Roterand rörelse:

$$\text{Energi: } W_R = J * \frac{\omega^2}{2} = J * 79 * \left(\frac{f}{p} \right)^2$$

$$\text{Effekt: } P_R = J * \omega * \frac{d\omega}{dt} = J * \frac{12,6 * f^2}{p} * \frac{df}{dt}$$

$$\text{Moment: } M_R = \frac{P_R}{\omega} = J * \frac{d\omega}{dt} = J * \frac{6,28 * f}{p} * \frac{df}{dt}$$

Det vridmoment som motorn skall kunna prestera är sammanlagt av:

$$M_L = \text{Lastmoment}$$

$$M_F = \text{Friktionsmoment}$$

$$M_a = \text{Accelerationsmoment}$$

$$M = M_L + M_F + M_a = \text{Totala momentet vid acceleration.}$$

Vid retardation gäller att retardationsmomentet

$$M_r = -M_a$$

Maskinen kommer att gå som generator om M blir negativt (summan av lastmoment och friktionsmoment är mindre än retardationsmomentet).

Det tillgängliga axelmomentet är:

$$M = M_L + M_a$$

Lastmomentet som valts för figur 4.4.2a nedan kan t ex vara en bandtransportör. En sådan last brukar normalt inte ha stort tröghetsmoment. I det valda exemplet kommer motorn att vara fullt belastad vid ung 115% av märkvarvtalet. Maximalt uttagbart axelmoment överskrids vid ca 150% av märkvarvtalet, varefter omriktaren snabbt löser för överbelastning.

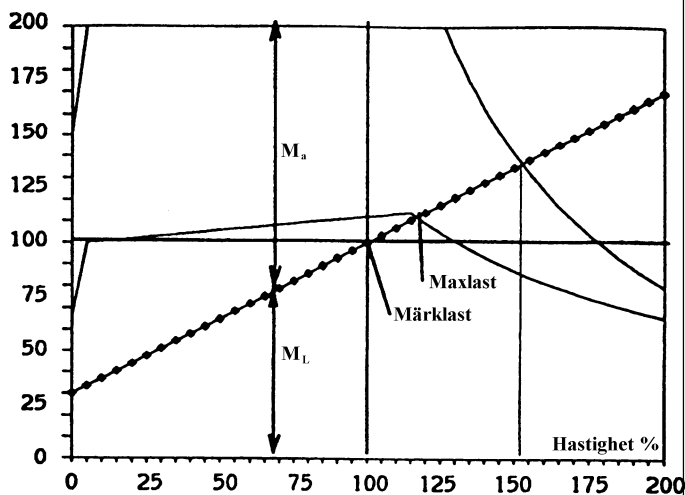


Fig 7.3.2a Accelerationsmoment.

Figur 4.4.2b visar det positiva tillgängliga momentet för acceleration och det negativa retardationsmomentet.

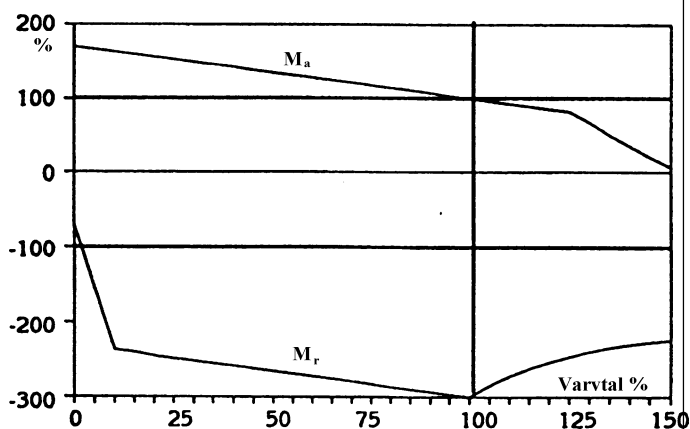


Fig 7.3.2b Tillgängligt moment för acceleration och retardation.

$$-M_r = M + M_L$$

Observera M nu är det moment som kan avges vid översynkron drift. Med den här typen av last, som hjälper till att bromsa motorn vid retardation, blir det tillgängliga momentet vid retardation upp till 300%.

LAST OCH FRIKTIONSMOMENT

Motorns lagerfriktion, motorfläktens effektbehov och friktion i växlar och transmissioner är förlusteffekter som kräver visst moment. Annars kan det ibland vara svårt att skilja mellan vad som är friktion och vad som definieras som verkligt arbete. Vilofriktion är ett annat exempel.

För en last som glider på ett plant underlag beräknas kraften F som:

$$F = \mu \cdot m \cdot g \quad [N]$$

m = Friktionskoefficienten

g = 9,81

Typiska värden på friktionskoefficienten är:

Stål - Stål	0,09
Gjutjärn - Gjutjärn	0,15 - 0,20
Stål - Stål	0,18
Brons - Brons	0,20

Värdena gäller torrfriktion.

Varje användningsområde kräver sitt speciella lastmoment. För ytterligare information hänvisas till kapitlet med tillämpningar.

7.4 DIMENSIONERING

7.4.1 DIMENSIONERING AV FREKVENSSOMRIKTARE

Asynkronmotorn överlastas med 50% under accelerationen för att få optimal drift. Större last bör man inte ha eftersom man då riskerar att komma allt för nära motors kippmoment, där man riskerar att motorn tappar moment. Dessutom riskerar man att få stora strömtransienter p g a elektromagnetiska övergångsförlopp (fler gånger motors märkström), vid start av lågbelastade motorer. Detta måste beaktas när man dimensionerar och väljer omriktare.

Inflytande av accelerationsmoment, accelerationstid och elektromagnetiska övergångsförlopp.

$$P_{FO} = P_{Ber} * k_T$$

Exempel åkdrift:

$$P_{FO} = (P_{aM} + P_{aL} + P_R) * k_T$$

k_T	t_{aL}
2,5	<200ms
2	>200ms ≤500ms

Max antal cykler med frekvensomriktare och standard asynkronmotorer med isolationsklass B.

Det slutliga valet av asynkronmotorer görs med hänsyn till den termiska belastningen.

I praktiken bör man använda effektivvärdesmetoden när man har lastförlopp som är avsevärt mycket kortare än motors termiska tidskonstant. Som exempel på denna metod har vi ett förlopp enligt bilden nedan. Man får då:

$$P_{eff} = \sqrt{(P_a^{2*t_a} + P_g^{2*T_g} + P_r^{2*t_r})/T}$$

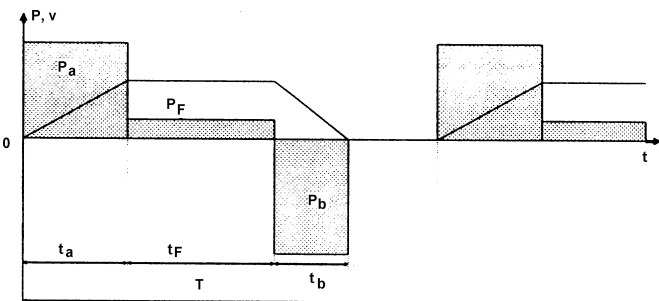


Fig 7.4.1a Exempel på effektberäkning enligt effektivvärdesmetoden.

Asynkronmotorns märkeffekt P_N (uppgift på märkplåten) skall vara större än P_{eff} enligt beräkningen ovan.

Effektivvärdesmetoden är härledd ur homogen modell. Med denna metod kan man inte beräkna lindningstemperatur. Anledningen är att temperaturförlopp uppför sig dynamiskt på olika sätt. Med anledning härav har en rad mätningar gjorts med standard asynkronmotorer.

VDE0530 delar in isolationsmaterial med impregnering i isolationsklasser som är tillordnade noga fastställda temperaturvärden.

Isolationsklass	Övertemperaturgräns[K]	Lindningstemperaturgräns [°C]
B	80	130
F	105	155
H	125	180

Effektangivelser för asynkronmotorer är enhetligt baserade på 40°C omgivningstemperatur. **Högsta tillåten kontinuerlig temperatur för enskilda isolationsmaterial bestäms av kylmedeltemperatur och lindningens övertemperaturgräns.**

På grund av att den högsta tillåtna kontinuerliga temperaturen i °C gäller för lindningens varmaste punkt, måste man ha en säkerhetsmarginal på minst 10K.

Följande mätningar har gjorts för att kunna bedöma möjlig taktfrekvens:

Mätanordning VF1000

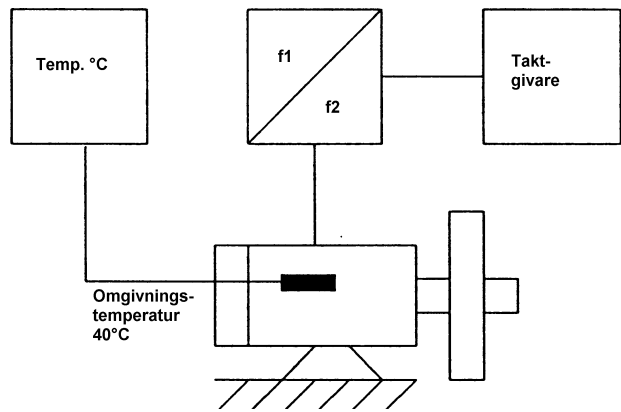


Fig 7.4.1b Anordning för temperaturmätning.

Parameter:	$t_a=t_r$ [ms]	Lindning [°C]	Mantel [°C]	Takter [minut]
4-polig motor med lastanpassn				
180W VF1202	63	90 (B=130)	62	150 (180)
1,5kW VF1207	200	112 (B=130)	87	120

7.4.2 BEGREPP OCH FORMLER

Beteckningar

f	Frekvens	[Hz]
J	Masströghetsmoment	[kgm ²]
J ₁	Rotorröghetsmoment	[kgm ²]
J ₂	Lasttröghetsmoment	[kgm ²]
J _{1opt}	Optimalt rotorröghetsmoment	[kgm ²]
J _{2opt}	Optimalt lasttröghetsmoment	[kgm ²]
K _{FO}	Korrektionsfaktor	
L _G	Läckinduktans	[H]
n	Varvtal	[min ⁻¹]
n _s	Synkront varvtal	[min ⁻¹]
n _N	Märkvarvtal	[min ⁻¹]
n ₁	Motorvarvtal	[min ⁻¹]
n ₂	Lastvarvtal	[min ⁻¹]
P	Lasteffekt	[kW]
P _N	Märkeffekt, motor	[kW]
P _F	Lastfriktionseffekt	[kW]
P _{eff}	Effektiv effekt	[kW]
P _{Ber}	Beräknad effekt	[kW]
P _{FO}	Frekvensomriktareffekt	[kW]
p	Antal polpar	[kW]
Pa	Accelerationseffekt	[W]
P _{aR}	Rotoraccelerationseffekt	[W]
P _r	Retardationseffekt	[W]
R	Ohmskt motstånd	[Ω]
s	Väg	[m]
s _a	Accelerationssträcka	[m]
s _r	Retardationssträcka	[m]
s _{a1}	Accelerationssträcka, motor	[m]
s _{a2}	Accelerationssträcka, last	[m]
s _F	Positioneringsfel	[mm]
t	Tid	[s]
t _a	Accelerationstid	[s]
t _r	Retardationstid	[s]
t _{Tot}	Cykeltid	[s]
t _{a2}	Accelerationstid i tomgång	[s]
t _E	Falltid för elektromagn. broms	[s]
W	Uträttat arbete	[Ws]
W _{Rot}	Rotationsenergi	[Ws]
W _E	Återmatad elektrisk energi	[Ws]
W _{Sw}	Switchenergi	[Ws]
W _{End}	Slutstegsenergi	[Ws]
W _{DC}	Mellanledenergi	[Ws]
η	Verkningsgrad	
φ	Vinkel	[grad]

Fysikalisk jämförelse för drivteknik

<i>Translation</i>		<i>Rotation</i>
$s = v \cdot t$	Väg/vinkel	$\varphi = \omega \cdot t$
$v = \frac{s}{t}$	Hastighet	$\omega = \pi \cdot D \cdot n = \omega \cdot t$
	Vinkelhastighet	$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}$
$a = \frac{v}{t}$	Acceleration	$\omega = \frac{d^2\varphi}{dt^2} = \frac{\omega}{t}$
$F = m \cdot a$	Kraft	$F = m \cdot r \cdot \omega^2$
$M = F \cdot r$	Vridmoment	$M = J \cdot \omega$
$P = F \cdot v$	Effekt	$P = M \cdot \omega$
$W = F \cdot s$	Arbete	$W = M \cdot \varphi$
$W = \frac{1}{2} \cdot v^2$	Energi	$W = \frac{1}{2} \cdot J \cdot \omega^2$

Viktiga definitioner

Kraft	1[N]	= 1 [kg.m/s ²]	Newton
Kraft	1[kp]	= 9,80665 [N]	Kilopond
Effekt	1[W]	= 1 [Nm/s]	Wattsekund
Effekt	1[hk]	= 75 [kp.m/s]	Hästkraft
Energi	1[Ws]	= 1 [Nm]	Joule
Tröghetsmoment	1[kg.m ²]		
Jordacceleration	g = 9,80665	[m/s ²]	

7.4.3 BERÄKNING AV TRÖGHETSMOMENT

Alla massor som är i rörelse har en viss rörelseenergi som ändras sig med hastigheten. När man ökar hastigheten (accelererar) kommer alltid rörelseenergin att öka. Vid hastighetsminskning (retardation) får man en minskning av rörelseenergin. Ju större och tyngre massa man har, desto mer energi måste man till eller bortföra när man ändrar hastigheten, ändringen är då mer trög. Tröghetskraften och tröghetsmomentet är ett mått på hur trögt momentet är vid hastighetsändringar.

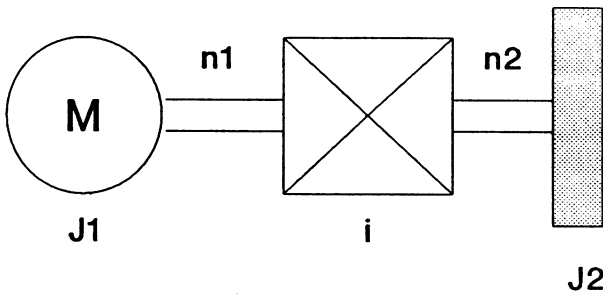
Nedväxling innebär att förändringarna går långsammare (man förlorar i väg) men samtidigt ser motorn ett lägre momentbehov (man vinner i kraft).

ETT DRIVSYSTEM BESTÅR AV:

MOTOR VÄXELLÅDA LAST

Fig 7.4.3a Drivsystemets komponenter.

Alla komponenterna i systemet har olika tröghetsmoment. Mo-



torns och växellådans tröghetsmoment kommer direkt att belasta det i motorn alstrade momentet medan lastens tröghetsmoment påverkar motoraxeln efter viss utväxling.

Tröghetsmomentet har stor betydelse vid acceleration och inbromsning.

TRÖGHETSMOMENT

Vi kommer att använda SI-systemets enheter.

LÄNGDENHETER [m] Meter
MASSA [kg] Kilogram

TRÖGHETSMOMENTET FÖR EN CYLINDER:

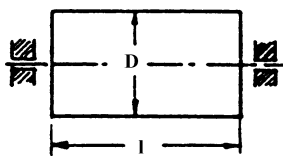


Fig 7.4.3b Cylinder

För en massiv cylinder är tröghetsmomentet:

$$J = \frac{m}{8} * \rho * l * D^4 \quad [\text{kg m}^2]$$

$$m = \frac{D^2}{4} * \pi * l * \rho = \text{massa} \quad [\text{kg}]$$

$$D = \text{Diameter} \quad [\text{m}]$$

$$l = \text{Längd} \quad [\text{m}]$$

$$m = \text{Massa} \quad [\text{kg}]$$

$$\rho = \text{Densitet} \quad [\text{kg/m}^3]$$

Diagrammen (fig 7.4.3c-e) visar tröghetsmomentet (för en massiv cylinder) som funktion av cylinderns diameter. De olika kurvorna gäller för cylindrar med följande längder:

- A) $l = 0,10 \text{ m}$ D) $l = 0,40 \text{ m}$
- B) $l = 0,20 \text{ m}$ E) $l = 0,50 \text{ m}$
- C) $l = 0,30 \text{ m}$ F) $l = 0,60 \text{ m}$

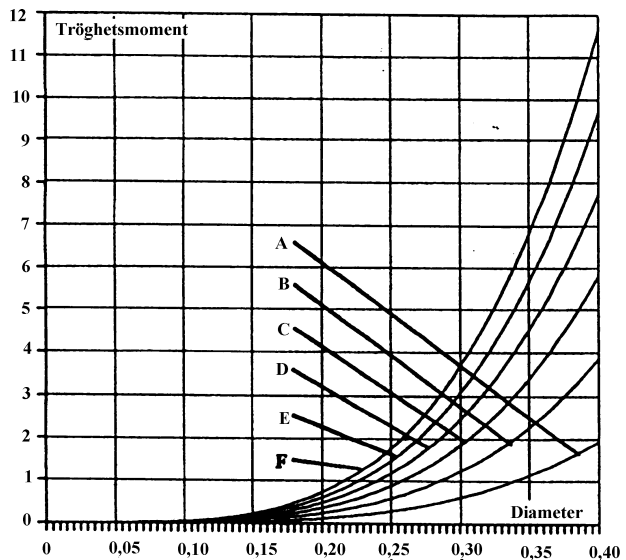


Fig 7.4.3c. Tröghetsmoment för cylindrar med olika längd. $J = 0 - 12 \text{ kgm}^2$.

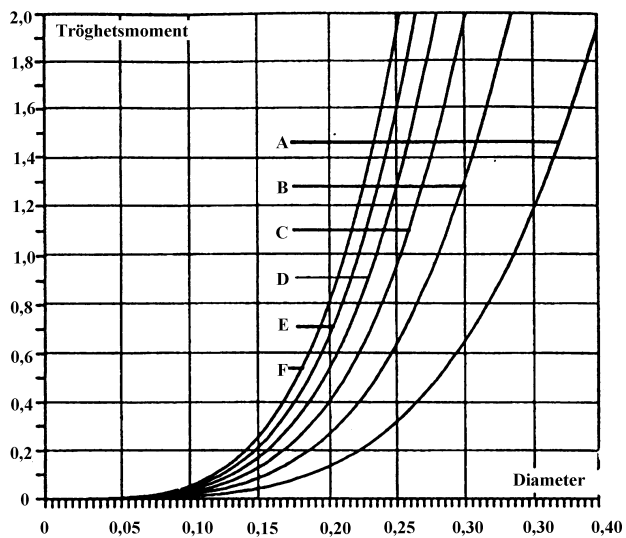


Fig 7.4.3d. Tröghetsmoment för cylindrar med olika längd. $J = 0 - 2 \text{ kgm}^2$.

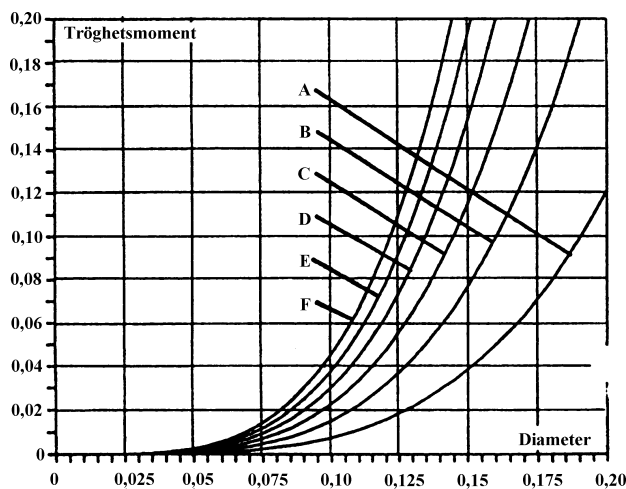


Fig 7.4.3e Tröghetsmoment för cylindrar med olika längd. $J = 0 - 0,2 \text{ kgm}^2$.

TRÖGHETSMOMENT FÖR RÖR

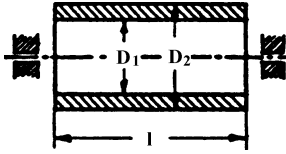


Fig 7.4.3f Hålcylinder

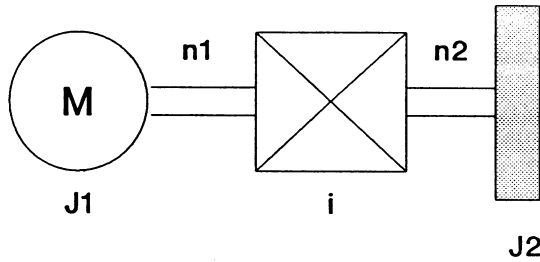
För en hålcylinder gäller på motsvarande sätt:

$$J = \frac{\pi}{32} * \rho * l * (d_1^4 - d_2^4) \quad [\text{kg m}^2]$$

$$D_1 = \text{Ytterdiameter} \quad [\text{m}]$$

$$D_2 = \text{Innerdiameter} \quad [\text{m}]$$

REDUKTION ÖVER VÄXEL



$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

$$J_{\text{Tot}} = \frac{J_1}{i^2} + J_2$$

OMRÄKNING AV MASSTRÖGHETSMOMENT

Translation till motoraxeln

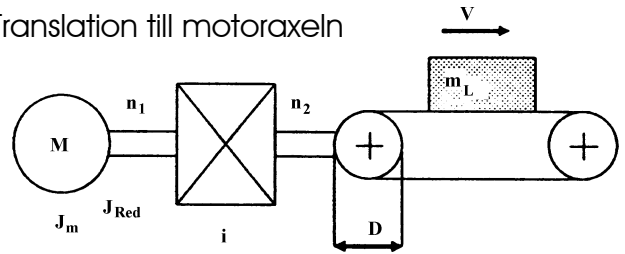


Fig 7.4.3g Massa som rör sig linjärt.

$$J_{\text{Red}} = m_L * v^2 * \frac{(60)^2}{(2\pi)^2} = 91,2 * m_L * \frac{v^2}{n^2}$$

Rotation till motoraxeln

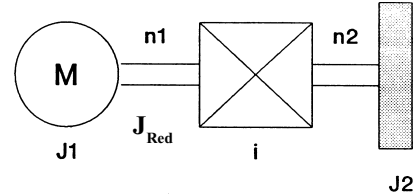


Fig 7.4.3h Reduktion av roterande last.

$$J_{\text{Red}} = J_2 * \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

Tangentiell rörelse

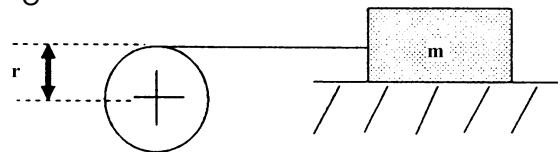


Fig 7.4.3i Massa som rör sig tangentiellt.

$$J = m * r^2$$

7.4.4 EFFEKTBERÄKNING

Rotationseffekt	$P_R = \frac{M * n}{9559}$	M [Nm] n [min ⁻¹]	[W]
Åkmotståndseffekt	$P_F = \frac{F * v}{\eta}$	F [N] v [m/s]	[W]
Lyfteffekt	$P_H = \frac{m * g * v}{\eta}$	m [kg]	[W]
Accelerationseffekt	$P_a = \frac{m * a * v}{\eta}$	a [m/s ²]	[W]
Rotationsacc.-effekt	$P_{aR} = \frac{J * n^2}{91,2 * t_a}$	J (kgm ²) t_a (s)	[W]
Lastfriktionseffekt	$P_F = \frac{F * v}{\eta}$		[W]
Rullfriktion	$F = m * g * \mu_x$ $m_x = \frac{2}{D} * (m_L * \frac{d}{2} + f) + c$ m_x gäller för rullfriktion		
Friktionaskraft	$F = m * g * \mu$		
Lutande plan	$F = m * g * (\sin\alpha + \mu * \cos\alpha)$		

Verkningsgrad för överföringselement

Verkningsgrad anges i tillverkarens kataloger. Här anges några exempel:

Verkningsgrad för överföringselement:

Stållina	$\eta = 0,91 - 0,95$
Kilrep	$\eta = 0,88 - 0,95$
Band av syntetmaterial	$\eta = 0,81 - 0,85$
Gummiband	$\eta = 0,81 - 0,85$
Kuggväxel	$\eta = 0,94 - 0,97$

Lagerfriktion:

Kullager	$\mu_L = 0,05$
Glidlager	$\mu_L = 0,08 - 0,1$

Glidfriktion:

Stål - stål, torr	$\mu_0 = 0,12 - 0,35$
	$\mu = 0,08 - 0,5$
Stål - stål, oljad	$\mu_0 = 0,12 - 0,25$
	$\mu = 0,04 - 0,25$

7.4.5 VAL AV VARVTALSOMRÅDE OCH UTVÄXLING

Valet av varvtalesområde är i hög grad beroende av vilken typ av last man har. Utväxlingen bör väljas så att motorns hela effektkapacitet utnyttjas.

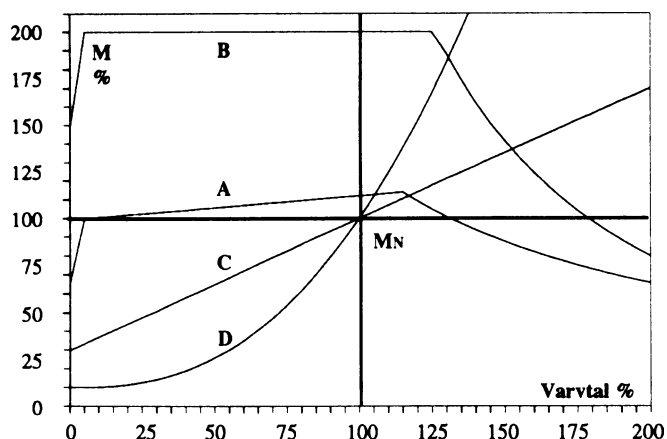


Fig 7.4.5a Olika typer av last.

- A) Max kontinuerlig last.
- B) Max accelerationsmoment.
- C) Last som ökar linjärt från ett visst begynnelsevärde.
- D) Last typ fläkt eller centrifugalpump.

Kurvorna C) och D) är typiska lastkurvor. De är valda så att man vid nätmatning utnyttjar motorn 100-procentigt med märkdata.

Om man väljer varvtalesområdet så att man tar ut 50% av märklaster vid märkfrekvens (se fig 4.), kommer man att kunna ta ut 130% effekt ur motorn för båda lasterna.

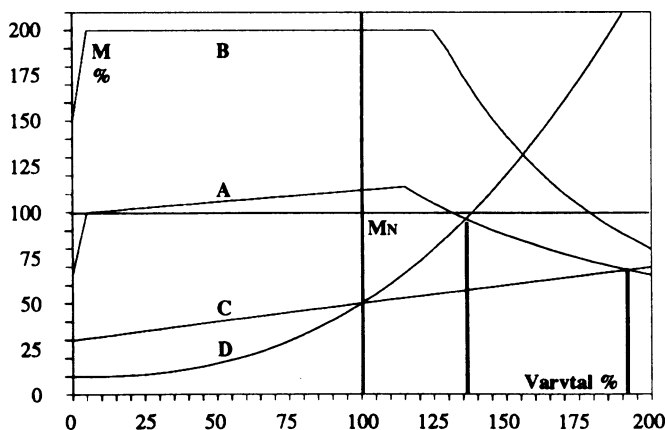


Fig 7.4.5b Ändring av varvtalesområde.

En konsekvens av det ändrade varvtalesområdet har emellertid blivit att vi fått mindre momentreserv (Ma) för acceleration. Med mindre momentreserv riskerar man att nå över den strömgräns där frekvensomriktaren löser ut. Strömstyrd acceleration (se avsnitt 1.8.7) är ett sätt att förhindra detta med hjälp av automatisk rampförlängning.

SLUTSATS: Vid dimensionering av drivsystem har man många möjligheter men det gäller bara att välja rätt prioriteringar.

För varje typ av drift får man den bästa funktionen om man först ställer upp de krav man har.

Exempel sid nedan visar ett annat dimensioneringsalternativ.

7.4.6 ACCELERATIONS- och RETARDATIONSTIDER

ACCELERATIONSTID

Momentet man har till sitt förfogande för att accelerera en last är M_a :

$$M_a = M_{Max} - M \quad [Nm]$$

M_{Max} = Drivsystemets maximala moment.

M = Lastmomentet.

Tiden (T) som det tar för linjär acceleration är:

$$T = k \cdot \frac{J}{M_a}$$

k = Konstant

J = Totala tröghetsmomentet (lasttröghetsmomentet reducerat till motorsida).

Momentet som motorn kan utveckla har visats i tidigare avsnitt. Fig 4.5.6a visar för två olika laster det moment (M_a) som blir kvar för accelerationsarbetet.

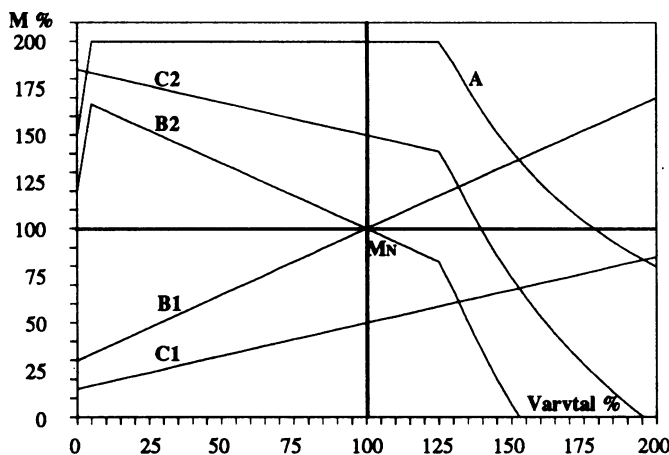


Fig 7.4.6a Accelerationsmoment.

- A) Drivsystemets maximala moment.
- B1) Lastmoment med last B.
- B2) Accelerationsmoment med last B.
- C1) Lastmoment med last C.
- C2) Accelerationsmoment med last C.

Med den större lasten (B1) kommer det tillgängliga accelerationsmomentet (B2) att vara mycket litet vid höga varvtal. Detta gör naturligtvis att man får långa accelerationstider.

I de följande figurerna de kortaste accelerationstiderna som en 4-polig motor klarar av utan att gå i strömgräns. Det lägsta tröghetsmomentet är ungefär lika med motorns tröghetsmoment.

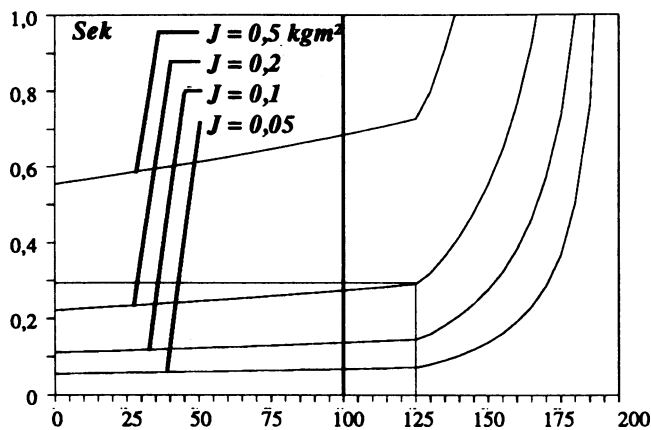


Fig 7.4.6b Accelerationstider med olika tröghetsmoment hos lasten B.

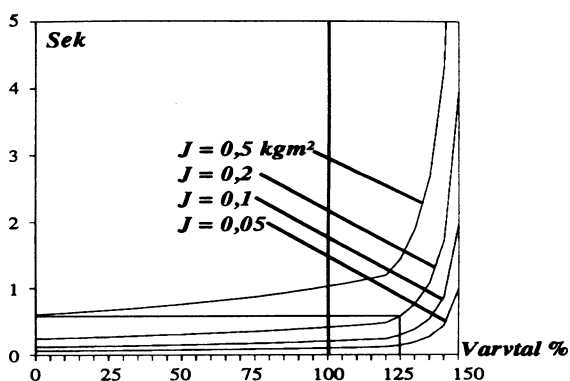


Fig 7.4.6c Accelerationstider med olika tröghetsmoment hos lasten B.

För ett tröghetsmoment $J = 0,02 \text{ kgm}^2$ (ca 4 gånger motorns tröghetsmoment) kan man med SMARTDRIVE omriktare typ VF1404 accelerera motorn upp till 125% av märkvarvtalet på 0,3 sek med den mindre lasten. Den större lasten kräver 0,6 sek accelerationstid.

INBROMSNINGSTID

Lasten kräver ett arbete för att övervinna friktionskraften, även när varvtalet minskar. Tröghetsmomentet försöker emellertid att förhindra hastighetsminskningen.

$$M_r = -M - M_b$$

Retardationsmomentet = summan av motorns bromsmoment och det moment som lasten kräver.

Vid inbromsning verkar momentet i negativ riktning (motsatt momentriktningen vid drivning).

ANMÄRKNING: Man omvandlar elektrisk energi till rörelseenergi under acceleration. Stor massa = stor rörelseenergi. Kort tid = Hög effekt.

Om man ställer in för kort accelerations- eller retardationstid klarar inte drivsystemet att accelerera så snabbt som frekvensen ökar eller minskar och frekvensomriktaren löser ut på grund av överström (detta kan dock förhindras med automatiskt rampstopp).

I figurerna nedan har vi använt samma belastningsmoment och samma motorer.

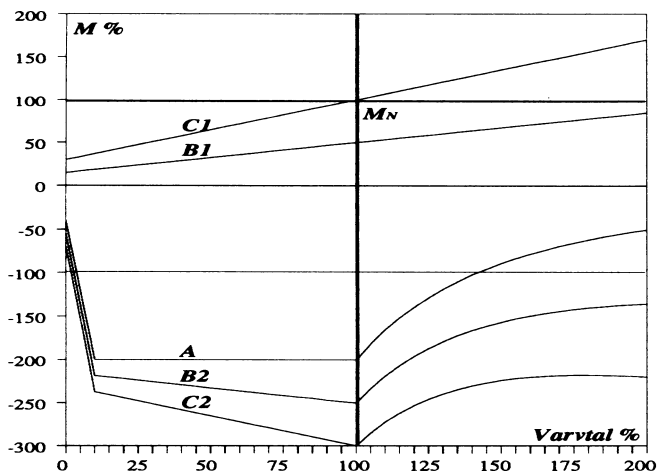


Fig 7.4.6d Moment vid inbromsning.

- A. Det bromsmoment som motorn kan utveckla.
- B1 Lastmoment B.
- B2 Bromsmoment B.
- C1 Lastmoment C.
- C2 Bromsmoment C.

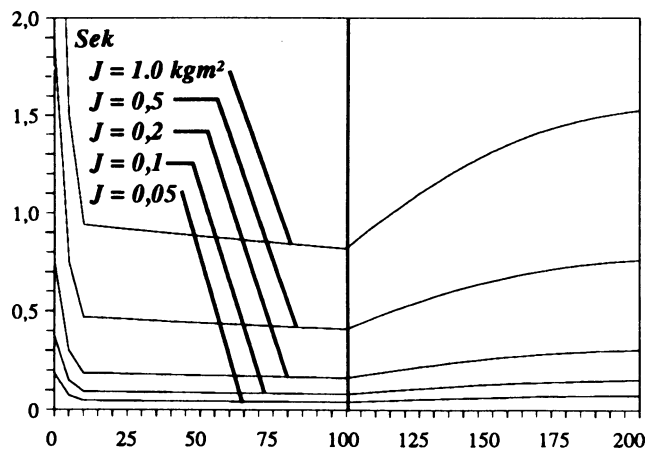


Fig 7.4.6e Retardationstid med last B.

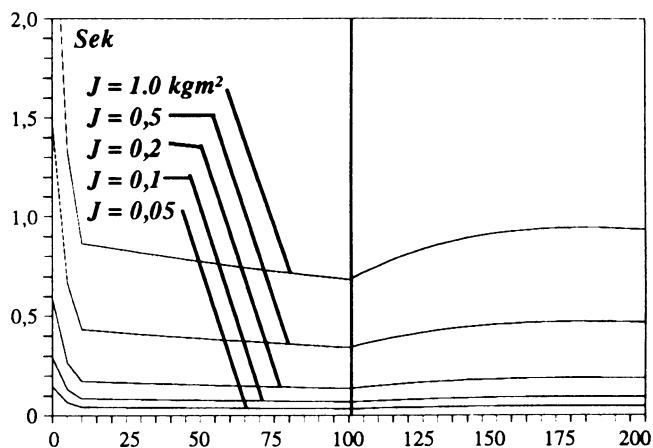


Fig 7.4.6f Inbromsningstid med last C.

En större friktionslast gör inbromsningstiden kortare. Detta gör det svårare att dimensionera i fall där man t ex har en last typ ett verktyg med stor massa som roterar med hög hastighet. Här utförs i allmänhet någon bearbetning under inbromsningen och rörelseenergi får nästan helt tas om hand av drivsystemet.

OPTIMERING

Med strömstyrd acceleration kan man optimera på så sätt att man får snabbast möjliga acceleration utan att motorn löser ut.

7.5 BROMSNING

Snabb inbromsning innebär att man på kort tid måste ta hand om den rörelseenergi som finns lagrad. **En del mekanisk energi kommer att omvandlas till mekaniskt arbete eller friktionsvärme. Resten tas upp av motorn och omvandlas till elektrisk energi** som matas in i frekvensomriktaren. Följden blir att mellanledskondensatorerna laddas upp och omriktaren stängs av på grund av överspänning.

För att bromsa en motor finns bl a följande utvecklade metoder:

1. Användning av elektomagnetisk broms.

Inbromsningssträckan med elektomagnetisk är beroende av:

- Bromsens falltid
- Mekanisk bromstid (temperaturberoend).

Varvtalet minskar under den mekaniska inbromsningstiden. **Hastigheten** är i stort sätt konstant under bromsens falltid. Den kan till och med öka vid sänkning av lasten i en travers, detta gäller emellertid bara om motorförsörjningen stängts av innan bromsen fallit.

Bromssträckan kan beräknas överslagsmässigt enligt följande:

$$s_b = v_{min} * (t_E + 0,5 * t_b)$$

tb kan beräknas om man följer riktlinjerna nedan för hur man lägger ut manöver till elektromagneten:

$$t_b = \frac{(J_{motor} + J_{last}) * n_{min}}{9,55 * M_B}$$

= Manöver av elektromagneten.

Horisontell rörelse $M_{Broms} = M_N$ för motor
(Vertikal rörelse uppåt)

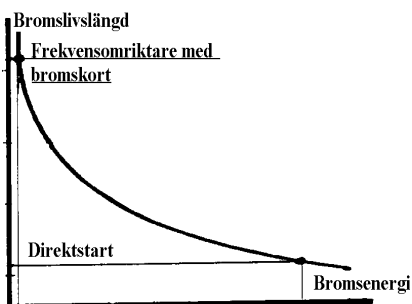
Vertikal rörelse nedåt $M_{Broms} = 2 * M_N$ för motor

Bromsens falltid kan försummas om man vid v_{min} inte stänger av frekvensomriktaren för tidigt.

Bromstillverka brukar ange ±10% tolerans när det gäller bromssträcka. Detta gäller vid inbromsning från max hastighet och under hela broms-livslängden. Med mycket korta inkopplingstider kommer bromssträckan att domineras av den teknik man använder för manövrering.

Bromslivslängd.

Bromslivslängden är starkt beroende av bromsenergi och antalet inbromsningar. Inbromsning med frekvensomriktare och bromschopper (och med användning av den elektromagnetiska bromsen som hållbroms) ökar livslängden avsevärt.



7.5.a Bromslivslängd för mekanisk broms

2. Likströmsbromsning.

Inbromsningen sker med konstant effekt. Momentet varierar med varvtalet (se figur) och man får **stora variationer i bromssträcka** beroende av varvtalet och belastning.

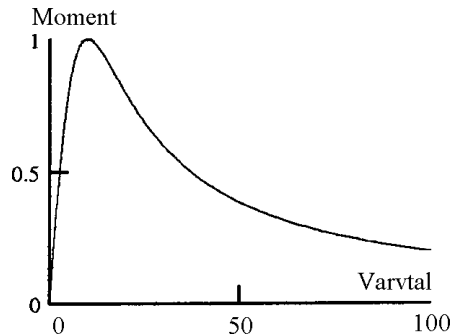


Fig 7.5b Likströmsbromsning

3. Bromschopper.

Elmaskiner kan användas både för drivning och för bromsning.

En del mekanisk energi kommer att omvandlas till mekaniskt arbete eller friktionsvärme. Resten tas upp av motorn och omvandlas till elektrisk energi som matas in i frekvensomriktaren. Den återmatade energin höjer mellanledningsspänningen. Spänningen får endast stiga till en viss gräns = U_{max} , där omriktaren av säkerhetskäl **stänger av p g a överspänning. Detta måste ovillkorligen förhindras i positioneringsdrifter.**

Med bromschopper kommer motorn att bromsas med inställd ramp och **bromssträckan är därmed väl definierad och reproducerbar.** Förutsättningen är dock att man dimensionerat så att man får tillräcklig bromseffekt.

Dimensionering av bromschopper

Rörelseenergi

Den rörelseenergi som finns i det mekaniska systemet beräknar man enligt följande:

$$W = \frac{1}{2} * J * \omega^2 \quad [\text{Joule}], \text{ där}$$

J = Totala tröghetsmomentet (inklusive tröghetsmoment för motor och växel) reducerat till motoraxeln. [kgm/s²]

ω = Motoraxelns vinkelhastighet. [1/s].

Medeleffekt

Medeleffekten under inbromsningen är energin W dividerad med inbromsningstidens längd. Regenererad energi är lika med noll i intervallen mellan bromsningarna.

Om inbromsning sker N gånger per minut, kommer verkliga medeleffekten att bli:

$$P_{med} = W * N / 60$$

P_{med} är den effekt som bromsmotståndet skall klara kontinuerligt.

Maximal effekt:

$$P = \frac{dW}{dt} = J \cdot \omega \cdot \frac{d\omega}{dt}$$

$$P = J \cdot (2\pi)^2 \cdot f \cdot \frac{\Delta f}{\Delta t} \cdot \left(\frac{2}{p}\right)^2$$

P = Bromseffekt (ögonblicksvärde) [W]

f = Frekvens [Hz]

p = Motorns poltal

$\Delta f/\Delta t$ = Retardation [Hz/s]

Man får den effekt (Pmax) för vilken en bromschopper skall vara dimensionerad, om man sätter in den frekvens vid vilken retardationen börjar och den retardation [Hz/s] man behöver för att med det givna tröghetsmomentet stanna efter viss önskad tid.

Resistansvärde:

$$R_B = \frac{(U_{DC})^2}{P_{max}} \quad [\Omega]$$

U_{DC} = Mellanledningsspänning

= 325 VDC med enfasmätning 230VAC

= 560VDC med trefasmätning 400VAC

EXEMPEL:

Vid bromsning av motorer är det alltid den maximalt tillgängliga bromseffekten som bestämmer hur snabbt inbromsning kan ske (inbromsningstiden).

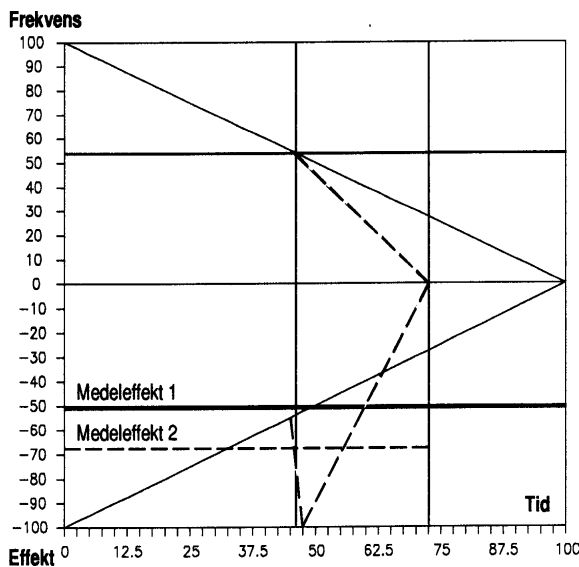


Fig 7.5c Effekt vid linjär respektive optimerad inbromsning.

Konstant rampning: De heldragna linjerna visar bromseffekt (nedre delen av diagrammet) vid linjär frekvensminskning från 100Hz till 0. Bromseffekten stiger direkt till sitt maximala värde (P_{BMax}) och avtar sedan linjärt.

Optimering: De streckade linjerna visar hur man med hjälp av datasatser kan minska inbromsningstiden. Vid 50% (jämförfrekvens för datasatsomkoppling) av maximal frekvens kopplar man till dubbel ramphastighet. Effekten stiger då åter till P_{BMax} och inbromsning sker nu på 75% av den tid man får med konstant rampning.

ENERGIBALANS

Rotation (åkrörelse):

$$(W_R - W_F)/\eta_M > W_{FO}$$

Lyftrörelse:

$$((W_H + W_R) - W_F) \cdot \eta_M > W_{FO}$$

Rotationsenergi:

$$W_R = \frac{J \cdot n^2}{182,4}$$

Lyftenergi: $W_H = m \cdot g \cdot h$

Åkmotståndenergi:

$$W_F = P_F \cdot t_b$$

Förluster omriktare:

$$W_{FO} = P_{eff} \cdot t_b$$

Max bromschopperenergi:

$$W_{BC} = P_{BC} \cdot t_b$$

J [kg.m²]

n [1/min]

M [kg]

g [m/s²]

t_b [s]

P_F [W]

UPPVÄRMNING AV MOTOR

Den rörelseenergi som bromsas ut kommer att förorsaka uppvärmning av bromsmotstånd. Bromseffektens medelvärde kan man beräkna enligt följande:

$$P_R = \frac{N \cdot W_R}{60} \quad [W]$$

N = Antal bromsningar per minut

W_R = Den rörelseenergi som skall bromsas ut

Exempel: Figur 7.5d visar medeleffekten (under bromsförloppet) då en last på 1000kg bromsas från olika hastigheter (20 - 100m/min).

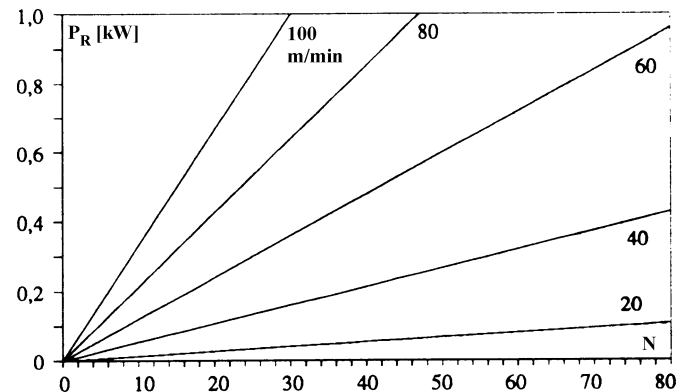


Fig 7.5d Förlusteffekt vid bromsning.

SLUTSATS: Acceleration och bromsning ger liten förlusteffekt i motorn. Lågt medelvärde medger ett stort antal start/stopp per tidsenhet.

1. Med självhämmande snäckväxel behövs ingen bromschopper.
2. Med kuggväxel gäller följande:

Vid bromsarbete regenererad energi skall alltid omvandlas till värme. En del värme tas om hand av motor och växel. Resten måste tas om hand av bromschopper för att brännas bort i motstånd. Som tumregel för dimensionering har man följande:

$$P_{sänk} = m \cdot g \cdot v_{max}$$

$$P_{ch} = P_{sänk} - P_{mN} \cdot (1 - \eta_m) - P_{sänk} \cdot (1 - \eta_v)$$

$P_{sänk}$ = Det (negativa) arbete som krävs vid inbromsningen början.

m = Total massa

v_{max} = Max hastighet

P_{ch} = Bromschoppereffekt

P_{mN} = Motorns märkeffekt

η_m = motorns verkningsgrad

η_v = växelns verkningsgrad

4.6 DIMENSIONERINGSEXEMPEL

7.6.1 DIMENSIONERINGSTEG

Nedanstående allmängiltiga steg för dimensionering av elmotordrifter bör ligga till grund vid flertalet driftfall.

Steg 1

Beräkning av driftvarvtal ur erforderliga hastighetsdata (se Fysikalisk jämförelse för drivteknik).

Att välja maximal frekvens eller varvtal.

Att välja poltal för motorn.

Steg 2

Beräkning av utväxling om detta är nödvändigt (se reduktion med växel).

Steg 3

Beräkning av externt tröghetsmoment (reducerat till motoraxeln).

Steg 4

Beräkning av motoreffekt och val av motor med 10 - 20% reserv.

Steg 5

Beräkning av varvtalsområdet och kontrollera om det räcker med egenkyld motor.

Steg 6

Beräkning av eventuell regenerering av energi samt dimensionering av bromschopper.

7.6.2 Rörelsetyper

LINJÄR RÖRELSE

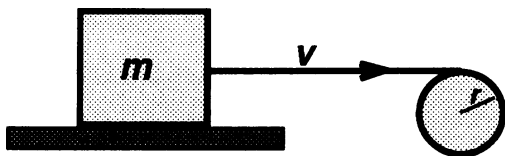


Fig 7.6.2a. Massa som rör sig linjärt.

v = Hastighet [m/s]

r = Radie hos drivhjul [m]

En massa som rör sig linjärt (horisontellt eller vertikalt), ger ett tröghetsmoment:

$$J = m \cdot \left(\frac{h}{2}\right)^2 \quad [\text{kg m}^2]$$

h = Skruvens stigning [m]

ACCELERATIONS- OCH RETARDATIONS MOMENT

Behovet av accelerationsmoment ökar med tröghetsmomentet och med hur snabbt man ändrar hastigheten (acceleration = hastighetens tidsderivata). Med andra ord - hur snabbt man ändrar rörelseenergin.

RÖRELSEENERGI VID LINJÄR RÖRELSE

$$W = m \cdot \frac{v^2}{2}$$

RÖRELSEENERGI VID ROTERANDE RÖRELSE

$$W = J \cdot \frac{\omega^2}{2}$$

ACCELERATIONSMOMENT

$$M_a = m \cdot \frac{dv}{2t} \quad \text{för linjär rörelse}$$

$$M_a = J \cdot \frac{d\omega}{dt} \quad \text{för roterande rörelse}$$

EXEMPEL

Hur stor motor behöver vi för att accelerera 1000 kg upp till hastigheten 1 m/sek?

Fig 7.6.2b visar hur snabbt effektbehovet (motorstorleken) ökar med kortare accelerationstider.

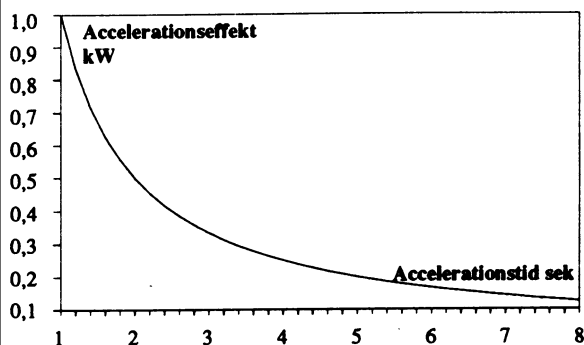
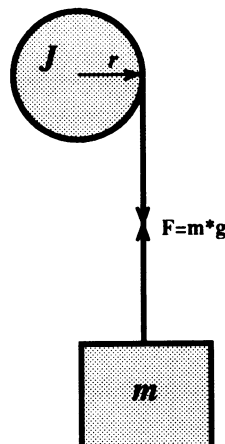
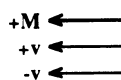


Fig 7.6.2b

LYFTRÖRELSE



$$M = M_g + M_f + M_a$$

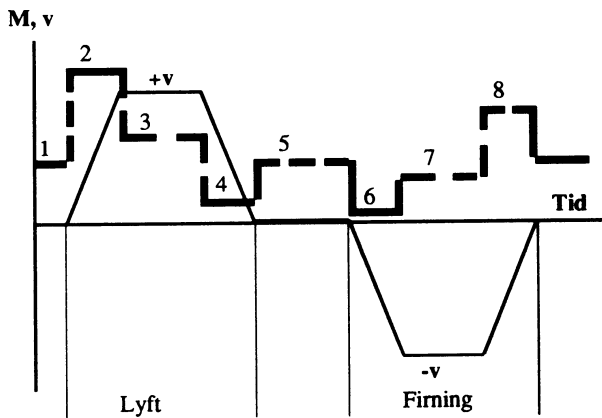
$$M_g = F \cdot r = m \cdot g \cdot r$$

= Det av tyngdkraften förorsakade momentet

M_f = Friktionsmomentet

$$M_a = J \cdot \frac{d\omega}{dt} + m \cdot \frac{dv}{2t}$$

= Accelerationsmomentet



LYFT

Moment och hastighet har samma tecken. Motorn arbetar således i första kvadranten.

- | | |
|--------------------------------|-----------------------|
| 2. Accelerationsfas | $M = M_g + M_f + M_a$ |
| 3. Lyft med konstant hastighet | $M = M_g + M_f$ |
| 4. Retardationsfas | $M = M_g + M_f - M_a$ |

FIRMING

Momentet har positivt tecken medan hastigheten har negativt tecken. Effekten är negativ (regenerativ). Motorn arbetar således i andra kvadranten.

- | | |
|--------------------------------|-----------------------|
| 6. Accelerationsfas | $M = M_g - M_f - M_a$ |
| 3. Lyft med konstant hastighet | $M = M_g - M_f$ |
| 4. Retardationsfas | $M = M_g - M_f + M_a$ |

STILLESTÅND

Under stillestånd (1 och 5) är momentet $M = M_g$. Detta moment tas normalt upp av en mekanisk hållbroms.

STYRNING MED FREKVENSSOMRIKTARE

Man konstaterar att moment och hastighet har olika tecken under lastens firming. Detta innebär att effekten har negativt tecken vilket gör att man på något sätt måste ta hand om denna energi. Det finns några olika möjligheter att göra detta:

1. Med hjälp av bromschopper.
2. Med självhämmande växel.
3. Med mekanisk broms.

Metoderna 1 och 2 är de ända som kan användas i tillämpningar där man positionerar med krav på noggrant stopp.

TRAVERSER

Åkrörelsens effektåtgång brukar anges med formeln:

$$P_L = \frac{m \cdot \mu \cdot v \cdot g}{1000 \cdot \eta \cdot 60} \quad [\text{kW}]$$

- | | | |
|-----|------------------------|---------|
| m | = egenvikt + last | [kg] |
| v | = åkgastighet | [m/min] |
| h | = växels verkningsgrad | |
| m | = åkmotstånd | |
| g | = 9,81 | |

Åkmotståndet är en funktion av hjuldiametern. Vid beräkning brukar man använda följande:

Hjuldiameter	$D =$	250mm	$h =$	0,007
		300mm		0,006
		500mm		0,0055
	$D >$	500mm		0,005

Den energi som åtgår för att vid acceleration öka rörelsen

Energien hos travers + last är:

$$W = m \cdot \frac{v^2}{2} \quad [\text{Joule}]$$

Den effekt som behövs för att ändra rörelseenergin är:

$$P_a = \frac{dW}{dt} = m \cdot v \cdot \frac{dv}{dt} = m \cdot 3600 \cdot t_a \quad [\text{W}]$$

Vid retardation gäller samma relationer men med negativt tecken.

$$P = P_L + P_a$$

DIMENSIONERING AV MOTOR

Motorns dimensionering är bestämd av summan av lasteffekt P_L och accelerationseffekt P_a .

EFFEKT/MOMENTFÖRHÅLLANDE

$$P = \omega \cdot M = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \cdot M$$

Effekten är som synes direkt proportionell mot varvtalet (hastigheten). Momentet är därför konstant inom hela varvtalsområdet.

EXEMPEL

En travers med egenvikten 30 ton skall accelereras till 40 m/min på 4 sek.

- | | |
|--------|------------|
| t_a | = 4 sek |
| D | = 300 mm |
| η | = 0,90 |
| μ | = 0,06 |
| v | = 40 m/min |

$$P_L = \frac{80000 \cdot 0,06 \cdot 40 \cdot 9,81}{1000 \cdot 0,90 \cdot 60} = 3,6 \quad [\text{kW}]$$

$$P_a = \frac{80000 \cdot 40^2}{3600 \cdot 4} = 8,8 \quad [\text{kW}]$$

Ur fig kan vi också utläsa den effekt som krävs för att övervinna åkmotståndet och uppgiften om accelerationseffekten kan utläsas ur fig. Vi får då:

$$P = P_L + P_a = 3,6 + 8,8 = 12,4 \quad \text{kW}$$

Med 2 st motorer ger detta 6,2 kW per motor.

Vi kommer att behöva motoreffekten 2*3,65 kW om vi under accelerationen utnyttjar 170% av motorernas märkeffekt.

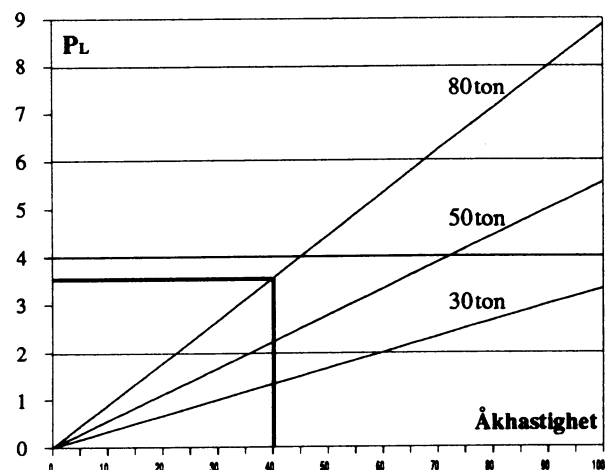


Fig 7.6.2d Åkmotståndseffekt.

BEFINTLIG MOTOR

Accelerationstiden för en travers med befintlig motor är viktigt att veta.

Om vi i vårt exempel utgår ifrån att motorerna är på 2,2kW vardera, då kan vi räkna med en sammanlagd tillgänglig motoreffekt:

$$P = 1,7 \cdot 2 \cdot 2,2 = 7,5 \text{ kW}$$

Pa får då vara högst = 7,5 - 3,6 = 3,9kW

Ur figuren kan vi läsa av en accelerationstid = 9,1 sek.

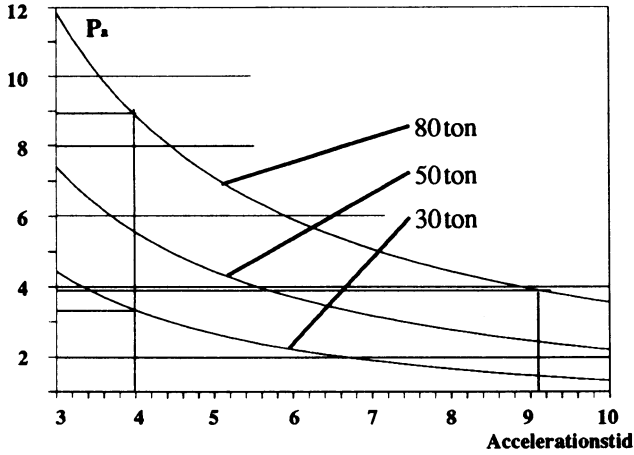


Fig 7.6.2e Effektbehov som funktion av accelerationstid.

Med linjärt ökande hastighet (konstant acceleration) får man:

$$s = \frac{v \cdot t}{2 \cdot 60} \quad [\text{m}]$$

Accelerationstid 4 sek till 40 m/min ger: $s = 1,33\text{m}$

Accelerationstid 8,5 sek till 40 m/min ger: $s = 2,83\text{m}$

STÖMSTYRD ACCELERATION

9,1 sekunder gäller för den maximala lasten.

Med användning av strömstyrd acceleration (och retardation) kommer accelerationstiden automatisk att anpassas så att man med lättare laster eller tom krok får betydligt kortare accelerations- tider och sträckor.

7.6.3 BERÄKNINGSEXEMPEL

Roterand rörelse:

Energi: $W_R = J \cdot \frac{\omega^2}{2} = J \cdot 79 \cdot \left(\frac{f}{p}\right)^2$

Effekt: $P_R = J \cdot \omega \cdot \frac{d\omega}{dt} = J \cdot \frac{12,6 \cdot f^2}{p} \cdot \frac{df}{dt}$

Moment: $M_R = \frac{P_R}{\omega} = J \cdot \frac{d\omega}{dt} = J \cdot \frac{6,28 \cdot f}{p} \cdot \frac{df}{dt}$

SKRUV

$$P_n = F \cdot v \quad P_n = 3,7 \text{ [kW]}$$

$$v = h \cdot n \quad h = 10 \text{ [mm]} \quad n = 1460 \text{ RPM}$$

$$F = \frac{P_n \cdot 60}{n \cdot h}$$

$$F = \frac{3700 \cdot 60}{1460 \cdot 0,010}$$

$$F = 15205 \text{ [N]}$$

HANTERINGSAUTOMAT

Några grundregler för hur man hanterar takt- och positioneringsutrustningar kommer att göras med hjälp av ett exempel. För att kunna redovisa alla beräkningskriterier har vi valt en hanteringsautomat som plockar ut delar ur en formsprutmaskin med 2000kN presskraft.

Hanteringsautomaten har tre axlar (riktningar).

- X och Y för åkrörelse, horisontellt
- Z för lyftörelse, vertikalt

I det följande redovisar vi dimensionering och installation.

Huvudaxeln är en stålkonstruktion. Linjärrörelsen består av en kullagrad vagn som löper på en härdad skena.

Under sprutoperationen åker vagnen till vänteläge så nära formen som möjligt. Griparmen dyker in mycket snabbt och suger tag i delen så snart gjutformen öppnats. Stängningsmanöver ges redan under tiden som lyftet pågår. Den uttagna delen läggs nu på ett transportband för bearbetning. Slutligen åker man tillbaka till vänteläge.

Krav

Följande villkor gäller för dimensionering av drivutrustning för Y- och Z-rörelse:

Åkportalens vikt	50	kg
Griparmens vikt	1,5	kg
Detaljvikt	1	kg
Diameter för drivhjul, Y-axel	50	mm
Diameter för drivhjul, Z-axel	50	mm
Friktiona	0,01	
Verkningsgrad	0,88	
Noggrannhetskrav för positionering	±0,2	mm

VERKTYGSMASKIN

Viss bearbetning i en verktygsmaskin sker inom varvtalsområdet 0 - 150 varv/min och för dett krävs ett moment $M = 40\text{Nm}$. Inom varvtalsområdet 150 - 300 varv/min har man momentbehovet $M = 15\text{Nm}$.

Vilket frekvensområde skall man välja för att få optimal drift?

a) Effektbehov:

$$P = 2 \cdot \pi \cdot \frac{n}{60} \cdot M = 0,105 \cdot M \cdot n$$

a₁) $P = 0,105 \cdot 150 \cdot 40 = 630 \text{ [W]}$

a₂) $P = 0,105 \cdot 300 \cdot 15 = 473 \text{ [W]}$

b) Motor:

Vi väljer en 4-polig 750W motor som har märkvarvtal $n_N = 1430$ varv/min och märkmoment $M_N = 5,2\text{Nm}$.

c) Utväxling:

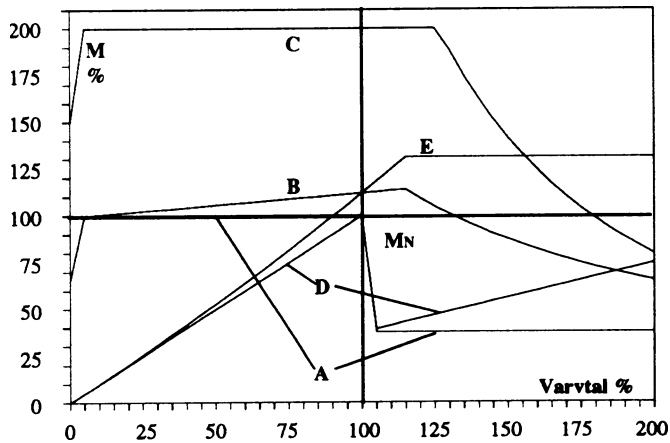
Vi kan räkna med att bearbetningen kräver ganska stort kontinuerligt moment ner till 8-10 varv/min.

Den automatiska lastregleringen verkar fullt ut från ca 5Hz men den är nödvändig för att minimera motorförlusterna vid lågt varv och ha konstant varvtal. Vi bör således välja utväxling så att vi helst inte kör under 5Hz.

Synkrona varvtalet vid 5Hz är 150 varv/min för en 4-polig motor och detta skall då motsvara 8 varv ut från växeln.

$$\text{Utväxling } i = 150/8 = 18,75$$

Vi väljer en växel med $i = 20$.



Max motorvarvtal = $20 \cdot 300 = 3\,000$ varv/minut.
 Maxfrekvens = 100Hz
 Frekvens inom arbetsområdet = 0...50Hz
 Moment:
 Tillgängligt arbetsmoment i området 0...150 varv/min
 $= M_N \cdot i = 5,2 \cdot 20 = 104 \text{ Nm}$

Fältförsvagningen vid 100Hz gör att det tillgängliga kontinuerliga motormomentet halverats. Tillgängligt arbetsmoment i området 150...300 varv/min blir därför fallande från $M = M_N \cdot i = 5,2 \cdot 20 = 104 \text{ Nm}$
 Till $M = M_N / 2 \cdot i = 2,6 \cdot 20 = 52 \text{ Nm}$

Motorförluster vid lågt varvtal:

Momentetbehovet vid lägsta varvtalet kommer endast att vara ca 40% av motorns märkmoment. Automatiska lastregleringen gör då att motorströmmen (inklusive magnetiseringsström) kommer att vara ca hälften av motorns märkström. Vi har då:

Motorförluster enligt märkdata (verkningsgrad $\eta = 0,75$)

$$P_{IN} = 750(1/\eta - 1) = 250 \text{ [W]}$$

Vi förutsätter att dessa är fördelade lika i stator och rotor.

Statorförluster:

$$P_{IS} = (0,5)^2 \cdot 125 = 31 \text{ [W]}$$

Rotorförluster:

$$P_{IR} = 0,5 \cdot 125 = 63 \text{ [W]}$$

Totala förluster vid ca 5Hz:

$$P_{ITot} = 31 + 63 = 94 \text{ [W]}$$

En självkyld motor (utan påbyggd fläkt) av denna storleksordning klarar upp till 50% av P_{IN} .

Fig Moment och effekt.

- Belastningens momentbehov.
- Tillgängligt kontinuerligt moment.
- Tillgängligt moment för acceleration.
- Max tillgänglig motoreffekt.

SLUTSATS:

Max kontinuerligt effektbehov (=630W) är dimensionerande vid val av motorstorlek.

Låga motorförluster vid lågt varvtal är dimensionerande vid val av utväxling.

Motor klarar kontinuerlig drift inom hela varvtalsområdet - utan extra kylfläkt!

Beräkning:

Beräkning har gjorts i SIGBI:s egenutvecklade beräkningsprogram med MathCad som grundprogram.

Först måste man välja utväxling, max frekvens och accelerations- och retardationstid för att klara den maximala tiden för förflyttning. Efter insättning i beräkningsprogrammet erhöles följande resultat (beräknade värden med kursivstil):

Storhet	Beräkning	Enhet
Motorns potal	4	
Max frekvens	60	[Hz]
Utväxling	14	
Acceleration	200	[Hz/s]
Accelerationstid	0,3	[s]
Retardation	200	[Hz/s]
Retardationstid	0,3	[s]
Max hastighet	1,616	[m/s]

Resultat:

Tid för förflyttning *0,919* [s]

Beräkningsprogrammet ger automatiskt lastens tröghetsmoment (reducerat till motorsidan) = 0,007 [kgm/s²]

Steg 1 - Val av motorstorlek:

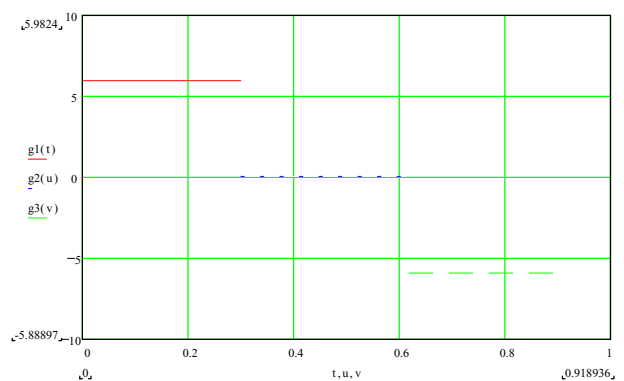


Fig 7.6.3b Axelmoment (motor)

Storhet	Beräkning	Enhet
Accelerationsmoment	5,98	[Nm]
Åkmoment	0,05	[Nm]
Accelerationsmoment	-5,89	[Nm]
Motorval	0,75	[kW]

En 750 W motor klarar minst 11Nm intermittent (5,5Nm kontinuerligt).

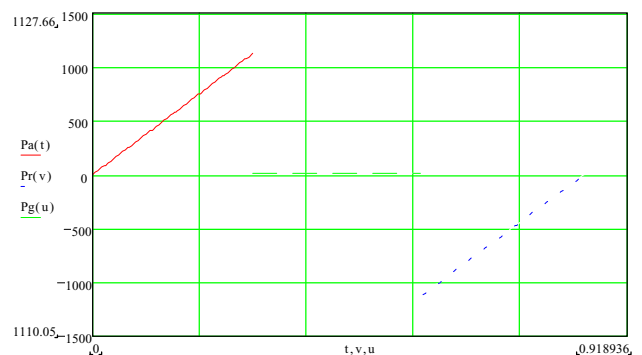


Fig 7.6.3c Effektbehov

Storhet	Beräkning	Enhet
Effekt vid märkvarvtal	877	[W]
Max accelerationseffekt	1 128	[W]
Åkeffekt	9	[W]
Max retardationseffekt	-1 106	[W]
Medeleffekt	368	[W]

Noggrannhet

Frekvensomriktare har en tid för avläsning av ingångarna. Detta betyder att inläsning av stoppsignal kan ske när som helst mellan Fall 1 (inläsning direkt) och Fall 2 (inläsning vid inläsningstidens slut) enligt figuren nedan. Detta föranleder ett positioneringsfel som är direkt proportionellt mot produkten av hastighet och cykeltid.

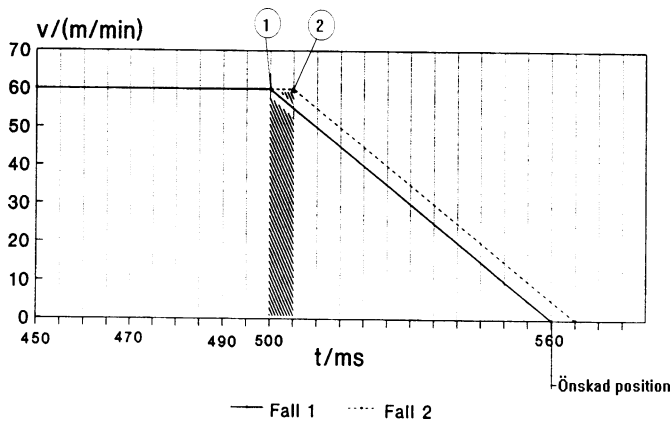


Fig 7.6.3e Positioneringsfel på grund av inläsningstid.

Med SMARTDRIVE frekvensomriktare har man max inläsningstid = 6ms. Enligt beräkningen är max hastighet = 1,616 m/s vid 60 Hz. Onoggrannheten i sträcka (avståndet mellan Fall 1 och Fall 2) blir då:

$$\Delta s = 1,616 \cdot 0,006 = 0,0097\text{m} = 9,7\text{mm}$$

Förbättring av noggrannhet

Noggrannheten kan förbättras avsevärt genom att låta gränsläget G1B (läge c i fig 1) styra ner till kryphastighet och sedan gå på denna (minst 13mm i vårt exempel) tills man träffar GB2 i läge e.

Med kryphastighet vid 3Hz = $3/60 \cdot 1,616 = 0,081$ m/s,

Kommer krypsträckan att vara avverkad på 0,12sek.

Slutlig noggrannhet:

Stopp vid gränsläge GB2 (läge e) kan ske med maximal ramp 1000Hz/s (stoptid 3ms).

Onoggrannhet:

$$D_s = 0,081 \cdot 0,006 = 0,49 \text{ mm} = \pm 0,25\text{mm}$$

är bättre än önskade $\pm 0,5\text{mm}$

Sammanlag tid :

= tiden ner till kryphastighet + tid på krypsträckan

$$= 0,92 + 0,12 = 1,04\text{s, alltså inom maximaltiden.}$$

Anmärkning: För distinkt stopp (utan att motorn rullar ut vid nollläget), måste flödesvektorn stoppas och kontrolleras i det läge där frekvensen når noll! Avstängningsfördröjningen (parameter 38) och DC-hållmoment (parameter 39) måste ställas in på lämpliga värden.

Bättre noggrannhet

I specialprogram med konstant reaktionstid kan noggrannheten förbättras avsevärt.

I detta specialprogram är reaktionstiden konstant = 6 ms och avvikelser (avståndet Fall 1 till Fall 2) är $\pm 0,3\text{ms}$. Onoggrannheten i sträcka (avståndet mellan Fall 1 och Fall 2) blir då:

$$\Delta s = \pm 1,616 \cdot 0,0003 = \pm 0,00048\text{m} = \pm 0,48\text{mm}$$

Härmed kan krypsträckan elimineras.

Förutsättningar för dimensionering

a) Vertikal rörelse, massa.	55	[kg]
b) Max förflyttning, snabbmatning	1,214	[m]
c) Snabbmatningshast min	12	[m/s]
d) Arbetsmatning	0,05 - 1,0	[m]
e) Arbetsmatning	2 - 10	[m/s]
f) Taktfrekvens	30	[ggr/min]
g) Noggrannhetskrav	± 1	[mm]

Givare

Skala med 1puls/20 μm = 50 pulser/mm

2-kanal fyrkantpuls

Teoretisk noggrannhet

4-faldig utvärdering av givarpulser ger 200 increment/mm = 0,005 mm/increment

Praktisk noggrannhet:

7,5mm per motorvarv ger $\pm 7,5/360 = \pm 0,021\text{mm}$

Beräkning snabbmatning

Max hastighet v_{max}	19	[m/min]
Max motorvarvtal (80 Hz)	2 400	[RPM]
Acceleration	300	[Hz/s]
Accelerationstid	0,27	[s]
Retardation	300	[Hz/s]
Retardationstid	0,27	[s]
Max accelerationsmoment	1.5	[Nm]
Åkmoment (uppåt)	0,76	[Nm]
Retardationsmoment	?	[Nm]
Medeleffekt högst	100	[W]
Åktid (1,214 m)	4.1	[s]

Beräkning arbetsmatning (exempel)

Max hastighet v	8	[m/min]
Motorvarvtal (33,5 Hz)	1 000	[rpm]
Acceleration	300	[Hz/s]
Accelerationstid	0,11	[s]
Retardation	300	[Hz/s]
Retardationstid	0,11	[s]
Max accelerationsmoment	1.5	[Nm]
Åkmoment (uppåt)	0,76	[Nm]
Retardationsmoment	?	[Nm]
Medeleffekt högst	100	[W]
Åktid (0,1 m)	0,86	[s]

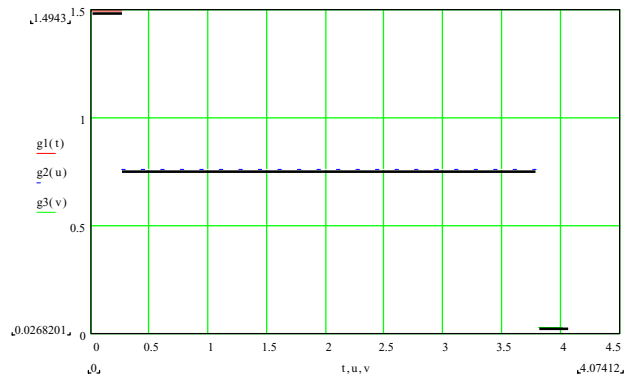
Positionering Motor

Storhet	Data	Enhet
Motorns poltal	4	
Bonfiglioli TYP (fläns)	BN 71B4	
Motoreffekt	375	[W]
Märkvarvtal N_n	1 370	[RPM]
Märkmoment M_n	2,6	[Nm]
Tröghetsmoment J	0,00069	[kgm ²]
Budgetpris	567:-	[kr]

Mekanik

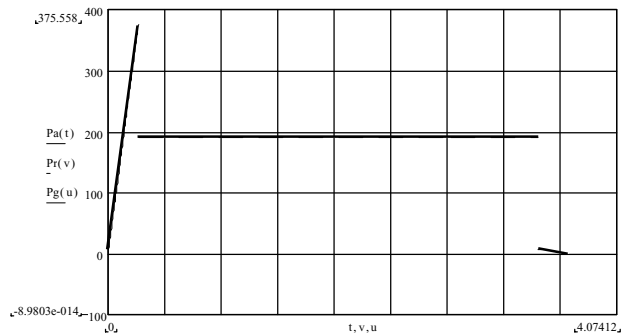
Skruv - Stigning h	5	[mm]
Utväxling	1:1	

Axelmoment

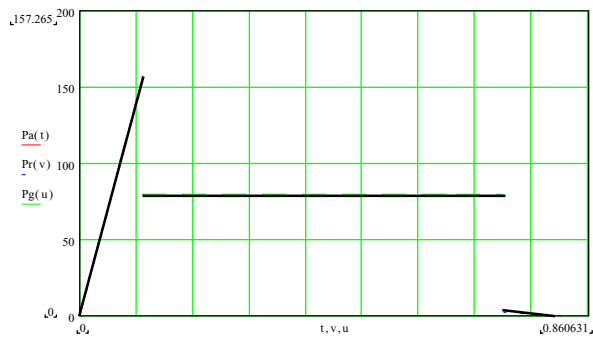


Friktionskraften är okänd men i värsta fallet (folkrörelse vid snabbmatning) ligger beräknat moment endast på ca 25% av vad valda drivenheter kan prestera.

Effekt vid snabbmatning 19 m/min



Effekt vid arbetsmatning 8 m/min



Den Beräknade medeleffekten är max 200W vilket är ca 53% av motorns märklast. Marginalerna är tillräckliga för oavbruten taktning eller drift vid lågt varvtal.

SIGBI System AB

HANDBOK Kapitel 8

BUSSYSTEM OCH ANVÄNDARMODULER



Bus-system

LUST frekvensomriktare och servo kan anslutas till följande Bus-system:

LUST-Bus

CAN-bus

Profibus-DP

InterBus-S

SIGBI System AB

<http://www.sigbi.se>

med länkar till LUST, SULZER, SIGMATEK och MTE

Wärdshusvägen 20

263 93 HÖGANÄS

Tel: 042-65 400 * Fax: 042-65 470

E-mail: info@sigbi.se

Innehåll

8.1 FUNKTIONSPRINCIP	9-1
8.1.1 Användarmodul	9-1
8.2 CAN-BUS	9-2
8.2.1 Sammankoppling av omriktare på CAN-bus	9-2
8.2.2 Kommunikation via CANLust	9-3
8.2.3 Kommunikation via CANopen	9-4
8.3 PROFIBUS-DP	9-5
8.3.1 Bustopologi	9-5
8.3.2 Sammankoppling av LUST-drivenheter med PROFIBUS- DP-Gateway	9-5
8.3.3 Anslutning via PROFIBUS-DP-Modul	9-6
8.3.4 Kommunikation via PROFIBUS-DP	9-7

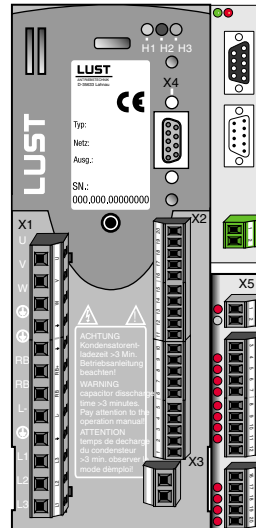
8.1 FUNKTIONSPRINCIP

Kommunikations- och användarmoduler utökar funktionaliteten för drivsystemet. På basmodulen finns två insticksplatser där man kan ansluta expansionsmoduler.

Egenskaper:

- ◆ Modulerna kan användas till alla omriktarstorlekar.
- ◆ Enkelt att komplettera i efterhand.
- ◆ Montering på apparatsidan ppå alla storlekar upp till 15 kW och på fronten på omriktare från 22 kW.
- ◆ Apparaten blir ca 25 mm bredare vid montering på sidan.

Fig. Omriktare med en modul för plintexpansion och en kommunikationsmodul



Kommunikationsmodul

- Ex. CAN_{Lust}
AN_{open}
PROFIBUS-DP

Styrplintexpansion

- Ex. Ytterligare 8 Ingångar och 4 utgångar.

8.1.1 Användarmodul

Med användarmodulen UM-8I40 expanderar man in- och utgångarna hos omriktaren med 8 ingångar och 4 utgångar. In- och utgångarna motsvarar funktionaliteten hos omriktarens IN/UT.

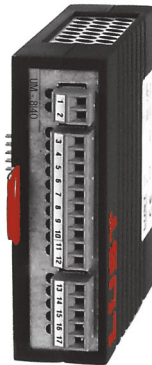


Fig. Användarmodul UM 8I40

Tekniska data		UM-8I40	
Matningsspänning	24 VDC ±20 %		
Strömförbrukning	0,6 A		
Åtta ingångar	Inspänning för signal "0"	„0“ från 0 till 5 V	
	Inspänning för signal "1"	>15 V	
	Inström för signal "1"	3,5 mA till 7,0 mA (6 mA till 24 VDC)	
Fyra utgångar	Tillåtet område vid signal "1"	min. 5 mA max. 0,5 A	
		Medel	125 mA
	Totalt	0,5 A	
	Kortslutningsström per utgång	max. 1,2 A kort tid	
Mått (B x H x T)	28 x 90 x 90 [mm]		

8.2 CAN-BUS

CAN-BUS är enfältbus med stor spridning inom automatiseringstekniken. Dess dataöverföring standardiserades i ISO 11898. De flesta CAN-nätverken arbetar emellertid med användarspecifik uppläggning för kommunikation och tolkning av användardata.

Öppenheten uppnås med användning av CANopen-apparatöprofil. Denna profil definierar sättet för kommunikation (CiA/DS30x) och tolkning av användardata (CiA/DS40x).

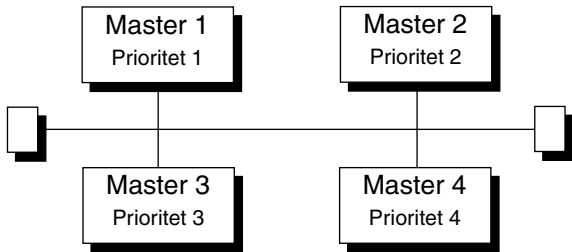


Fig. Topologi för CAN

Ett CAN nätverk är ett multimaster nätverk - varmed menas att varje station kan självständigt sända meddelanden på bussen och dessa kan

i sin tur mottagas av godtyckliga stationer på bussen.

Normalt sker emellertid överföringar mellan två stationer.

Grundregeln är: Vilken som helst kan utvärdera information ur en identifier. Men endast en station per identifier kan ha transmissionsrätt.

Varje transmissiln har är tilldelad prioritet genom val av identifier för transmissionen. Prioriteten är antiproportionell till identifiernumret - d. v. s. att ökande signifikans hos identifieren resulterar i fallande prioritet hos transmissionen. Övervakning av prioriteten och tilldelning av rätt till tillgång på bussen styrs av hårdvara i CAN-controllern.

Egenskaper hos CAN	
Topologi	Linje
Dataöverföring	ISO 11898
Överföringshastighet	25 kBit/s till 500 kBit/s
Överföringssträcka	1000 m till 40 m
Datasäkerhet	Hd 6
Antaldeltagare	30
Antal databytes	0 bis 8
Bus Access	Master/Master

8.2.1 Sammankoppling av omriktare på CAN-bus

Fig. Kommunikationsmodul CM-CAN1 respektive CM-CAN2



Dekniska data CM-CAN2

CM-CAN 1	
Omgivningstemperatur	-10°C till 60°C
Spänningsförsörjning	24 ± 20% Strömförbrukning < 100 mA
Kapslingsgrad	Ip 20
Normer	VBG 4
Adressgång	Kodning via Bus-kontakt, adressswitch eller parameter i enheten.

Spänningsförsörjning, CAN-BUS

Spänning	24 V +20%
Spänningsrippel	3 V _{ss}
Stöm	100 mA per station

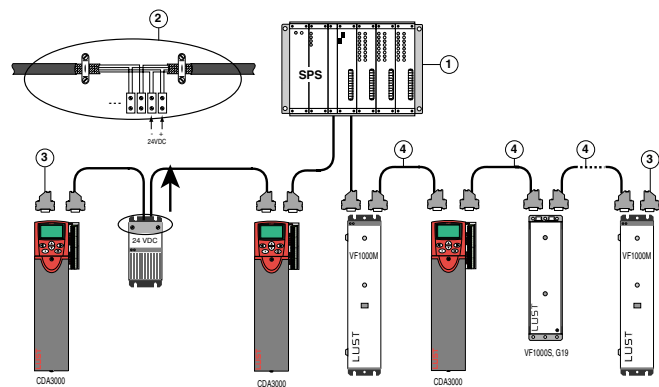


Fig. Sammankoppling av Lust drivenheter på CAN-bus.

- 1 Styring
- 2 Anslutning av 24 V Försörjningsspänning
- 3 Busavslutningskontakt med motstånd 120 Ω
- 4 Lust-systembus-kabel Typ I eller egenkonfektionerad kabel.

Kabeltyp för egenkonfektionering

Man kan själv tillverka kablar (1:1 anslutning) om den medlevererade kabeln inte är tillräckligt lång. Detta är relaterat till LS-BUS kabel Typ I.

Kabeltyp	Skärmad med minst 9 ledare
Ledare	Parvis tvinnade, 0,25 mm ²
Surge impedans	120 Ω
Längd	Godtycklig, total längd får ej vara mer än 80 m.

Skärmning

Lustenheter ansluts via 9-polig kontakt.

När man ansluter med D-SUB kontakter, då måste man se till att skärmen är ansluten till kontakthuset (2). Av denna anledning måste kontaktens skruvar (1) alltid dras åt.

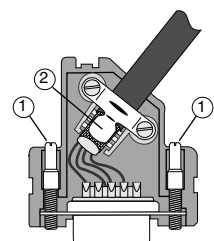


Fig. Öppen kontakt med dragavlastning och kabelskärm.

8.2.2 Kommunikation via CAN^{Lust}

Två modes finns till förfogande för styrning av drivenheter via CAN:

1. Styrning av drivenheter via den i DRIVECOM-Profil Nr. 22 från januari 1994 för Interbus definierade maskinstatus.
2. Direkt val av följande funktioner hos drivenheten via styrord:
 - ◆ Överföring av bör- och ärvärden.
 - ◆ Start och stopp av drivenheten.
 - ◆ Val av fasta frekvenser och ramper.
 - ◆ Återställning av fel.
 - ◆ Omkoppling mellan användardatasatser.
 - ◆ Karakteristikaomkoppling.
 - ◆ Sättning av enhetens digitala utgångar.
 - ◆ Överföring av olika status för drivenheten.
 - ◆ Överföring av status för enhetens digitala ingångar.

DRIVECOM Maskinstatus (mode 1)

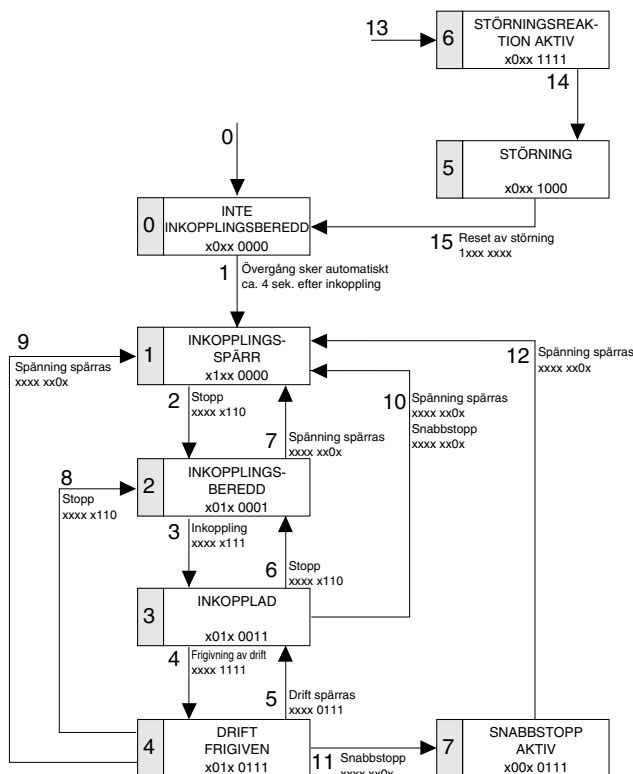


Fig. DRIVECOM maskinstatus.

DRIVECOM Styrord

Det 16 Bits styrordet är ett resultat av logisk länkning av styrkommandon som påverkar maskinstatus. Följande bits hos DRIVECOM statusord understöds:

Bit Funktion

- | | |
|---------|--|
| 0 | Aktivera |
| 1 | Spärra drivningen |
| 2 | Snabbstopp |
| 3 | Frige drivningen |
| 4, 5, 6 | Driftsättavhängigt, Mer detaljerad definition:
DRIVECOM-Profil Nr. 22 från januari 1994 |

Bit Funktion

- | | |
|----|-----------|
| 7 | Reset fel |
| 8 | Reserv |
| 9 | Reserv |
| 10 | Reserv |
| 11 | frei |
| 12 | frei |
| 13 | frei |
| 14 | frei |
| 15 | frei |

DRIVECOM Statusord

I statusord visas enhetens aktuella status och ytterligare meddelanden. Följande bits av DRIVECOM-statusord understöds:

Bit Funktion

- | | |
|---|-------------------|
| 0 | Startklar |
| 1 | On |
| 2 | Styrning fribiven |
| 3 | Felmeddelande |
| 4 | Enheten spärrad |
| 5 | Snabbstopp |
| 6 | Startspärr |

Bit Funktion

- | | |
|--------|--|
| 7 | Varning |
| 8 | Ingen funktion |
| 9 | Remote |
| 10 | Uppnått börvärde |
| 11 | Gränsvärde |
| 12, 13 | Driftsättavhängigt, Mer detaljerad definition:
DRIVECOM-Profil Nr. 22 från januari 1994 |
| 14 | Fri |
| 15 | Fri |

Direkt funktionsval (Mode 2)

CANLust Styrord

En omriktarfunktion väljs direkt med sättning av relevant bit.

Bit Funktion

- | | |
|----|-----------------------------|
| 0 | Frigivning av styrningen |
| 1 | Invertera börvärde |
| 2 | Bromsa |
| 3 | Sätt enheten i feltillstånd |
| 4 | Val av tabellbörvärde |
| 5 | Val av tabellbörvärde |
| 6 | Val av tabellbörvärde |
| 7 | Reset fel |
| 8 | Val av datasats |
| 9 | Val av användarmode |
| 10 | Val av användarmode |
| 11 | Börvärdetillstånd OSD 00 |
| 12 | Börvärdetillstånd OSD 01 |
| 13 | Börvärdetillstånd OSD 02 |
| 14 | Reserv |
| 15 | Reserv |

CANLust Statusord

Följande apparatstatus signaleras med statusord:

Bit Funktion

- | | |
|----|--|
| 0 | Apparaten befinner sig i feltillstånd |
| 1 | En eller flera varningsnivåer har överskridits |
| 2 | Uppnått börvärde |
| 3 | Börvärdebegränsningen aktiv |
| 4 | Effektsteget aktivt |
| 5 | Varvtal 0Hz |
| 6 | Högervarv |
| 7 | Vänstervarv |
| 8 | Tillstånd ingång ENPO |
| 9 | Reserv |
| 10 | Reserv |
| 11 | Reserv |
| 12 | Ärvärdetillstånd ISD 00 |
| 13 | Ärvärdetillstånd ISD 01 |
| 14 | Ärvärdetillstånd ISD 02 |
| 15 | Ärvärdetillstånd ISD 03 |

8.2.3 Kommunikation via CANopen

Ännu ej klart

Översikt:

Styrning av CDA3000 via CANopen.

Bör- och ärvärdeöverföring.

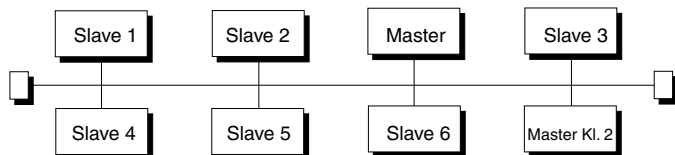
Maskintillstånd enligt CiA DS-402.

8.3 PROFIBUS-DP

PROFIBUS är en tillverkarberoende, standardiserad fältbus, vars öppenhet är garanterad genom den internationella normen EN 50170.

PROFIBUS omfattas av tre varianter, PROFIBUS-DP, PROFIBUS-FMS och PROFIBUS-PA, varvid PROFIBUS-DP-utförandet är utrustadt med hög dataöverföringshastighet och kort reaktionstid, vilket krävs inom drivtekniken.

8.3.1 Bustopologi



Topologi för PROFIBUS -DP

Apparattyp	Funktion
DP-Master Klass 1	Centralstyrning
DP-Master Klass 2	Programmer-, projekterings- eller operatörsenhet
Slave	Periferiapparat (In/Ut, drivenhet, ventil)

Egenskaper hos PROFIBUS

PROFIBUS-DP	
Topologi	Linje
Dataöverföring	RS 485
Bus access	Master / Slave - access
Överföringshastighet	9,6 kBit/s till 12 MBit/s
Överföringssträcka	1200 m till 100 m
Datasäkerhet	Hd 4
Antal deltagare	Max. 127 (32 per segment)
Antal databytes	1 till 246 Byte

Det finns två möjligheter att ansluta LUST drivenheter till PROFIBUS-DP

- PROFIBUS-DP Gateway CP-DP 1
 - Kostnadsoptimerad PROFIBUS-anslutning för sammankoppling av flera (upp till 10) styrningar på PROFIBUS-DP.
 - Styrningar från produktfamiljerna CDA3000, MC7000 och CDA3000 kan köras tillsammans på en PROFIBUS-DP-Gateway.
 - För anslutning till PROFIBUS-DP-Gateway, måste styrningarna vara utrustade med CAN_{Lust} interface.
- PROFIBUS-DP-Modul
 - PROFIBUS-DP-expansionsmodul för CDA3000
 - Optimerad för anslutning av en CDA3000 omriktare till PROFIBUS-DP.
 - Supportar de utvidgade Profibus-DP-funktionerna enligt direktiv 2.084.

8.3.2 Sammankoppling av LUST-drivenheter med PROFIBUS-DP-Gateway

Med PROFIBUS-DP-Gateway kan man ansluta upp till 10 LUST-drivenheter till PROFIBUS-DP. Härvid blir drivenheterna fullvärdiga PROFIBUS-DP stationer.

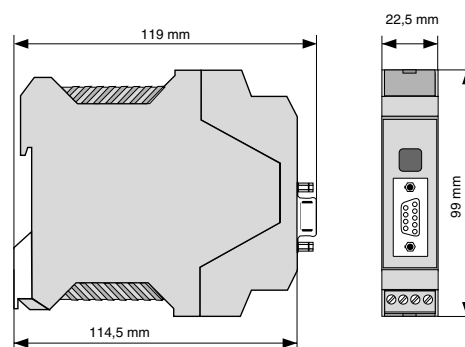


Fig. PROFIBUS Gateway Typ DP-CPx

Tekniska data PROFIBUS-DP-Gateway

PROFIBUS-DP Gateway CP-DP1	
Omgivningstemperatur	0 ... 50°C
Spänningsförsörjning	+24 V DC +20%
Strömförbrukning	max. 1,4 A
Kapslingsgrad	IP20
Adressgång	DIL-switch

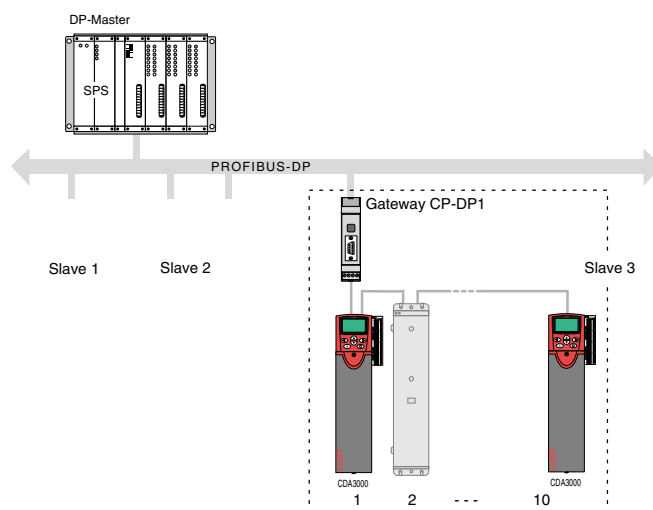


Fig. PROFIBUS-DP uppbyggnad med LUST drivenheter.

9.3.3 Anslutning via PROFIBUS-DP-Modul

Avsnittet ej färdigt.

Sammanfattning:

Layout och tekniska data för PROFIBUS-DP-Moduler.

Kommunikation via PROFIBUS-DP

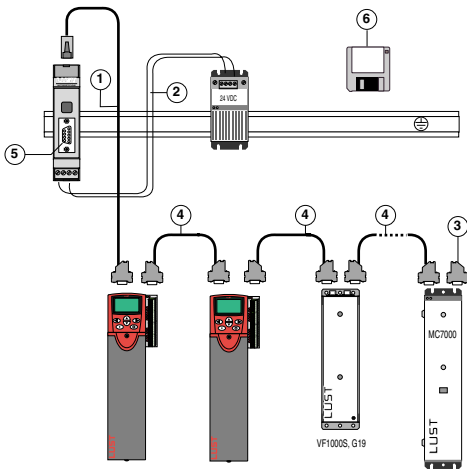


Fig. Sammankoppling av flera drivenheter på PROFIBUS-DP.

- 1 Gateway-kabel
- 2 24 V - försörjningsspänning
- 3 Busavslutningskontakt (levereras med Gateway)
- 4 Lust-systembus-kabel typ I eller konfektionerad kabel.
- 5 Anslutning till PROFIBUS-DP
- 6 Floppy disk med GSD filer (levereras med Gateway).

Kabeltyp för egen konfektionering

Om den medlevererade kabeln inte är tillräckligt lång, då har man möjligheten att göra sin egen kabel (1 : 1 anslutning). Detta relateras till LS-BUS kabel typ I.

Kabeltyp	Skärmad med minst 9 ledare
Ledare	Parvis tvinnade, 0,25 mm ²
Surge impedance	120 Ω
Längd	Godtycklig, totallängden får ej vara mer än 80 m.

Skärmning

Drivenheterna ansluts med 9-poliga kontakter.

Vid anslutning med D-SUB kontakter måste man se till att skärmen är ansluten via kontakt-huset (2). Därför måste skruvförbindelsen (1) alltid vara åtdragen.

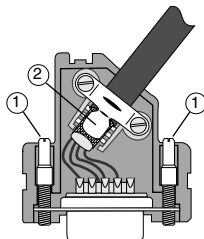


Fig. Öppen anslutning med dragavlastning och kabelskärm.

8.3.4 Kommunikation via PROFIBUS-DP

Via PROFIBUS-DP kan drivenheter styras och parametreras enligt profil för varvtalföränderliga drifter (PROFIDRIVE).

Den entydiga överföringen av parametrar och processdata erhålles med konfigurering av „Parameter-Processdaten-Objekt“ (PPO's).

PROFIBUS-DP-Gateway understöds av PPO's 1 till 4.

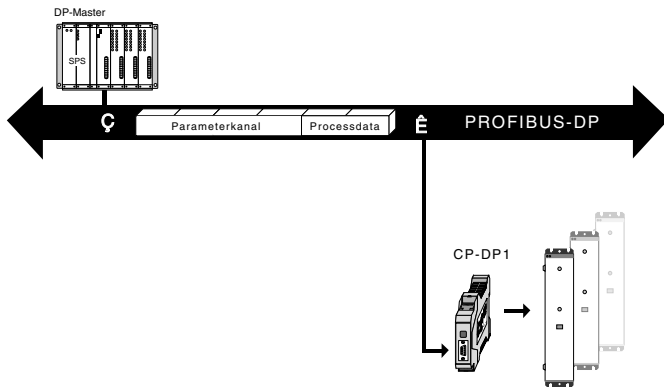


Fig. Parameter-Processdata-Objekt för trafik med användardata.

PPO, som illustreras med figuren, inkluderar statusord och referensdata för överföring från master till slave samt statusord och referensdata för överföring i den motsatta riktningen. Parameterarean i PRO är option, d. v. s. den måste planeras vid behov under konfigurering av slaven och den överförs sedan tillsammans med processdataarean, permanent i cykliska telegram.

PPO 1 till PPO 4

	PKW			PZD						
	PKE	IND	PWE	PZD1	PZD2	PZD3	PZD4	PZD5	PZD6	
	1. ord	2. ord	3. ord	4. ord	1. ord	2. ord	3. ord	4. ord	5. ord	6. ord
PPO1										
PPO2										
PPO3										
PPO4										

- PKW: Parameter identifieringsvärde
- PZD: Processdata
- PKE: Parameteridentifiering
- IND: Index
- PWE: Parametervärde
- STW1: Kontrollord 1
- ZSW1: Statusord 1
- HSW: Primär referens
- HIW: Primärt ärvärde

Urvalshjälp för PPO's

Val av PPO's:

Krävs överföring av parameterdata?

Ja Nej

Skall referens- och ärvärden överföras som 16-bit värden?

Skall referens- och ärvärden överföras som 16-bit eller 32-bit värden?

16 Bit 32 Bit 16 Bit 32 Bit

PPO 1 PPO 2 PPO 3 PPO 4

Transparent mode

Förutom det standardiserade styrkonceptet enligt PROFIDRIVE-profilen, erbjuder LUST-PROFIBUS-moduler ytterligare ett driftsätt där tolkningen av data utförs av Gateway. Med detta "transparent mode" får man direkt tillgång till den interna CAN.

Med transparent mode finns följande funktioner till förfogande:

- ◆ Styrning av drivenheten enligt DRIVECOM-tillståndsmaskin.
- ◆ Direkt val av följande funktioner hos drivningen via styrordet:
 - Överföring av bör- och ärvärden.
 - Start och stopp av drivningen.
 - Val av fasta frekvenser och ramper.
 - Återställning av fel.
 - Omkoppling av användardatasatser.
 - Karakteristikaomkoppling.
 - Sätta enhetens digitala utgångar.
 - Överföring av olika apparatstatus.
 - Överföring av digitala ingångars status.

Se "Kommunikation via CAN_{Lust}" för ytterligare information".

