
VEKSELSTRØMSMASKINER

Der vil normalt være flere klemmer i klemkassen på en kontaktringsmotor end på en almindelig motor. Mærkningen kan være som vist her.

Statorvikling			Rotorvikling		
U1-U2	V1-V2	W1-W2	K	L	M

Hvis rotorviklingens stjernepunkt er ført med ud, kan den ledning være mærket med Q.

En kontaktringsmotor skal, ud over den normale mærkning af motorer, være mærket med oplysninger om rotorspænding og rotorstrøm.

Motorer med flere hastigheder/hastighedsregulering

Almindelige asynkronmotorer har deres begrænsninger ved anvendelse, der kræver hastighedsregulering. Hvis man ønsker at anvende en asynkronmotor til belastninger, hvor motoren skal have et variabelt omdrejningstal, er der tre muligheder.

Mulighed 1.

Frekvensændring, anvendelse af frekvensomformer.

Mulighed 2.

Polomkobling, motor med specielle viklinger.

Mulighed 3.

Slipregulering, motor med rotormodstand eller ændring af den til motoren tilførte spænding.

Disse reguleringsmetoder er mulige, fordi asynkronmotorens omdrejningstal er afhængigt af frekvensen og motorens poltal. Ved belastning er omdrejningstallet afhængigt af spændingen i anden potens.

VEKSELSTRØMSMASKINER

Hvis vi kigger på mulighed 2, er der igen tre muligheder, hvorved det er muligt for en asynkronmotor at ændre hastighed.

Mulighed 2a.

To eller flere adskilte viklinger i samme stator.

Mulighed 2b.

En polomkobelbar vikling (vikling med udtag)

Mulighed 2c.

En kombination af de to ovennævnte metoder.

I disse tre tilfælde bliver reguleringen af omdrejningstallet uden yderligere tab. Det vil sige, at virkningsgraden bliver omtrent den samme som for motorer med kun én hastighed. Motorens fysiske størrelse skal dog øges for at give plads til de ekstra viklinger, hvis man ønsker samme effekt.

Fælles for alle motorer med mere end én hastighed er, at disse normalt kun er beregnet til direkte start og en mærkespænding.

Disse reguleringsmetoder tager udgangspunkt i følgende formel:

$$n \text{ [Omdr/min] } = \frac{\text{Frekvens} \cdot 60 \text{ (sekund)}}{\text{Antal polpar}} - \text{Slip}$$

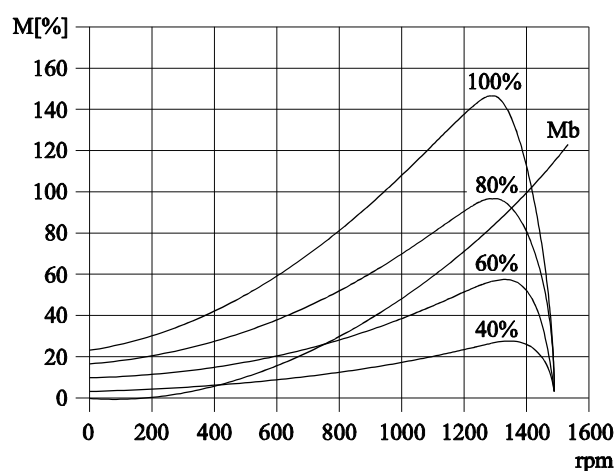
Slip, se afsnittet Slip og sliprocent.

En ændring i antallet af polpar vil også give en ændring af rotorens omdrejningstal.

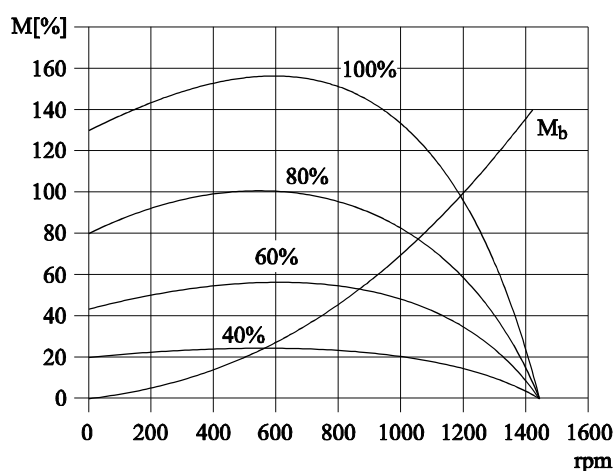
Frekvensændring er principielt den bedste måde at regulere en asynkronmotors omdrejningstal på.

VEKSELSTRØSMASKINER

Slipregulering er en meget udbredt metode til ændring af en motors omdrejningstal, men hvis man ønsker en stabil regulering, kræves det, at man anvender en motor, der er egnet til formålet. Ved slipregulering ændres spændingen på motorens klemmer. Det medfører en ændring af motormomentet således, at skæringspunktet mellem motormoment og belastningsmoment flyttes med et dertil hørende lavere omdrejningstal til følge.



Standard asynkronmotor



Motor med øget rotormodstand

Kurven til venstre viser, at en standard asynkronmotor ikke er velegnet til slipregulering. Ud over den i rotordelen forøgede effektafsætning får man ved drift til venstre for kippunktet en dårlig reguleringskurve og et ustabil omdrejningstal.

Kurven til højre viser en momentkurve for en motor, der er fremstillet med øget rotormodstand. Det flytter kippunktet ud til venstre og gør motoren velegnet til slipregulering. Motoren bør dog, af hensyn til den forøgede effektafsætning i rotorkredsen, være udført i en større byggestørrelse end en standardmotor.

Polomkobling vil blive foretrukket i tilfælde, hvor man ikke har behov for en trinløs hastighedsændring, men blot ønsker mulighed for skift mellem to eller flere omdrejningstal, fx 2800, 1400 omdrejninger.

VEKSELSTRØMSMASKINER

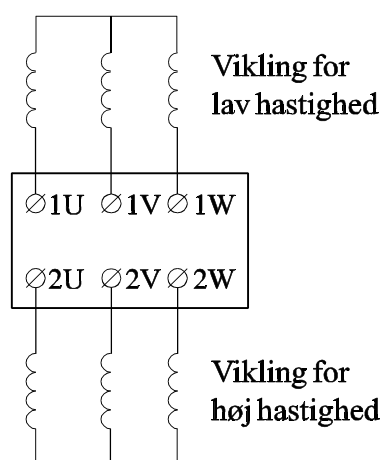
Motorer med flere hastigheder har en lidt anderledes klemmemærkning end motorer med én hastighed. Hvor motorer med én hastighed har klemmer, der er mærket med et bogstav og et tal (U1), er motorer, der har mere end én hastighed, normalt mærket med den omvendte kombination, det vil sige (1U). Der kan dog forekomme andre mærkningskombinationer.

Mærkning af klemmer for flerhastighedsmotorer				
	Gældende	Tidligere gældende		
Lav hastighed	1U, 1V, 1W	6, 4, 5	U, V, W	U1, V1, W1
Mellem hastighed	2U, 2V, 2W	1, 2, 3	U1, V1, W1	U2, V2, W2
Høj hastighed	3U, 3V, 3W		U2, V2, W2	U3, V3, W3

Hvis motoren ikke har tre hastigheder, men to, erstattes hastigheden for den højeste hastighed af de to mulige med mærkningen af mellem hastighed. Der kan dog forekomme andre mærkninger.

Motor med adskilte viklinger

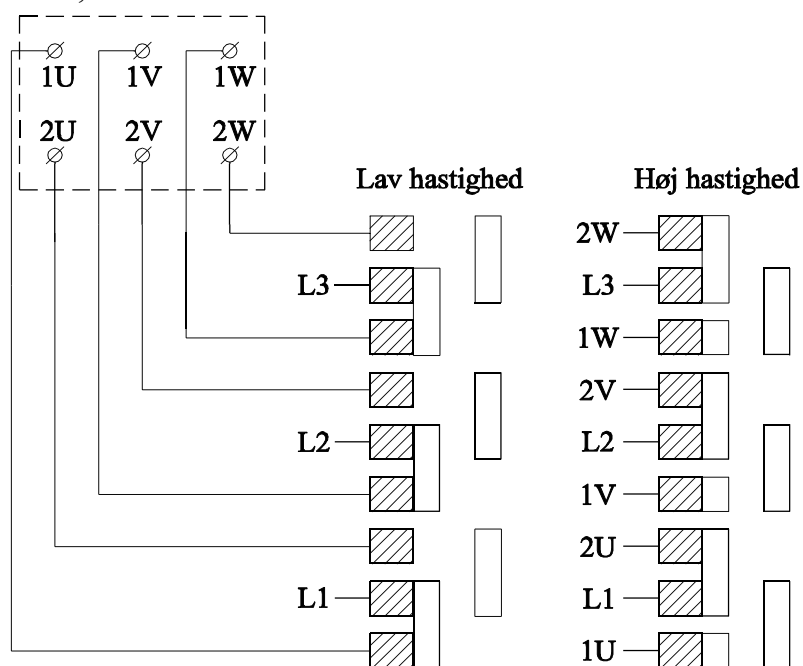
Tilslutning af motor med to adskilte viklinger. De to viklinger er normalt stjerneforbundet, og stjerneforbindelsen er udført inde i selve motoren.



VEKSELSTRØMSMASKINER

Ved enten automatisk eller manuel tilslutning til omskifter, skal der fremføres 6 ledninger + en eventuel jordleder til motoren.

Motoren skal principielt opfattes som to separate motorer, samlet i et motorhus.



Udførelse med adskilte viklinger muliggør en temmelig fri kombination af effekt og pøltal. Metoden giver dog en dårlig udnyttelse af motoren, da kun den ene vikling kan udnyttes ad gangen. Den mulige mærkeeffekt bliver i princippet kun det halve af mærkeeffekten for en enhastighedsmotor af samme størrelse.

Stator- og rotorjern dimensioneres normalt for et bestemt pøltal. Dette vil jo medføre visse begrænsninger i muligheden for at kombinere forskellige pøltal i det samme statorjern.

Dahlandermotoren

Tohastighedsmotor med polomkøbbelbar vikling. Der er flere måder at gøre en vikling polomkøbbelbar på og derved få en bedre udnyttelse af motoren end ved adskilte viklinger. En begrænsning er dog, at tilslutning og koblingsmateriel skal være enkelt.

VEKSELSTRØMSMASKINER

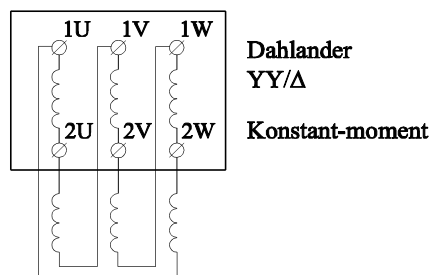
De mest benyttede systemer er Lindstrom-Dahlander-koblingen, som ofte kun kaldes Dahlanderkoblingen, og PAM-koblingen (Pol Amplitude Modulation).

Dahlander-koblingen giver poltalsforholdet 1:2. Hver fase består af to viklingsdele, som er koblet i serie med hinanden. De to mest almindelige Dahlanderkoblinger er konstant-momentkobling og ventilator-momentkobling

Konstant-momentkoblingen bevirker, at motorens mærkemoment omtrent er det samme ved begge omdrejningstal. For at dette er muligt, skal forholdet mellem mærkeeffekterne være 3:2. Det opnås ved at koble viklingen i dobbelt stjerne ved det høje omdrejningstal.

I kataloger benævnes denne type motor normalt YY/ Δ .

Motorens viklinger får ledninger ført ud til klemmerne, som vist her.



Ved tilslutning af motoren skal man være meget påpasselig, da det er let at komme til at udsætte viklingerne for en for høj spænding og derved brænde motoren af. Derfor kan man lave et startforsøg, hvor man tilslutter lav hastighed først, ledninger på 1U, 1V og 1W, og prøver at køre i lav hastighed. Hvis motoren lyder rigtigt, bruger den forventede strøm og kører med det korrekte omdrejningstal, er den lave hastighed korrekt forbundet. Først nu bør man sætte de tre resterende ledninger på og prøve høj hastighed, som kræver spænding på 2U, 2V og 2W samt kortslutning af 1U, 1V og 1W.

VEKSELSTRØMSMASKINER

Det vil sige, at der til motoren skal fremføres 6 ledninger + en eventuel jordleder.

Omkoblingen af hastigheder på motorer med flere hastigheder vil kun sjældent forekomme med manuelt udstyr. Omkoblingen vil normalt foregå ved hjælp af kontaktorer.

Det vil sige, for to-hastighedsmotorer en kontaktor til lav hastighed og to kontaktorer til høj hastighed samt de nødvendige motorværn.

Konstant-momentmotorer vil være egnet til at trække maskiner, der kræver det samme moment ved begge hastigheder.

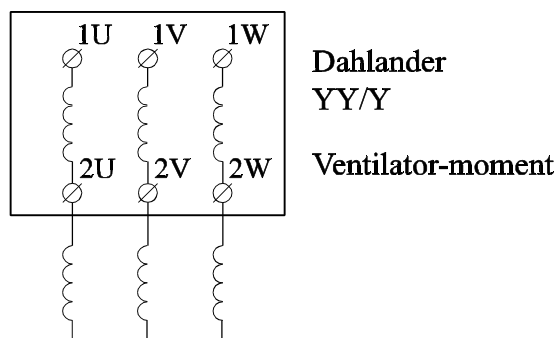
Ud fra momentformlen kan vi se, at denne type motor må have største effekt ved højeste omdrejningstal.

$$M = \frac{P_2 \cdot 9,55}{n} = [Nm]$$

I en ventilator momentkoblet motor ændres momentet med omdrejningstallet i anden potens, også kaldet kvadratisk moment eller faldende moment.

Forholdet mellem mærkeeffekterne ved de to hastigheder er 1:5. Motoren kobles som reglen i dobbelt stjerne ved høj hastighed og stjerne ved lav hastighed. I kataloger betegnes motoren som YY/Y motor.

Motorens viklinger får ledninger ført ud til klemmerne, som vist her.



VEKSELSTRØMSMASKINER

Ved tilslutning af denne type motor skal man også være meget påpasselig. Man kan lave et startforsøg, som beskrevet under konstant-momentmotoren.

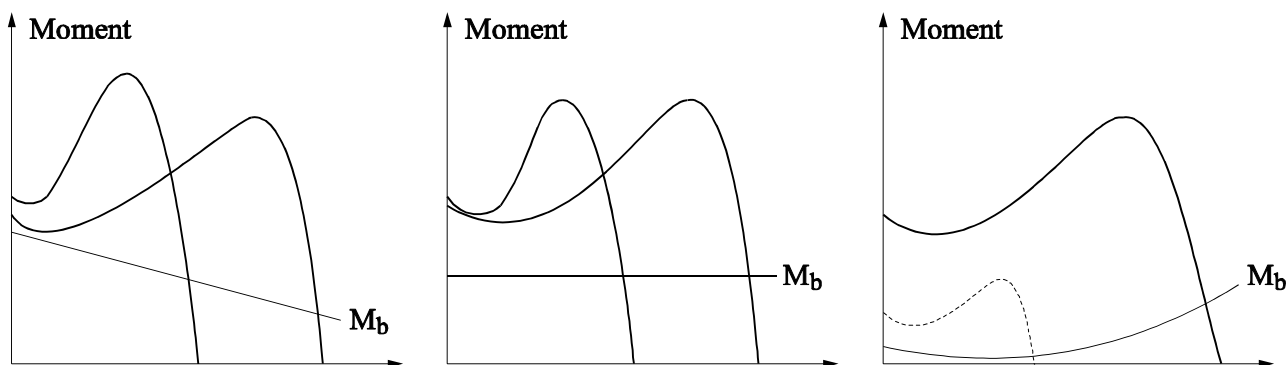
Med pol-amplitude-modulationsmotoren (PAM) er det muligt at konstruere en motor, hvor der opnås andre poltalsforhold end 1:2.

Poltalesændringen opnås ved, at man ændrer strømretningen i en del af viklingen og derved varierer magnetiseringen på samme måde som ved Dahlanderkoblingen. Fordelen med (PAM) er, at man kan få en højere mærkeeffekt ud og dermed udnytte motoren bedre.

PAM-motorer kan fås med både konstant-moment og ventilator-moment, ligesom ved Dahlanderkoblingen.

Det er også muligt at konstruere motorer, der har fx en polomkobelbar vikling og en anden vikling. Dermed kan man opnå fx tre eller fire hastigheder. Denne type motorer er ikke særligt almindelige.

Moment som funktion af omdrejningstal for flerhastighedsmotorer kan også vises på kurveform.



Kurven til venstre viser momentkurven for en flerhastighedsmotor med konstant effekt.

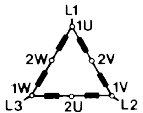
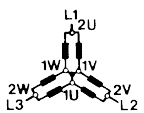
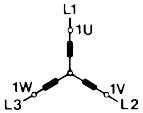
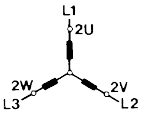
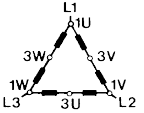
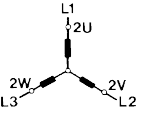
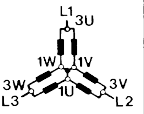
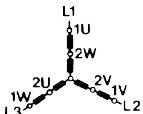
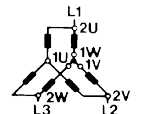
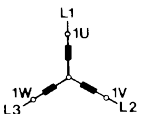
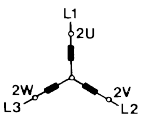
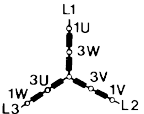
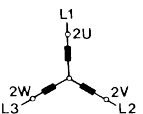
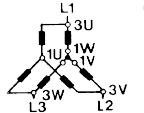
Kurven i midten viser momentkurven for en flerhastighedsmotor med konstant-moment.

Kurven til højre viser en momentkurve for en flerhastighedsmotor med ventilator-moment.

VEKSELSTRØMSMASKINER

Eksempler på statorviklinger og koblinger ved forskellig udførelse af flerhastighedsmotorer.

Andre varianter kan forekomme.

Type moment-kurve	Tohastighedsmotorer med en vikling ¹⁾				Trehastighedsmotorer med to viklinger ²⁾		
	Omdrejningstal		Omdrejningstal		Omdrejningstal		
	Lavt	Højt	Lavt ³⁾	Højt ³⁾	Lavt	Middel ³⁾	Højt
Konstant moment							
Ventilator-moment							

¹⁾ Dahlander- eller PAM-koblet

²⁾ Eksempelvis til 8/6/4 poler. En af viklingerne er Dahlander- eller PAM koblet.

³⁾ Viklingen kan også være Δ -koblet.

VEKSELSTRØMSMASKINER

Eksempler på data for flerhastighedsmotorer

Totally-enclosed squirrel-cage three-phase motors

Marine design

Two-speed motors, with highest output at both speeds, 380 V 50 Hz

Output kW	Motor type	Cat. No.		Flange-mounted motor		Speed r/min	Efficiency %	Power factor		Current at 380 V		Torque		Moment of inertia J=1/2 GD ² kgm ²	Weight kg
		Foot-mounted motor	Flange	large flange	small flange			at rated output cos φ	at d.o.l. start cos φ	at rated output A	at d.o.l. start A	M _{st} M	M _{max} M		
2/4 poles = 3000/1500 r/min															
Motors with one stator winding (YY/Δ Dahlander-connection)															
4/2.8	MBT 132 SB	MK 142	044-A ●	044-B ●	044-C ●	2845/1425	79/78	0.93/0.81	0.65/0.65	8.3/6.7	47/36	1.4/1.7	2.2/2.2	0.014	42
5.5/3.6	132 M		045-A ●	045-B ●	045-C ●	2865/1450	83/85	0.93/0.86	0.65/0.65	10.8/7.5	76/61	2/2.2	2.7/2.7	0.023	50
11/8	160 M	MK 161	011-A ●	011-B ●		2885/1435	82.5/83	0.92/0.83	0.5/0.55	22/17.5	112/83	1.7/1.7	1.9/1.8	0.055	75
13.5/10	160 L		012-A ●	012-B ●		2905/1435	85/85	0.93/0.83	0.5/0.55	26/21.5	153/108	2/2	2.1/2	0.062	92
15/10	180 M	MK 171	022-A ●	022-B ●		2940/1475	85/85	0.92/0.72	0.45/0.4	29/25	165/115	2.1/1.7	2.2/2	0.13	125
18/12.5	180 L		023-A ●	023-B ●		2935/1460	89/88	0.9/0.69	0.45/0.4	34/30	235/150	2.2/2	2.5/2.2	0.16	140
21/14	200 LA		024-A ●	024-B ●		2925/1465	86/88	0.92/0.78	0.45/0.4	40/31	245/175	2/2.7	2.4/2.9	0.19	170
25/17	200 L		025-A ●	025-B ●		2935/1465	87/89	0.91/0.8	0.45/0.4	48/36	310/215	2.3/2.5	2.5/2.8	0.23	195
30/20	225 M		026-A ●	026-B ●		2945/1470	91/90	0.92/0.77	0.39/0.44	54/44	350/255	1.5/2	2.6/2.6	0.29	245
44/30	250 M		068-A ●	068-B ●		2940/1470	90/91	0.92/0.79	0.44/0.41	81/64	550/339	1.8/1.9	2.7/2.4	0.35	300
4/6 poles = 1500/1000 r/min															
Motors with two separate stator windings															
2.1/1.3	MBT 112 M	MK 142	046-A ●	046-B ●	046-C ●	1425/955	76/73	0.9/0.74	0.7/0.7	4.7/3.7	30/22	1.7/2.1	2.1/2.8	0.012	31
2.9/1.9	132 S		047-A ●	047-B ●	047-C ●	1435/940	79/73	0.9/0.84	0.7/0.7	6.3/4.7	44/26	1.8/1.8	2.3/2.2	0.018	40
4/2.7	132 MB		048-A ●	048-B ●	048-C ●	1440/930	81/75	0.9/0.85	0.7/0.7	8.3/6.4	59/38	2.2/1.9	2.4/2.1	0.025	52
7/5	160 M	MK 161	013-A ●	013-B ●		1460/965	83/80	0.87/0.75	0.65/0.7	14.7/12.9	98/76	1.7/1.7	2/2.1	0.085	79
10.5/8	160 L		014-A ●	014-B ●		1460/965	84/81	0.86/0.76	0.65/0.7	22/20	145/100	1.8/1.7	2.1/1.9	0.123	106
13.5/9	180 L	MK 171	028-A ●	028-B ●		1475/980	88/86	0.83/0.71	0.55/0.55	28/22	225/140	2.2/2	2.9/2.5	0.24	145
16/10	200 LA		029-A ●	029-B ●		1480/980	89/87	0.81/0.72	0.65/0.7	33/24	260/145	2.3/2.5	2.8/3	0.30	190
20/13	200 L		030-A ●	030-B ●		1480/980	90/88	0.81/0.74	0.6/0.7	41/30	350/170	2.5/2.3	2.9/2.7	0.38	200
27/18	225 M		031-A ●	031-B ●		1470/980	90/88	0.87/0.84	0.43/0.56	52/37	415/290	1.8/2.3	2.3/3.2	0.26	270
32/21	250 M		032-A ●	032-B ●		1465/980	90/88	0.91/0.84	0.40/0.59	59/43	370/345	1.4/2.3	2.4/3	0.87	305
4/8 poles = 1500/750 r/min															
Motors with one stator winding (YY/Δ Dahlander-connection)															
2.1/1.2	MBT 112 M	MK 142	049-A ●	049-B ●	049-C ●	1370/690	73/65	0.9/0.65	0.7/0.7	4.8/4.3	22/16	1.6/1.5	1.9/1.9	0.012	31
3.1/1.7	132 S		050-A ●	050-B ●	050-C ●	1385/705	76/70	0.9/0.65	0.65/0.65	6.9/5.7	34/25	1.8/1.8	2/2.1	0.018	40
4.2/2.2	132 MB		051-A ●	051-B ●	051-C ●	1385/705	78/73	0.9/0.64	0.65/0.65	9.1/7.1	50/32	1.8/1.7	2.3/2.3	0.025	52
7.5/4	160 M	MK 161	015-A ●	015-B ●		1425/715	78/73	0.89/0.63	0.6/0.55	16.5/13.5	70/47	1.3/1.5	1.8/2.1	0.085	79
11.5/6	160 L		016-A ●	016-B ●		1430/715	82/77	0.88/0.64	0.6/0.55	24/18.5	115/80	1.6/1.8	2.1/2.3	0.123	106
15/8	180 L	MK 171	034-A ●	034-B ●		1440/725	87/84	0.87/0.61	0.45/0.4	30/23	125/75	1.2/1.4	1.6/1.7	0.24	145
18/10	200 L		035-A ●	035-B ●		1460/730	89/85	0.82/0.55	0.44/0.4	37/32	160/100	1.3/1.4	1.8/1.7	0.35	190
25/15	225 M		036-A ●	036-B ●		1475/740	91/87	0.86/0.49	0.38/0.35	49/53	330/215	1.5/1.5	2.5/2.4	0.41	270
34/17	250 M		037-A ●	037-B ●		1475/740	92/85	0.86/0.42	0.39/0.35	65/72	450/290	1.6/1.8	2.5/2.8	0.47	300

VEKSELSTRØMSMASKINER

Totally-enclosed squirrel-cage three-phase motors

Marine design

Two-speed motors, for fan drives, 380 V 50 Hz

Output kW	Motor type	Cat. No.			Speed r/min	Efficiency %	Power factor		Current at 380 V		Torque		Moment of inertia J=1/4 GD ² kgm ²	Weight kg	
		Foot-mounted motor	Flange-mounted large flange	Flange-mounted small flange			at rated output cos φ	at d.o.l. start cos φ	at rated output A	at d.o.l. start A	M _{st} M	M _{max} M			
2/4 poles = 3000/1500 r/min															
Motors with one stator winding (YY/Y Dahlander-connection)															
0.5/0.1	MT 71 B	MK 110	556-●	596-●	636-●	2820/1450	68/48	0.79/0.53	0.93/0.84	1.4/0.6	6/2	1.7/1.6	2.2/2.8	0.0005	6.5
0.8/0.15	80 A		537-●	577-●	617-●	2850/1460	71/48	0.78/0.56	0.92/0.77	2.2/0.85	11/3	1.8/1.5	2.5/3	0.0009	9
1.1/0.2	80 B		538-●	578-●	618-●	2870/1470	73/52	0.79/0.53	0.91/0.74	2.9/1.1	16/4.5	2/1.7	2.7/3.3	0.0011	10
1.5/0.3	90 S		539-●	579-●	619-●	2880/1470	75/68	0.84/0.56	0.87/0.64	3.6/1.2	21/5.5	2/1.4	2.7/2.8	0.0019	13
2/0.4	90 L		540-●	580-●	620-●	2880/1470	77/69	0.84/0.58	0.88/0.6	4.7/1.5	30/7.5	2.3/1.6	3/3.2	0.0024	16
3.2/0.65	100 L		541-●	581-●	621-●	2880/1470	79/72	0.88/0.6	0.84/0.59	7/2.3	45/12	2.3/1.5	3/3.2	0.0041	21
4/0.8	132 SA	MK 142	052-A ●	052-B ●	052-C ●	2895/1455	83/80	0.9/0.7	0.65/0.65	8.1/2	70/18	2.6/4.1	3.5/4.1	0.014	42
5.5/1.1	132 SB		053-A ●	053-B ●	053-C ●	2890/1455	82/80	0.91/0.81	0.65/0.65	11.2/2.6	87/21	2/2.2	2.8/3.3	0.014	42
6.7/1.4	132 M		054-A ●	054-B ●	054-C ●	2860/1450	82/83	0.92/0.85	0.65/0.65	13.5/3	92/22	2/2	2.6/2.9	0.023	50
15/3	160 M	MK 161	017-A ●	017-B ●		2910/1470	86/86	0.92/0.84	0.5/0.55	29/6.3	189/39	2.2/2.1	2.5/2.5	0.055	75
18/4	160 L		018-A ●	018-B ●		2925/1470	87.5/87	0.93/0.85	0.5/0.55	34/8.2	250/51	2.7/2.4	2.9/2.5	0.063	92
21/4.2	180 L	MK 171	039-A ●	039-B ●		2950/1480	90/90	0.87/0.75	0.48/0.4	41/9.4	320/65	2.3/2.2	2.5/2.4	0.16	140
24/4.8	200 LA		040-A ●	040-B ●		2950/1475	87/86	0.9/0.8	0.45/0.4	46/10.5	330/70	1.7/2.2	2.3/2.8	0.19	170
28/5.6	200 L		041-A ●	041-B ●		2960/1480	89/88	0.9/0.78	0.45/0.4	54/12.6	410/90	1.8/2.3	2.4/2.9	0.23	195
34/6.8	225 M		042-A ●	042-B ●		2950/1475	91/87	0.91/0.75	0.4/0.42	62/16	435/100	1.7/2.2	2.8/3	0.29	245
49/10	250 M		067-A ●	067-B ●		2950/1480	92/89	0.91/0.76	0.37/0.39	89/23	694/140	2.1/2.3	3.3/3	0.35	300
4/6 poles = 1500/1000 r/min															
Motors with two separate stator windings															
0.3/0.1	MT 71 B	MK 110	557-●	597-●	637-●	1410/950	55/36	0.75/0.65	0.94/0.92	1.1/0.65	3.5/1.5	1.5/1.2	2/2	0.0009	6.5
0.5/0.15	80 A		542-●	582-●	622-●	1410/950	63/43	0.8/0.66	0.91/0.9	1.5/0.8	5/2.5	1.5/1.2	2/2	0.0017	8.5
0.65/0.22	80 B		543-●	583-●	623-●	1410/950	66/46	0.79/0.65	0.9/0.88	1.9/1.1	6.5/3.5	1.5/1.2	2/2	0.0021	9.5
1/0.3	90 S		544-●	584-●	624-●	1410/950	71/51	0.79/0.69	0.86/0.83	2.7/1.3	12/4.5	1.7/1.1	2.3/2.3	0.0032	13
1.5/0.45	90 L		545-●	585-●	625-●	1410/950	73/56	0.8/0.68	0.85/0.79	3.9/1.8	18/6	1.7/1.1	2.1/2.1	0.0043	16
1.85/0.6	100 LA		546-●	586-●	626-●	1430/960	77/58	0.78/0.68	0.79/0.74	4.7/2.3	25/7	1.8/1.1	2.3/2	0.0069	20.5
2.2/0.7	100 LB		547-●	587-●	627-●	1430/960	77/61	0.8/0.65	0.77/0.73	5.4/2.7	30/8.5	1.7/1.1	2.4/2.1	0.0082	23.5
2.5/0.9	112 M	MK 142	055-A ●	055-B ●	055-C ●	1415/945	76/68	0.8/0.7	0.65/0.75	6.1/2.9	33/16	1.9/1.5	2.4/2.1	0.012	31
3.7/1.2	132 S		056-A ●	056-B ●	056-C ●	1420/950	80/71	0.84/0.75	0.65/0.75	8.4/3.4	48/18	1.9/1.9	2.5/2.5	0.018	40
5/1.7	132 MB		057-A ●	057-B ●	057-C ●	1445/975	82/73	0.84/0.65	0.65/0.65	11.1/6	69/25	1.8/1.8	2.4/2.3	0.025	52
9.5/3	160 M	MK 161	019-A ●	019-B ●		1465/970	86/73	0.86/0.79	0.65/0.75	20/7.8	128/33	1.9/1.2	2.3/1.7	0.085	79
14/4.5	160 L		020-A ●	020-B ●		1450/975	88/81	0.88/0.8	0.6/0.75	28/11	196/53	2.3/1.6	2.5/2	0.12	106
16/5.4	180 L	MK 171	044-A ●	044-B ●		1470/975	89/80	0.84/0.8	0.55/0.55	32/12.5	250/60	2.3/1.3	2.9/1.9	0.24	145
20/6.5	200 LA		045-A ●	045-B ●		1475/985	90/84	0.83/0.72	0.5/0.5	41/16.5	270/100	2/1.6	2.5/2.3	0.30	190
24/8	200 L		046-A ●	046-B ●		1480/985	91/85	0.82/0.74	0.5/0.5	49/19	360/110	2.1/1.7	2.7/2.3	0.38	200
31/11	225 M		047-A ●	047-B ●		1470/980	91/84	0.88/0.86	0.4/0.63	59/23	425/150	1.7/1.6	2.9/2.4	0.76	270
35/12	250 M		048-A ●	048-B ●		1460/980	91/85	0.91/0.86	0.38/0.62	64/25	375/170	1.3/1.7	2.3/2.5	0.87	305
4/8 poles = 1500/750 r/min															
Motors with one stator winding (YY/Y Dahlander-connection)															
0.35/0.07	MT 71 B	MK 110	558-●	598-●	638-●	1400/700	58/36	0.7/0.54	0.92/0.84	1.3/0.55	4.5/1	1.8/1.6	2.2/2.2	0.0009	6.5
0.6/0.12	80 A		548-●	588-●	628-●	1390/700	66/50	0.75/0.56	0.9/0.76	1.8/0.65	7/1.5	1.5/1.4	1.8/2.1	0.0017	8.5
0.75/0.15	80 B		549-●	589-●	629-●	1400/710	68/52	0.75/0.55	0.89/0.72	2.2/0.8	9/2	1.7/1.4	2/2.1	0.0021	9.5
1.1/0.22	90 S		550-●	590-●	630-●	1410/710	72/50	0.75/0.52	0.85/0.65	3.1/1.3	14/3.5	1.7/1.1	2.1/1.9	0.0032	13
1.5/0.3	90 L		551-●	591-●	631-●	1430/720	77/54	0.7/0.47	0.82/0.6	4.3/1.8	21/4.5	1.9/1.3	2.1/2.1	0.0043	16
2/0.4	100 LA		552-●	592-●	632-●	1430/720	76/58	0.75/0.5	0.8/0.53	5.3/2.1	27/5.5	2/1.2	2.5/2.1	0.0069	20.5
2.5/0.5	100 LB		553-●	593-●	633-●	1440/720	76/60	0.77/0.51	0.8/0.53	6.5/2.5	35/7.5	2/1.2	2.5/2.1	0.0082	23.5
3.2/0.7	112 M	MK 142	058-A ●	058-B ●	058-C ●	1415/715	79/71	0.88/0.64	0.65/0.65	7/2.1	45/11	1.9/1.5	2.4/2.2	0.012	31
4.5/0.9	132 S		059-A ●	059-B ●	059-C ●	1430/720	82/75	0.87/0.62	0.65/0.65	9.6/3	70/17	1.9/1.6	2.3/2.3	0.018	40
6/1.2	132 MB		060-A ●	060-B ●	060-C ●	1445/725	85/76	0.84/0.57	0.6/0.6	12.7/4.2	110/28	2.5/2.4	2.8/2.7	0.025	52
10/2.2	160 M	MK 161	021-A ●	021-B ●		1460/730	87/77	0.86/0.59	0.65/0.55	20/7.5	158/32	2.1/1.9	2.2/2	0.085	79
14.5/2.7	160 L		022-A ●	022-B ●		1460/730	87/80	0.87/0.6	0.65/0.5	29/8.5	220/39	1.9/1.9	2/2	0.12	106
16/3.3	180 M	MK 171	049-A ●	049-B ●		1460/730	89/85	0.85/0.63	0.5/0.5	32/9.3	205/35	1.5/1.2	2.1/1.8	0.20	125
19/3.8	180 L		050-A ●	050-B ●		1465/735	90/86	0.84/0.6	0.5/0.5	38/11.2	280/50	1.7/1.5	2.2/1.9	0.24	145
25/5	200 L		051-A ●	051-B ●		1475/735	91/88	0.84/0.53	0.45/0.45	49/17	320/60	1.6/1.5	2.1/2.1	0.35	190
33/6.6	225 S		052-A ●	052-B ●		1480/740	91/87	0.82/0.52	0.42/0.33	67/23	515/100	1.9/1.4	2.9/2.6	0.34	230
38/7.8	225 M		053-A ●	053-B ●		1480/740	92/87	0.81/0.5	0.42/0.32	77/27	685/125	2.3/1.5	3.3/2.8	0.41	270
45/9	250 M		054-A ●	054-B ●		1480/740	92/88	0.82/0.5	0.42/0.32	90/31	795/145	2.3/1.5	3.3/2.8	0.47	310

3-faset asynkronmotor som 1-faset

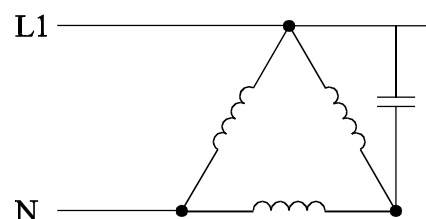
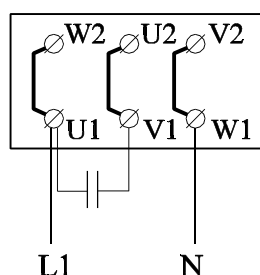
En 3-faset asynkronmotor kan køre som en 1-faset motor. Det bør dog altid betragtes som en undtagelse, fordi en 3-faset motor er fremstillet til at køre på tre faser.

Man bør kun koble en 3-faset motor som 1-faset, når det anbefales af fabrikanten og kun, når der er tale om små motorer.

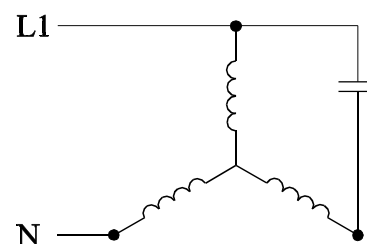
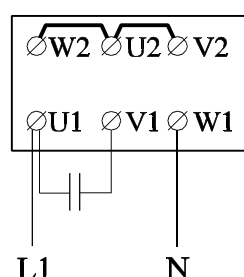
Motoren skal være egnet til den spænding, som den tilsluttes, det vil sige, at motoren, for at den kan bruges som 1-faset, bør være mærket 3 x 230/400 volt.

For at skabe et drejefelt må man tilslutte den ene klemme i serie med en kondensator. Hvis man ikke gør dette, får man ikke et drejefelt, men et skiftende felt, og det kan motoren ikke starte på.

Δ – koblet



Λ Koblet



Hvis man ønsker at vende omløbsretningen, kan dette gøres ved at flytte L1 fra U1 til V1.

Da man næsten aldrig opnår 120° mellem felterne, får man et drejefelt, der varierer i styrke, og det vil give et mindre startdrejningsmoment. Derfor bør man aldrig belaste en motor, der er koblet på denne måde med mere end 80 % af mærkeværdien. Kondensatorens størrelse vælges, så strømmen i viklingerne bliver ens. Den enkelte viklings strøm må aldrig overstige den

VEKSELSTRØMSMASKINER

påstemplede værdi. I praksis kan man vælge på følgende måde.

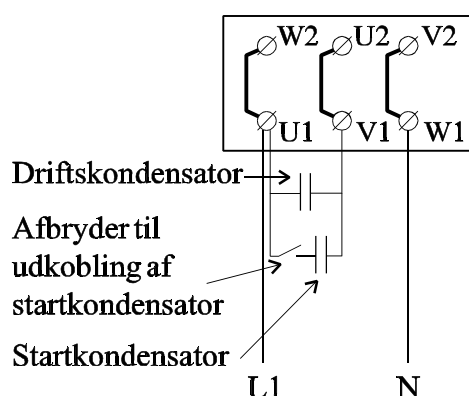
Cirka 70 μF per. kW afgiven effekt, som 1-faset.

Man bør dog altid kontrollere strømmen i hver vinding.

Benyttes der en større kondensator, vil både strøm og startmoment øges, og strømmen kan ødelægge motorens viklinger.

Benyttes der en mindre kondensator, bliver startmomentet mindre og kan dermed få så lav en værdi, at motoren ikke kan starte.

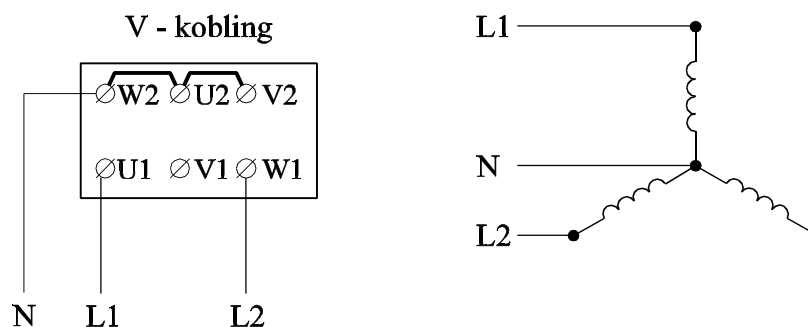
Derfor kan man tilslutte to kondensatorer, en startkondensator og en driftskondensator. Startkondensatoren skal så udkobles, når motoren er kommet op i omdrejninger.



Startkondensatoren kan vælges som 1-2 gange driftskondensatoren. Med driftskondensatoren alene bliver startmomentet kun cirka 30 % af, hvad det ville være, hvis man startede motoren på 3 faser.

V-koblet 3-faset motor

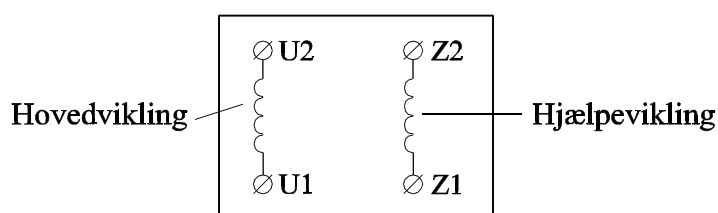
En 3-faset asynkronmotor kan også kobles i en såkaldt V-kobling. Denne kobling vil normalt kun forekomme i meget gamle installationer, hvor man ikke havde tre faser til stede i installationen. Det vil ikke være relevant at benytte denne koblingsmåde i dag.



1-faset asynkron kortslutningsmotor

Den 1-fasede asynkrone kortslutningsmotor bliver anvendt, hvor der er behov for en mindre motor fra nogle få watt op til 2-3 kW. Det vil sige i vaskemaskiner, opvaskemaskiner, oliefyr, gasfyr, køleskabe, ventilatorer, pumper, emhætter og lignende.

Den 1-fasede motor har kun to viklinger, en hovedvikling og en hjælpevikling. Hovedviklingen bliver ofte kaldt for arbejdsviklingen. Hjælpeviklingen bliver ofte kaldt for startviklingen.



Der vil normalt være flere klemmer på klembrættet end vist her. Antallet af klemmer afhænger af, hvilken motortype det er.

Motoren kan køre på hovedviklingen alene, men hjælpeviklingen er nødvendig for at starte. Hvis der ikke var en hjælpevikling, ville rotoren blive udsat for et skiftende felt frem for et drejefelt, og det vil ikke være muligt for motoren at starte.

Statoren har to viklinger, en hovedvikling og en hjælpevikling.

Rotoren er opbygget som en kortslutningsrotor, af samme type som i den 3-fasede motor.

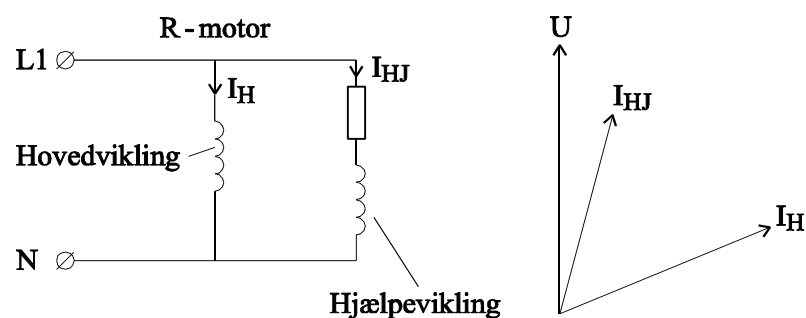
Hvis hovedviklingen tilsluttes forsyningsspænding, vil der i statoren opstå et vekselfelt, det vil sige et felt, der varierer i værdi og retning, men ikke et konstant drejende felt som i den 3-fasede motor.

For at frembringe et drejende felt må man forsyne motoren med en hjælpevikling, der laver et felt, der er forskudt i forhold til feltet fra hovedviklingen.

For at lave denne forskydning udføres hjælpeviklingen med en stor ohmsk modstand, eller man seriekobler hjælpeviklingen med en kondensator.

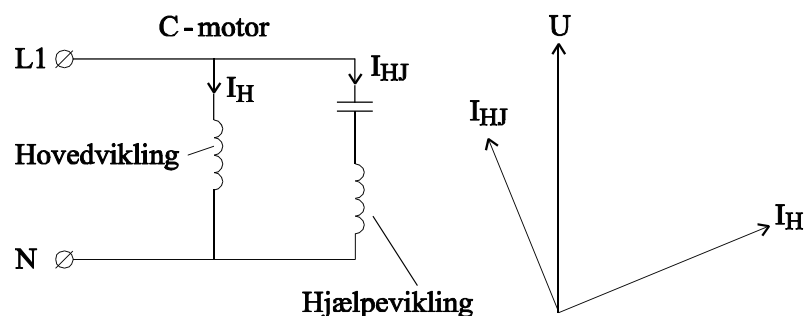
R-motor

En motor med stor modstand i hjælpeviklingen kaldes også for en R-motor, og en motor, der skal have en kondensator i serie med hjælpeviklingen, kaldes ofte for en C-motor.



C-motor

Tegningen viser princippet i en R-motor. Den større ohmske modstand i hjælpeviklingen kan laves ved at vikle hjælpeviklingen af en tyndere tråd end hovedviklingen eller ved at bruge et trådmateriale med en større specifik modstand.



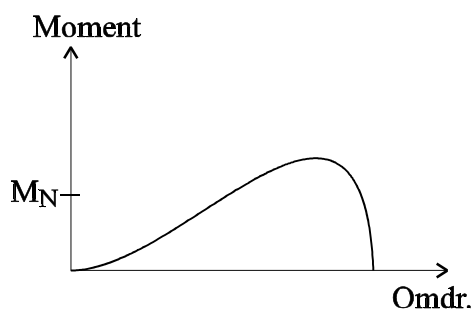
Tegningen viser princippet i en C-motor. Faseforskydningen er her udført ved hjælp af en kondensator i serie med hjælpeviklingen. Man skal være opmærksom på, at spændingen over kondensatoren kan komme op på værdier der kan ligge over den nominelle værdi på 230 volt.

Ved hjælp af enten modstand eller kondensator kan man så få frembragt et drejefelt, dog ikke et felt, der drejer med konstant værdi, som i den tre-fasede motor, men et brugbart drejefelt.

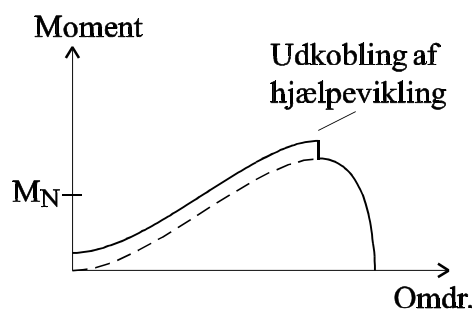
Når den 1-fasede motor er kommet op i omdrejninger, kan man udkoble hjælpeviklingen, fordi det felt, der bliver frembragt i rotoren, vil have samme virkning som det felt, hjælpeviklingen skabte. Det betyder, at når motoren er startet, kan den køre på hovedvikling alene. Man kan dog med fordel lade hjælpeviklingen forblive indkoblet, hvis den er dimensioneret til det.

VEKSELSTRØSMASKINER

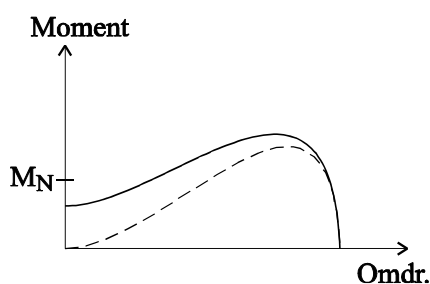
Den 1-fasede motor vil have forskelligt startmoment afhængig af, hvilken type der er valgt. Motorens startmoment kan vises på kurveform, hvor momentet vises som funktion af omdrejningstallet.



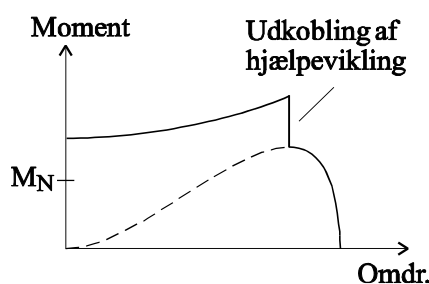
Motor med hovedvikling alene



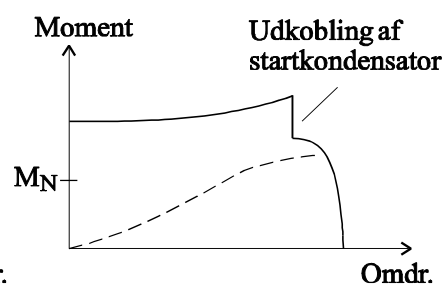
R - motor



C - motor med driftskondensator



C - motor med startkondensator



C - motor med start- og driftskondensator

Kurverne er typiske momentkurver for 1-fasede motorer. Kurven øverst til venstre er momentkurven for en motor med hovedviklingen alene, startmomentet er 0 Nm, det vil sige, at den aldrig vil kunne starte uden hjælp.

Kurven øverst til højre viser startmomentet for en motor med modstand i hjælpeviklingen, her vil startmomentet typisk være 30 %.

Kurven nederst til venstre viser momentet for en motor med driftskondensator indkoblet permanent, startmomentet vil typisk være 30-70 %.

Kurven i midten nederst viser momentet for en motor med startkondensator, startmomentet vil typisk være 100-200 %.

Kurven til højre nederst viser momentet for en motor med både drifts- og startkondensator, startmomentet vil typisk være 100-200 %.

Omløbsretning

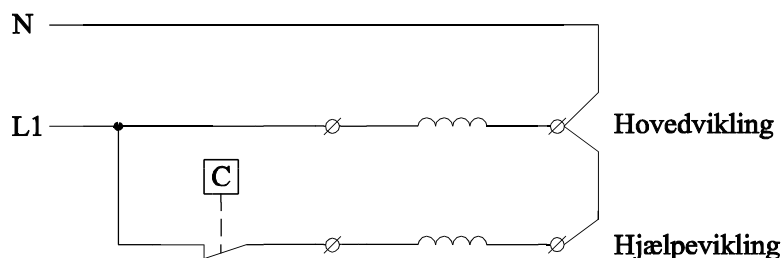
Hvis man ønsker at vende omløbsretningen på en en-faset motor, skal man vende strømmen igennem en af viklingerne, så vil drejefeltet skifte retning og dermed også motoren.

Startsystemer

Ved start af 1-fasede motorer benyttes der ofte en anordning, der afbryder strømmen i hjælpeviklingen, når motoren er kommet op i omdrejninger.

Centrifugalafbryder

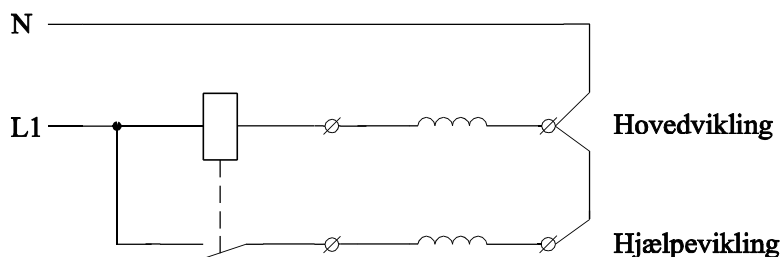
Afbrydelsen kan ske ved hjælp af en centrifugalafbryder, som er påbygget rotoraksel og lejeskjold. Kontakten afbryder, når cirka 70 % af det normale omdrejningstal er nået. Den slutter igen, når omdrejningstallet falder.



Startrelæ

Til afbrydelse af hjælpeviklingen i køleskabs- og frysermotor-kompressorer benyttes ofte startrelæer, hvor hovedviklingens store strøm, i startøjeblikket får relæet til at slutte kontakten til hjælpeviklingen.

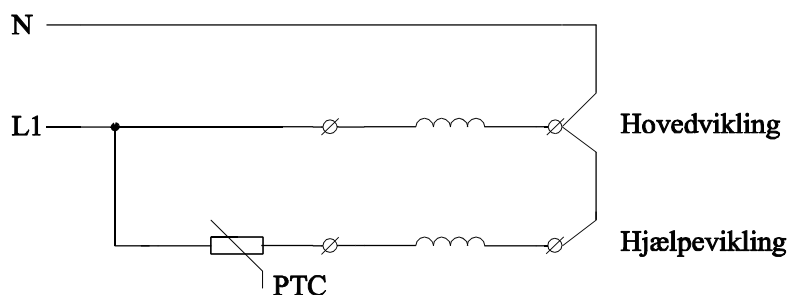
Når omdrejningstallet stiger, falder strømmen, og hjælpeviklingen afbrydes.



PTC-modstand

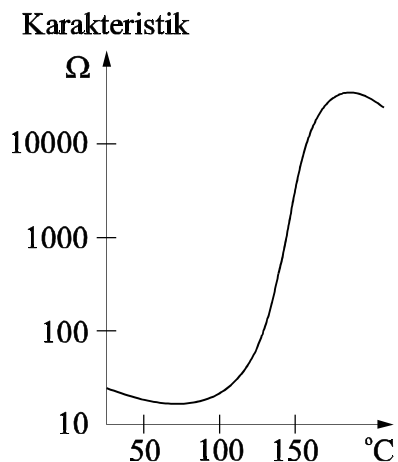
Kontakten kan udelades, når der i stedet benyttes en PTC-modstand.

Den ohmske modstand i en PTC-modstand er lille, når modstanden er kold, cirka 50Ω , og stor, når modstanden er varm, cirka 12000Ω , hvilket vil give en meget lille strøm i hjælpeviklingen, når modstanden er varm, og det vil næsten svare til en afbrydelse af hjælpeviklingen.



Ulempen ved PTC-modstanden er dog, at motoren ikke kan genstarte, når PTC-modstanden er varm. Der skal altså være en pause mellem to starter, som skal sikre, at PTC-modstanden er blevet afkølet.

Til gengæld får man ingen gnist i forbindelse med udkobling af hjælpeviklingen ved PTC-start.



En PTC-modstands karakteristik vises bedst på kurveform, hvor modstanden vises som funktion af temperaturen.

Kurven viser, at modstandens værdi stiger meget kraftigt inden for et lille temperaturområde.

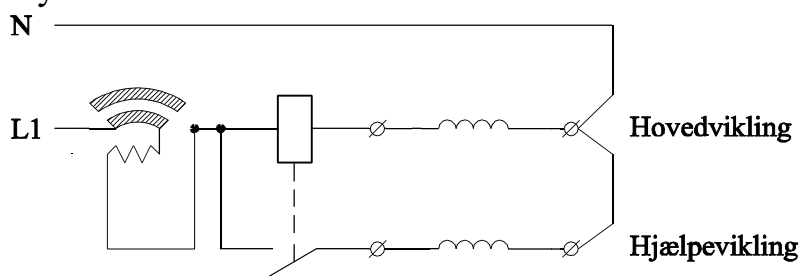
Da PTC-modstandens kolde værdi er cirka 50 Ω , skal motorens hjælpevikling have en lav egenmodstand.

Derfor må motorer, der er bygget til start med PTC-modstand, ikke forbindes med et startrelæ i stedet for. Strømmen i hjælpeviklingen vil blive alt for stor.

Motorer, der er bygget til start med startrelæ eller centrifugalafbryder, kan ikke anvendes sammen med PTC-modstand, fordi den samlede modstand i PTC og hjælpevikling bliver så stor, at strømmen i hjælpeviklingen bliver for lille til at give et tilstrækkeligt startmoment.

Beskyttelse

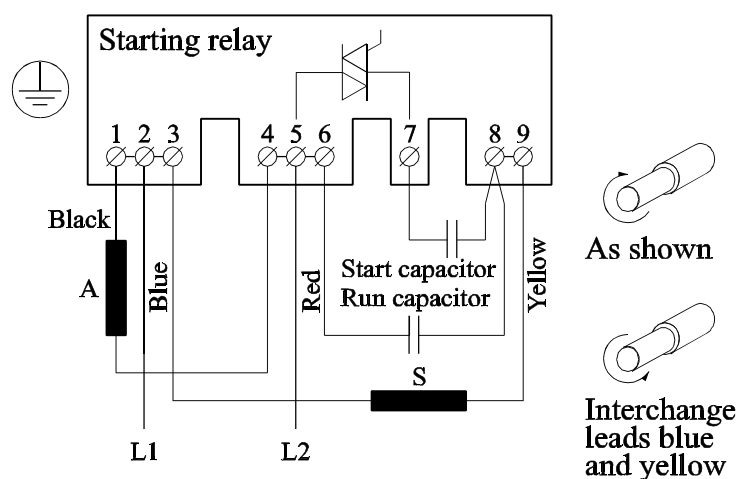
Til overstrøms og overtemperaturbeskyttelse af 1-fasede motorer benyttes ofte bimetallbryderrelæer, også kendt som klixon-relæer. Relæet består af et bimetalkontaktstykke, som ved opvarmning af motorens overflade bøjer sig og derved bryder strømkredsen. Relæet er også forsynet med en varmetråd, der gennemløbes af motorstrømmen. Ved for stor strøm i for lang tid vil varmetråden varme bimetalkontaktstykket op, så afbrydelse finder sted.



Kompressormotorer, hvis hjælpevikling er beregnet til PTC-modstand, kan have en bimetalkontakt indbygget i motoren, så den virker direkte som viklingsbeskytter.

Elektronisk startrelæ

Til 1-fasede motorer kan der også fås elektroniske startrelæer, eller de kan være indbygget i motoren. Som eksempel vises her et elektronisk startrelæ fra ABB Motors.



Relæet er beregnet til en motor med både drift og startkondensator. Relæet sikrer, at startkondensatoren kun kan være indkoblet i en vis tid (2 sek.), og startkondensatoren kan kun være indkoblet en gang for hver gang, der sættes spænding på. Der kan også tilsluttes indbygget motorbeskyttelse, enten som en strømmåling og/eller en temperaturmåling i motoren. Hvis relæet er monteret i/på motoren, skal der kun fremføres fase, nul og jordledning til motoren.

Fasen monteres på L1 og nullen på L2. Hovedviklingen er mærket med et A, og hjælpeviklingen er mærket med et S. Hvis man har behov for at ændre omløbsretningen, skal man bytte ledningerne til viklingen mærket S.

Det elektroniske startrelæ har mere eller mindre fortrængt centrifugalafbryderen og det almindelige startrelæ.

CSR og PSC motorer

Hvis man søger data på en 1-faset motor, vil man ofte møde udtrykkene CSR-motor og PSC-motor. En af disse to typer vil man ofte kunne finde i staldventilatorer, almindelige ventilationsanlæg, klimaanlæg, pumper, højtryksrensere og lignende.

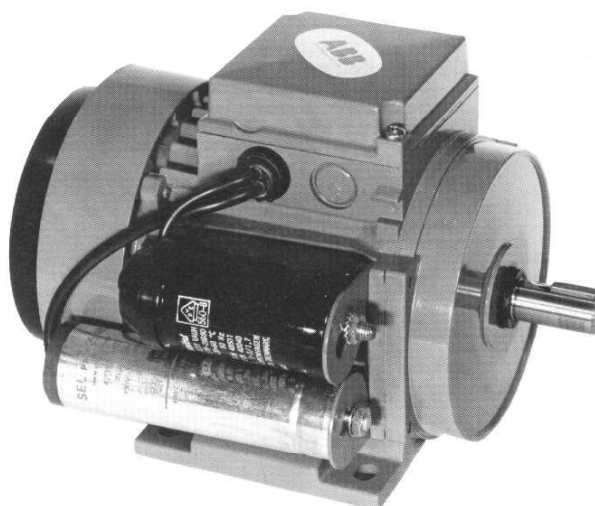
CSR (Capacitor Start and Run) er en 1-faset motor med både start- og driftskondensator og i nogle tilfælde også indbygget elektronisk startrelæ.

En CSR-motor er velegnet til maskiner m.m., der kræver et stort startmoment, da den giver et startmoment på cirka 160 %.

PSC (Permanent Split Capacitor) er en 1-faset motor med permanent indkoblet driftskondensator.

En PSC-motor er velegnet til drift af ventilatorer og pumper, der kræver et stigende moment og et lille startmoment. En PSC-motor giver typisk et startmoment på cirka 30-70 %.

1-fasede motorer fremstilles i mange varianter. De fremstilles ofte til direkte indbygning i ventilatorer, emhætter, højtryksrensere og lignende, med og uden kappe. Den eller de nødvendige kondensatorer og startanordninger kan være påmonteret eller indbygget i motoren eller klemkassen.

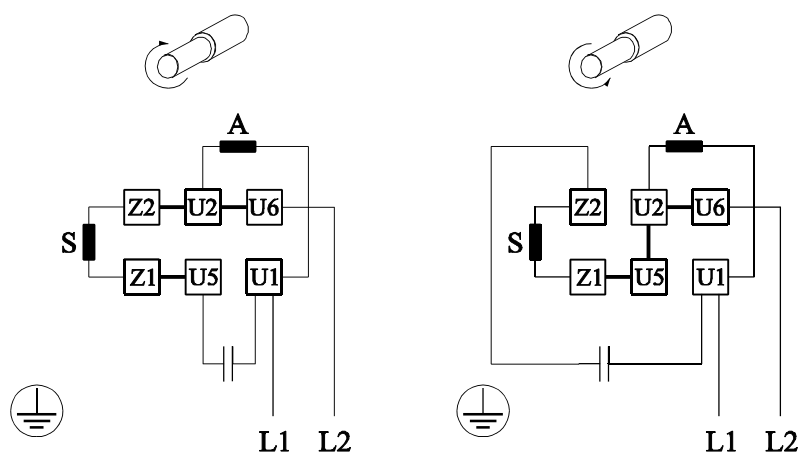


VEKSELSTRØMSMASKINER

Billedet viser en 1-faset motor med start- og driftskondensator, det vil sige en CSR-motor.

1-fasede motorer fremstilles til lager som 2, 4, 6 polede motorer. PSC-motorer fremstilles yderligere i tre forskellige varianter; som standardmotor, motor med forøget effekt og motor til hastighedsregulering.

En 1-faset motor vil normalt have seks klemmer i klemkassen.



Tegningen viser tilslutningen af en 1-faset PSC-motor. Hovedviklingen er mærket med et A, og hjælpeviklingen er mærket med et S. Tegningen viser, hvordan der skal kobles, afhængig af om man ønsker, at motoren skal løbe højre eller venstre om. Det ses, at ønsker man at vende omløbsretningen, skal man ændre strømretningen igennem hjælpeviklingen. L1 og L2 er henholdsvis fase og nul.

VEKSELSTRØSMASKINER

1-fasede motorer bliver ofte anvendt sammen med en simpel thyristor/triac-regulator til hastighedsregulering.

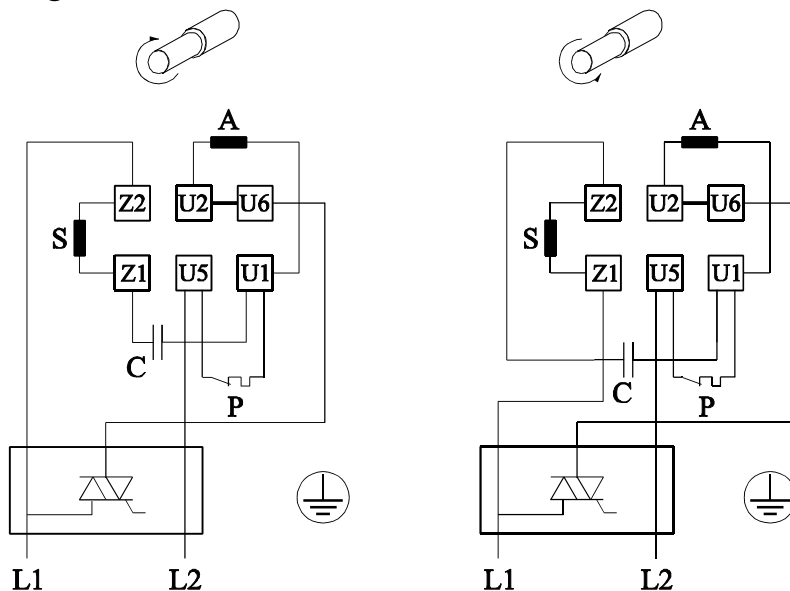
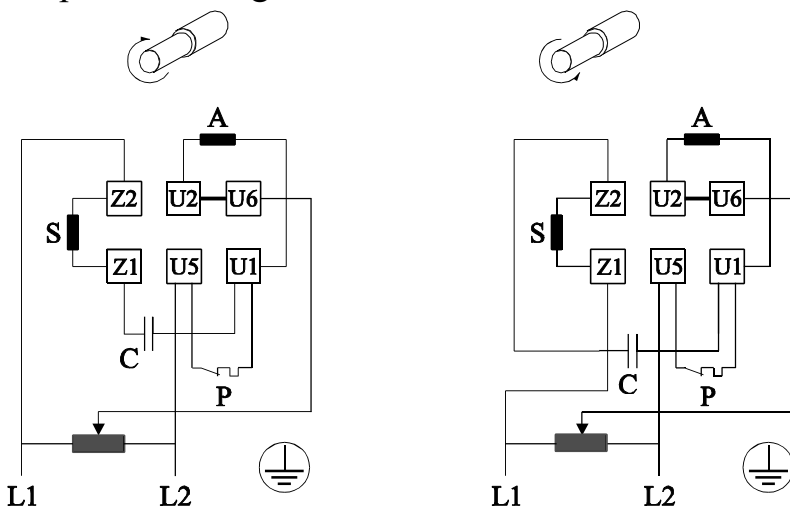


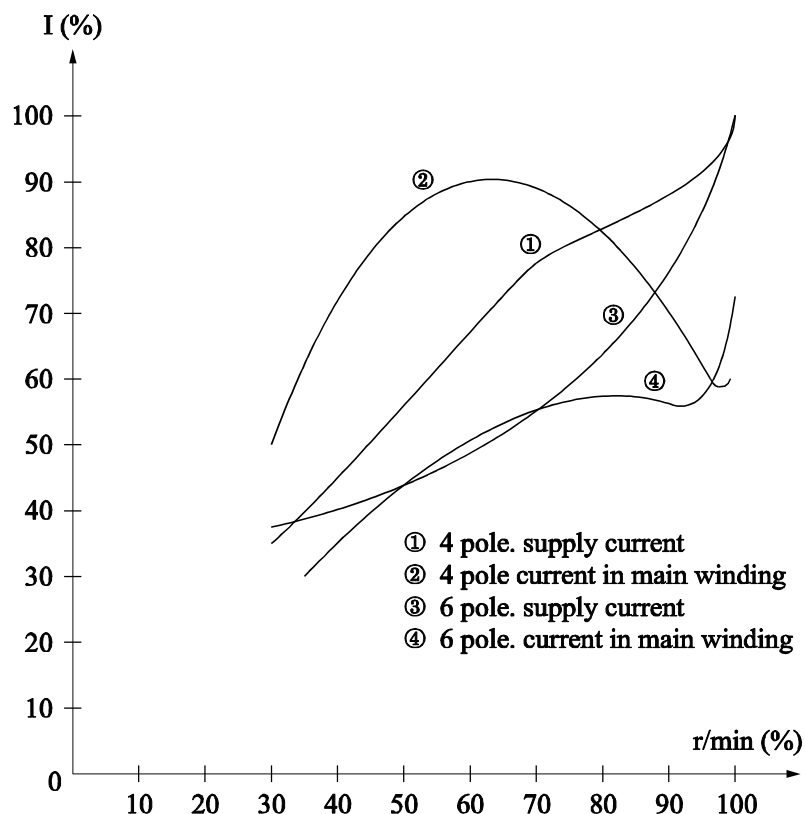
ABB-Motors demonstrerer i ovenstående vejledning, som gælder ved hastighedregulering af 1-fasede motorer med elektroniske regulatorer, at man kun bør regulere på spændingen til hovedviklingen samt indsætte en beskyttelse af motoren. Beskyttelsen kan være en temperaturmåling direkte i motoren.



Tegningen viser en hastighedregulering med transformer frem for en elektronisk regulator. Her anbefales det også at regulere på hovedviklingen alene.

VEKSELSTRØMSMASKINER

Ved regulering af 1-fasede motorer er det typisk, at strømmen i hovedviklingen gennem regulatoren stiger ved nedregulering. Derfor er det en god ide at beskytte motoren ved hjælp af indbygget bimetalskontakt eller termistor.



Kurverne her viser henholdsvis netstrøm (supply current) og strømmen i hovedviklingen (current in main winding) ved hastighedsregulering af en 1-faset motor, ved ventilatordrift. Kurverne skal kun opfattes som vejledende.

Grundfos giver de samme anvisninger som ABB-Motors ved regulering af 1-fasede motorer; nemlig spændingsregulering på hovedviklingen alene. Årsagen er den samme; at begrænse den optagne strøm og derved formindske varmeudviklingen i motoren.

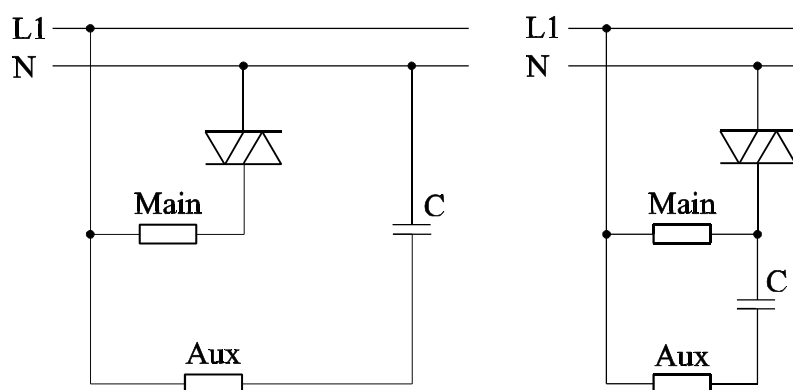
Grundfos kalder det for henholdsvis 3-leder og 2-leder regulering.

VEKSELSTRØSMASKINER

Ved alle 1-fasede motorer er der mulighed for at vælge enten en 3-leder eller en 2-leder hastighedsregulering.

Grundfos og ABB anbefaler en 3-leder regulering, da det giver den bedste virkningsgrad og bevirker, at den fra nettet optagne strøm ændrer sig proportionalt med den optagne effekt.

Dog kan 2-leder regulering anvendes, hvor det ikke er muligt at anvende 3-leder regulering. Ved 2-leder regulering kan man dog blive udsat for, at den optagne strøm overstiger mærkestrømmen.

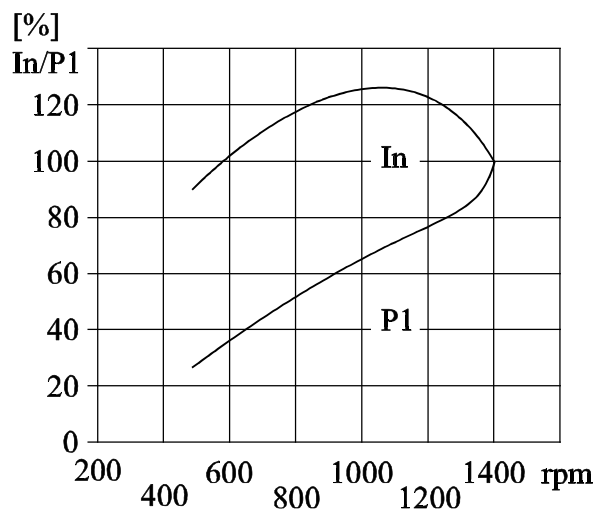
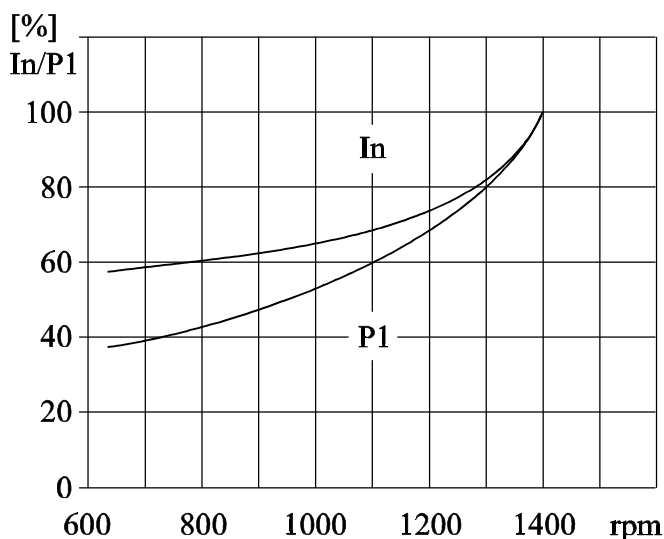


Tegningen viser tilslutning ved henholdsvis 3-leder og 2-leder regulering. Ved 3-leder regulering sidder regulatoren indskudt foran hovedviklingen (main) alene, og hjælpeviklingen (aux) bliver forsynet uden om regulatoren.

Ved 2-leder regulering bliver både hoved- og hjælpeviklingen forsynet igennem regulatoren. Det vil forøge den optagne strøm og formindske den samlede virkningsgrad.

VEKSELSTRØMSMASKINER

Kurverne viser strøm og effekt som funktion af omdrejningstallet ved hastighedsregulering af 1-fasede motorer.



Ved brug af 1-fasede motorer gælder det generelt, at de ikke er egnede til længere tids drift uden belastning, da dette vil forøge varmeudviklingen i motoren. Hvis man har brug for 1-fasede motorer, der skal køre i længere tid uden belastning, bør man få produceret motorer, der er specielt fremstillet til formålet.

På de næste sider er der vist data fra 1-fasede motorer fra henholdsvis Grundfos og ABB-Motors.

2-pol. Standard 1 x 220-230/240 V

Type	P ₂ [kW]	I _n [A]	cos φ	η [%]	n [min ⁻¹]	M _n [Nm]	$\frac{I_{st}}{I_n}$	$\frac{M_{st}}{M_n}$	$\frac{M_{kip}}{M_n}$	C _{400 v} [μF]
MG 71 A2	0.25	2.05/2.00	0.99	58-56/55	2800	0.85	2.8	1.2	2.5	20
MG 71 B2	0.37	2.95/2.70	0.99	60-58/60	2770	1.28	2.8	1.1	2.2	25
MG 80 A2	0.55	4.00/3.65	0.99	66-64/66	2750	1.90	2.8	1.0	2.0	30
MG 80 B2	0.75	5.10/4.75	0.99	69-67/69	2780	2.60	3.0	0.8	2.0	35
MG 90 SA2	1.10	7.50/6.75	0.99	70-68/70	2760	3.80	3.6	0.7	2.2	50
MG 90 LB2	1.50	9.55/8.80	0.99	74-72/74	2760	5.20	3.8	0.7	2.2	60
MG 90 LC2	2.20	13.6/12.6	0.99	77-75/77	2740	7.70	3.8	0.6	2.0	80

VEKSELSTRØMSMASKINER

4-pol. Standard
1 x 220-230 V

Type	P ₂ [kW]	I _n [A]	cos φ	η [%]	n [min ⁻¹]	M _n [Nm]	$\frac{I_{st}}{I_n}$	$\frac{M_{st}}{M_n}$	$\frac{M_{kip}}{M_n}$	C _{400 V} [μF]
MG 71 A4	0.18	1.62	0.97	54-52	1350-1370	1.26	2.0	0.8	1.7	12
MG 71 B4	0.25	2.14	0.97	57-55	1350-1370	1.76	2.2	0.7	1.7	16
MG 80 A4	0.37	2.85	0.97	62-60	1350-1370	2.60	2.4	0.7	1.7	20
MG 80 B4	0.55	4.00	0.97	66-64	1350-1370	3.85	2.6	0.7	1.7	25
MG 90 SA4	0.75	5.35	0.97	68-66	1390-1410	5.10	3.0	0.55	1.9	30
MG 90 LB4	1.10	7.20	0.97	73-71	1390-1410	7.50	3.3	0.45	1.9	40
MG 90 LC4	1.50	9.80	0.97	74-72	1390-1410	10.2	3.6	0.55	1.9	60

6-pol. Thyristor
1 x 220-240 V

Type	P ₂ [kW]	I _n [A]	cos φ	η [%]	n [min ⁻¹]	M _n [Nm]	$\frac{I_{st}}{I_n}$	$\frac{M_{st}}{M_n}$	$\frac{M_{kip}}{M_n}$	C _{400 V} [μF]
MG 71 A6	0.08	0.78	0.96	51-47	860-890	0.86	1.7-2.0	0.65-0.8	1.4-1.6	4
MG 71 A6	0.12	1.12	0.97	54-48	860-890	1.30	1.7-2.0	0.75-1	1.5-1.8	8
MG 71 B6	0.18	1.70	0.97	55-48	860-890	1.96	1.7-2.0	0.75-1	1.5-1.8	10
MG 80 A6	0.25	2.16	0.98	57-51	860-890	2.75	1.7-2.0	0.75-1	1.5-1.8	12
MG 80 B6	0.37	3.00	0.98	60-56	860-890	4.05	1.7-2.0	0.75-1	1.5-1.8	20

6-pol. Standard
1 x 220-240 V

Type	P ₂ [kW]	I _n [A]	cos φ	η [%]	n [min ⁻¹]	M _n [Nm]	$\frac{I_{st}}{I_n}$	$\frac{M_{st}}{M_n}$	$\frac{M_{kip}}{M_n}$	C _{400 V} [μF]
MG 71 A6	0.08	0.78	0.96	51-47	860-890	0.86	1.7-2.0	0.65-0.8	1.4-1.6	4
MG 71 A6	0.12	1.12	0.97	54-48	860-890	1.30	1.7-2.0	0.75-1	1.5-1.8	8
MG 71 B6	0.18	1.70	0.97	55-48	860-890	1.96	1.7-2.0	0.75-1	1.5-1.8	10
MG 80 A6	0.25	2.16	0.98	57-51	860-890	2.75	1.7-2.0	0.75-1	1.5-1.8	12
MG 80 B6	0.37	3.00	0.98	60-56	860-890	4.05	1.7-2.0	0.75-1	1.5-1.8	20

VEKSELSTRØMSMASKINER

CSR motors

Starting torque about 160%. Rated data at 220 V 50 Hz

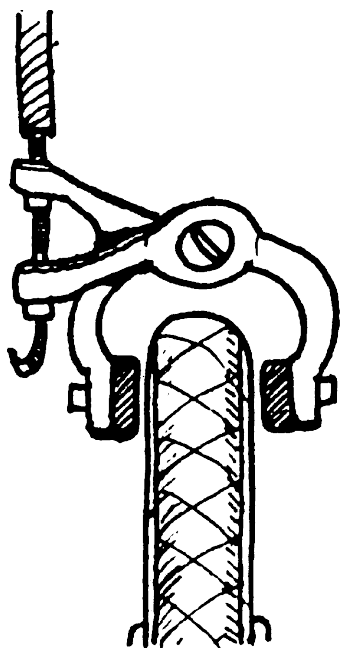
Output kW	Motor type	Cat. No.			Speed r/min	Efficiency %	Power factor cos φ	Current		Torque			Capacitor		Moment of inertia J=1/4 GD ² kgm ²	Weight kg	
		Foot-mounted motor	Flange-mounted motor large flange	Flange-mounted motor small flange				I _{st} A	I N	M Nm	M _{st} M	M _{max} M	Start uF	Run uF			
2 poles = 3000 r/min																	
0.25	MT 63 B	MK 111	201-●	231-●	261-●	2750	57	0.99	2	4	0.85	1.4	1.5	16	8	0.00018	4.5
0.37	71 A		202-●	232-●	262-●	2850	65	0.99	2.6	4	1.25	1.4	1.7	40	12	0.0004	5.5
0.55	71 B		203-●	233-●	263-●	2850	68	0.99	3.8	4	1.9	1.4	1.7	60	16	0.0005	6.5
0.75	80 A		204-●	234-●	264-●	2870	71	0.99	4.9	4	2.5	1.4	1.7	80	20	0.0009	9
1.1	80 B		205-●	235-●	265-●	2870	73	0.99	7	4	3.7	1.4	1.7	100	25	0.0011	10
1.4	90 S		206-●	236-●	266-●	2870	70	0.99	9	4	4.7	1.4	1.7	120	40	0.0019	13
4 poles = 1500 r/min																	
0.18	MT 63 B	MK 111	210-●	240-●	270-●	1370	54	0.95	1.6	3.5	1.25	1.6	1.5	20	10	0.00028	4.5
0.25	71 A		211-●	241-●	271-●	1380	55	0.99	2.1	3.5	1.8	1.6	1.6	40	12	0.00073	5.5
0.37	71 B		212-●	242-●	272-●	1380	60	0.99	2.9	3.5	2.5	1.6	1.6	60	16	0.00098	6.5
0.55	80 A		213-●	243-●	273-●	1400	66	0.99	3.9	3.5	3.7	1.6	1.6	60	20	0.0017	9
0.75	80 B		214-●	244-●	274-●	1400	67	0.99	5.2	3.5	5	1.6	1.6	80	25	0.0021	10
1.1	90 S		215-●	245-●	275-●	1410	71	0.99	7.2	3.5	7.5	1.6	1.6	100	30	0.0032	13
1.5	90 L		216-●	246-●	276-●	1410	75	0.99	9.5	3.5	10	1.6	1.6	120	40	0.0043	16.5
1.85	100 LA		217-●	247-●	277-●	1380	75	0.99	11.5	3	12.5	1.3	1.6	100	50	0.0069	20.5
2.2	100 LB		218-●	248-●	278-●	1380	78	0.99	13.5	3	15	1	1.6	80	50	0.0082	23.5
6 poles = 1000 r/min																	
0.18	MT 71 A	MK 111	221-●	251-●	281-●	900	47	0.97	1.8	2.5	1.9	1.4	1.2	20	10	0.0007	5.5
0.25	71 B		222-●	252-●	282-●	910	54	0.95	2.2	3.5	2.6	1.4	1.2	40	12	0.0009	6.5
0.37	80 A		223-●	253-●	283-●	920	58	0.97	3	3.5	3.8	1.4	1.2	40	16	0.0017	9
0.55	80 B		224-●	254-●	284-●	920	61	0.96	4.3	3.5	5.7	1.4	1.2	40	20	0.0021	10
0.85	90 L		226-●	256-●	286-●	930	65	0.96	6.2	3.5	8.6	1.4	1.2	80	30	0.0043	16.5
1.1	100 L		227-●	257-●	287-●	950	69	0.96	7.5	3.5	11	1.4	1.2	80	40	0.0082	23.5

PSC motors, basic design

Starting torque about 30 to 70%. Rated data at 220 V 50 Hz

Output kW	Motor type	Cat. No.			Speed r/min	Efficiency %	Power factor cos φ	Current		Torque			Capacitor Run uF	Moment of inertia J=1/4 GD ² kgm ²	Weight kg	
		Foot-mounted motor	Flange-mounted motor large flange	Flange-mounted motor small flange				I _{st} A	I N	M Nm	M _{st} M	M _{max} M				
2 poles = 3000 r/min																
0.2	MT 63 B	MK 111	601-●	631-●	661-●	2610	54	0.99	1.7	2.5	0.7	0.6	1.4	8	0.00018	4.5
0.45	71 B		603-●	633-●	663-●	2650	62	0.99	3.3	2.5	1.6	0.7	1.4	16	0.0005	6.5
0.9	80 B		605-●	635-●	665-●	2700	69	0.99	6	2.5	3.2	0.5	1.4	25	0.0011	10
1.5	90 L		607-●	637-●	667-●	2750	72	0.99	9.5	3	5.2	0.4	1.7	40	0.0024	16.5
4 poles = 1500 r/min																
0.15	MT 63 B	MK 111	610-●	640-●	670-●	1340	50	0.98	1.4	2.5	1.1	0.7	1.4	10	0.00028	4.5
0.33	71 B		612-●	642-●	672-●	1360	57	0.97	2.7	2.5	2.3	0.5	1.3	16	0.0098	6.5
0.7	80 B		614-●	644-●	674-●	1370	65	0.98	5	3	4.9	0.4	1.2	25	0.0021	10
1	90 S		615-●	645-●	675-●	1370	70	0.99	6.6	3	7	0.4	1.2	30	0.0032	13
1.3	90 L		616-●	646-●	676-●	1380	70	0.99	8.5	3	9	0.3	1.2	30	0.0043	16.5
1.85	100 LA		617-●	647-●	677-●	1380	74	0.99	11.5	3	13	0.3	1.4	50	0.0069	20.5
2.2	100 LB		618-●	648-●	678-●	1380	75	0.99	13.5	3	15	0.3	1.4	50	0.0082	23.5
6 poles = 1000 r/min																
0.22	MT 71 B	MK 111	622-●	652-●	682-●	870	46	0.94	2.3	2	2.4	0.6	1.3	12	0.0009	6.5
0.35	80 A		623-●	653-●	683-●	880	54	0.95	3.1	2	3.8	0.6	1.2	16	0.0017	9
0.5	80 B		624-●	654-●	684-●	890	59	0.96	4	2	5.4	0.6	1.2	20	0.0021	10
0.75	90 L		626-●	656-●	686-●	900	63	0.98	5.5	2	8	0.5	1.2	30	0.0043	16.5

Bremsning af motorer



Det vil ofte være nødvendigt at have mulighed for at bremse en motor. Det kunne også være et krav af hensyn til personsikkerhed.

Bremsning af motorer kan fx være nødvendig ved kraner, robotter, trykkemaskine, maskiner til automatisk bearbejdning af træ, metal, plast og lignende steder.

Der kan anvendes mekanisk eller elektrisk bremsning. Mekanisk bremsning virker ved, at en flade roterer og en anden flade bliver fastholdt. Når disse to flader bliver presset mod hinanden, vil der blive bremsset.

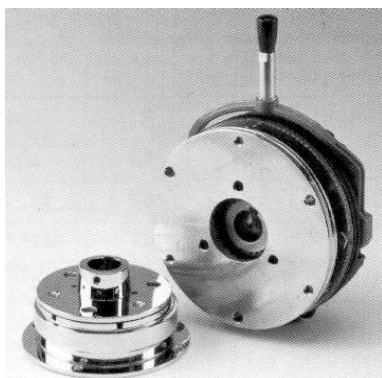
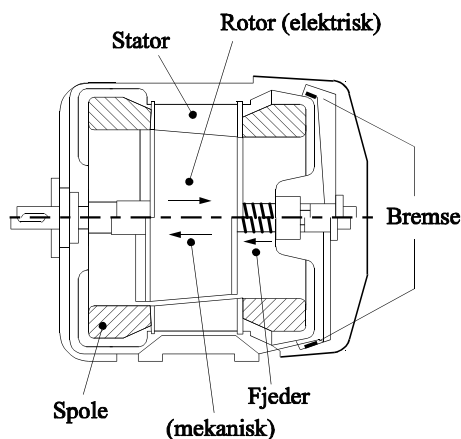
Som eksempel kan man tage den velkendte bremse på en cykel, der anvender samme princip som en mekanisk bremse på en motor. Cykelhjulet er her den roterende del, selve bremsen er den faste del, monteret på cyklen. Når bremsen, med bremsebelægning, klemmes omkring hjulets fælg, vil hjulet blive bremsset. Bremsere til motorer udformes både som keglebremse, bakkebremse, skivebremse og lamelbremse.

På en motor er en del af bremsen fastgjort på rotoren eller rotorakslen (den roterende del) og en del på statoren eller statorhuset (den faste del). De fleste bremsere til motorer skal have spænding for at løsne bremsen. Når spændingen til bremsen fjernes, sker der en bremsning. Det vil sige, at bremsen frigøres ved magnetløftning. Fordelen ved dette princip er, at sker der et spændingssvigt, vil der også ske en bremsning.

Motorer med bremsere udformes på forskellig måde. Udformningen af bremsen afhænger delvist af, hvad motoren skal anvendes til.

På kraner anvendes der ofte motorer med konisk rotor, som vist her. Denne type motor kaldes også for en stopmotor.

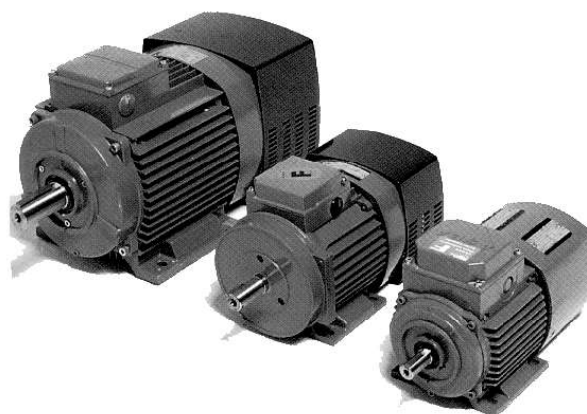
VEKSELSTRØMSMASKINER



På rotorakslen er der monteret en konisk bremse og en kraftig fjeder. Ved standset motor holder fjederen rotoren trykket ud af normalstillingen, og dermed bremsens faste og bevægelige dele mod hinanden, så motoren bliver bremsset. Påtrykkes motoren spænding, vil feltet trække rotoren på plads i statoren, så bremsen løsnes. Denne type bremse er ikke så almindelig, da den kræver en speciel motorproduktion. Det er mere almindeligt at påmontere bremsen på en standardmotor.

Denne type bremse bliver anvendt til påbygning af standardmotorer. Bremsen er aktiveret i spændingsløs tilstand, men den kan frigøres ved betjening af det påmonterede håndtag, dog kun så længe håndtaget holdes. Når det slippes, er der bremsset igen. Denne type bremse fås både til veksel- og jævnspænding. Bremsen anvendes ofte på motorer, der har akslen ført ud i begge ender (en N- og D-ende). På D-enden monteres remskive eller kobling, og i N-enden monteres bremsen. Det vil så ofte betyde, at motoren skal forsynes med fremmed ventilation og at motoren skal have bolte eller bolthuller, hvor bremsen kan fastgøres. Denne type bremse kan selvfølgelig monteres andre steder på en maskine end lige på motoren.

Der kan også fås motorer, hvor bremsen er påbygget af producenten.



Billedet viser bremsemotorer fra ABB Motors. De to motorer til venstre er monteret med jævnstrømsmanøvreret skivebremse, som automatisk justerer luftspalten efterhånden som bremseklodserne slides. Motoren til højre er af samme type, men luftspalten skal justeres manuelt.

VEKSELSTRØMSMASKINER

Ved automatisk justering af luftspalten får man altid en ensartet bremsning. Om man skal vælge manuel eller automatisk justering af luftspalten, vil afhænge af det krav, der måtte være til den bremsning, der ønskes. Hvis man kræver mange og præcise bremsninger, skal man vælge den automatiske justering. Hvis det drejer sig om få bremsninger, kan man vælge den noget enklere og billigere bremse med manuel justering.

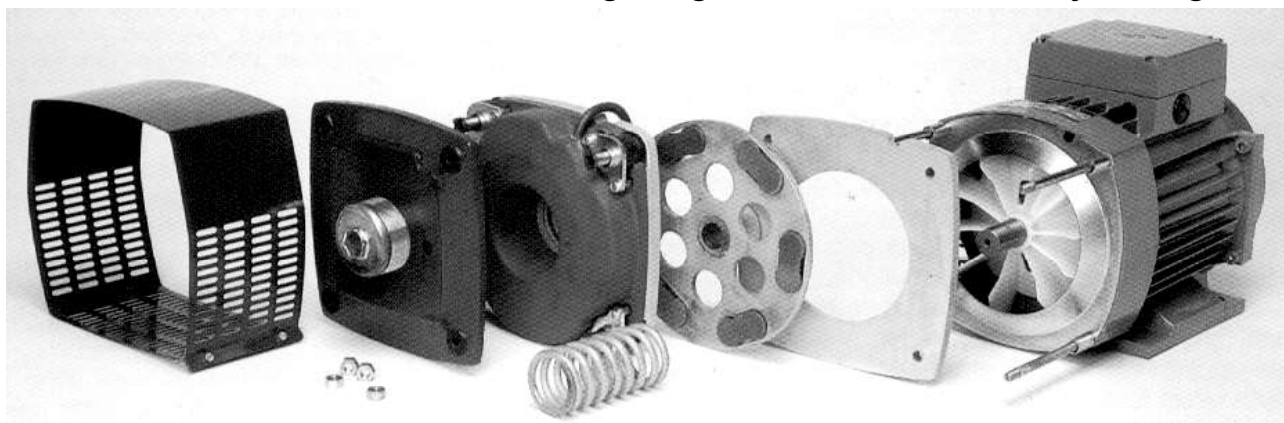
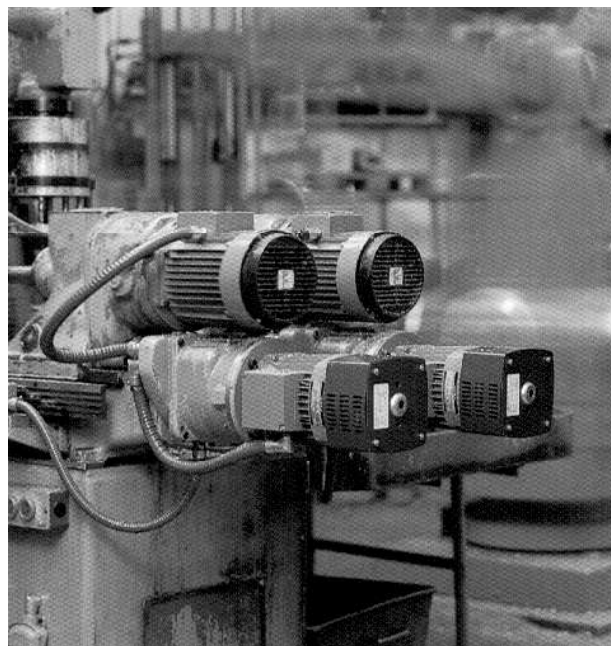
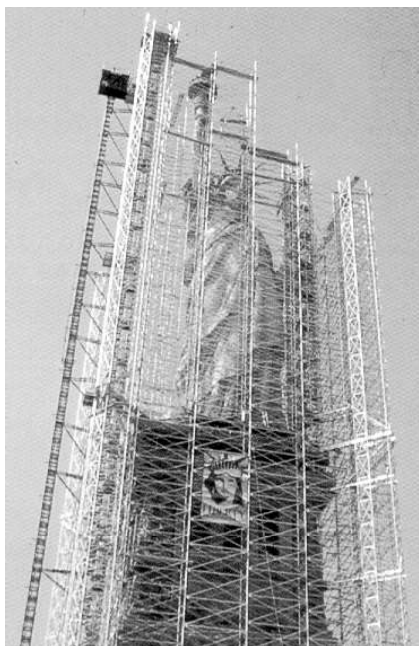


ABB Motors bremsemotor med adskilt bremse. Fra venstre mod højre vises bremstens kapsling, endeplade med justerhylster til momentindstilling, elektromagnet med justeringenheder, trykfjeder, roterende bremseskive med bremseklodser, fast bremseskive samt motor med bolte til fastspænding af bremsen.

VEKSELSTRØMSMASKINER



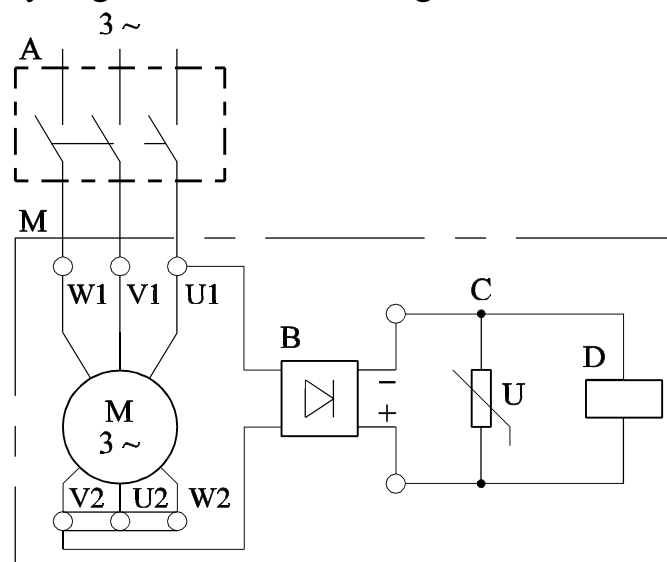
Bremsemotorer anvendes til mange formål. Billedet til venstre viser restaureringen af Frihedsgudinden i New York, hvor der blev anvendt bremsemotorer fra ABB Motors. Billedet til højre viser en robotbetjent bore- og gevindmaskine, hvor man anvender standardmotorer til spindel drift (de to øverste) og bremsemotorer til fødebevægelserne (de to nederste).

En ulempe ved mekaniske bremsere er, at bremsebelægningen bliver slidt og skal udskiftes med tiden. Slidningen er afhængig af bremsefrekvensen, belastningens størrelse og motorens omdrejningstal. Sliddet kan mindskes ved at begrænse en af de tre nævnte ting eller ved at supplere med en elektrisk bremsning.

For vekselstrømsmotorer vil det være mest naturligt at forsyne bremsen med vekselstrøm. Jævnstrømsforsyning er dog at foretrække, fordi den giver et blødt anslag og lav arbejdsstrøm samt mulighed for at variere bremsefaldetiden (tiden fra strømmen afbrydes, indtil bremsevirkningen indtræder). Vekselstrømsfornede bremsere (bremsepoler) kan blive overophedet, hvis magnetens luftspalte bliver for stor på grund af slid. Endvidere kan brummen opstå, hvis magnetens polflader bliver snavsede eller deformerede. Vekselstrømsfornede bremsere har dog en kortere faldetid, hvilket kan være en fordel, hvor der forekommer hyppige bremsninger. Men det betyder, at bremsepoler skal

overdimensioneres, da opvarmningen bliver høj på grund af indkoblingsstrømmene.

En bremse kan i de fleste tilfælde få sin spændingsforsyning fra motorens ledninger/klemmer.



Tegningen her viser tilslutningen af en bremse. A = indkoblingsapparatet, fx en kontaktor eller et håndbetjent motorværn. B = Ensretter, der kan være indbygget i bremsen eller i motorens klemkasse. C = Varistor til overspændingsbeskyttelse. D = Bremsemagnet. M = Motoren med bremse. Som det ses, er det altså ikke altid nødvendigt med ekstra ledninger til en bremsemotor.

Elektrisk bremsning

Modstrømsbremsning:

Ved modstrømsbremsning foretager man en omkobling af motoren, mens den er i drift. Det vil sige, at når motoren kører med normalt omdrejningstal, omkobles der til modsat retning. Det kan gøres ved hjælp af en frem-bak styring. Efter bremsning til stilstand vil motoren starte med modsat omløbsretning, hvis ikke strømmen til motoren afbrydes. Derfor vil det være nødvendigt at udstyre motoren med en hastighedsovervågning, der afbryder strømmen, når omdrejningstallet nærmer sig nul. Ved modstrømsbremsning får man et meget højt bremsemoment. Der er dog ikke nogen bremsevirkning ved stilstand. Strømmen under brem-

seperioden bliver stort set lig med motorens normale startstrøm. Derfor bliver varmeudviklingen i motoren meget høj. Det betyder, at den tilladte bremsefrekvens kun må være cirka $\frac{1}{4}$ af det tilladte antal for en bremsemotor. Da det er meget nemt at overophede motoren ved denne form for bremsning, anbefales det at benytte termofølere til måling af motorens temperatur for at beskytte motorens viklinger mod overophedning.

Jævnstrømsbremsning af vekselstrømsmotorer

Ved jævnstrømsbremsning benytter man jævnstrøm til bremsning af motoren. Hvis motoren kører med normalt omdrejningstal, skal man frakoble vekselstrømsforsyningen og herefter magnetisere motoren med jævnstrøm. Herved udvikler motoren et bremsende moment, dog et betydeligt svagere moment end ved modstrømsbremsning. Ved jævnstrømsbremsning kan man anvende en almindelig standardmotor. Det eneste ekstra der kræves, er udstyr til at frakoble vekselspændingen og udstyr til jævnstrømsforsyning og indkobling af denne. Efter frakobling af vekselspændingen skal der være en lille pause før indkobling af jævnspændingen. Man skal være sikker på, at vekselspændingen er væk, inden man indkobler jævnspændingen, eller at vekselspændingen har fået så lav en værdi, at den ikke skader jævnspændingsudstyret. Magnetiseringsstrømmens (jævnstrømmen til bremsning) størrelse bestemmes ud fra den bremsetid, man ønsker, men som regel vælges der en strøm på 1 til 2 gange motorens fulldlaststrøm. Mætningsforholdet i motorens magnetiske kreds gør, at det ikke får nogen ekstra betydning med en større strøm, samt at bremsemomentet bliver relativt svagt.

Ved jævnstrømsbremsning får man en længere bremsetid end ved modstrømsbremsning, men en mindre opvarmning af motoren. Hvis der sker svigt i jævnspændingsforsyningen, fås der ingen bremsevirkning. Derfor skal man ikke bruge elektrisk bremsning, hvor manglende bremsning kan betyde fare for personer eller maskiner. I sådanne tilfælde skal man altid anvende mekaniske bremsemetoder.

Det vil også være muligt at anvende en frekvensomformer til bremsning af motorer (se afsnittet om omformere i denne bog).

Sikkerhedsrelaterede bremsninger.

Hvis bremsning af en motor har sikkerhedsrelateret betydning, fx bremsning af en rundsav, skal metoden tilfredsstille kravene i standarderne for sikkerhedsrelaterede styresystemer ISO 13849-1 og IEC 62061.

Disse krav er ikke opfyldt for frekvensomformere i almindelighed. Spørg fabrikanten.

Nye elektroniske bremseteknologier.

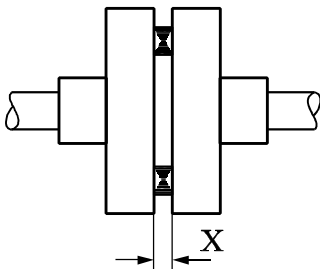
Der er i skrivende stund nye teknologier på vej ind på markedet, som tilfredsstiller kravene i de to standarder med **performance level a til e** samt **SIL 1 til SIL 4**.

Det er hermed muligt at bremse en motor på samme tid, som den løber op på sin normale hastighed. Metoden indebærer, at den energi, der skal bremses væk, anvendes til at bremse motoren med. Det betyder, at energien bortbrændes i motoren. Bremselider helt ned til 1 sekund til opfyldelse af kravene til de farligste maskiner i fødevarerindustrien.

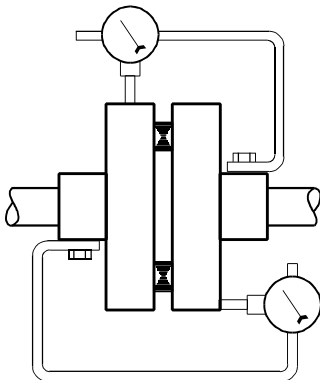
Fastgørelse af en motor

En motors fundament skal være plant og solidt og så vidt muligt vibrationsfrit. Et støbt fundament er derfor at anbefale. Fundamentet skal være så stabilt, at det kan modstå de kræfter, der kan opstå i alle start- og driftstilfælde.

Opretning af motorer



Med opretning menes der opretning i forhold til det, motoren skal drive. Motorer skal altid rettes nøjagtigt op, specielt ved direkte tilkobling. Hvis en motor står en lille smule skævt i forhold til det, den skal drive, vil man få fejl såsom, lejefejl, vibrationer eller måske akselbrud. Hvis man har konstateret lejefejl eller vibrationer, skal man kontrollere opretningen (om motoren står lige i forhold til det, den skal drive). Hvis man vil kontrollere, om to koblingsflader er parallelle, måler man afstanden X med et søgeblad i yderkanten af koblingsfladerne.



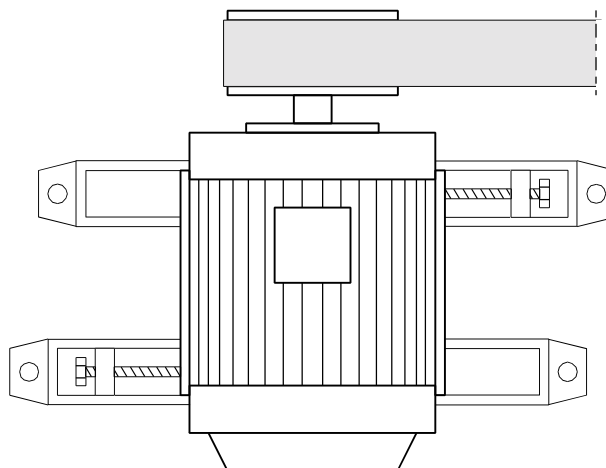
Herefter vrider man begge koblingshalvdele 90° således, at akslernes indbyrdes position er den samme, og man måler igen afstanden mellem fladerne. Dette gøres også ved 180° og 270°, det vil sige fire steder. De fire målinger bør være ens. Der bør ikke accepteres forskelle, der er større end 0,05 mm. Den bedste måde at kontrollere opretningen på er ved hjælp af indikatorer, som vist her.

De to ure sidder på hver sin del, de vil vise forskellene i både aksial og radial retning (om de er lige over for hinanden og lige langt fra hinanden). Ved langsomt at dreje akslerne rundt og samtidig aflæse udslag på urene kan man se, om det er nødvendigt at foretage justeringer. Ved opretning skal man også tage hensyn til eventuelle forandringer, der kan forekomme ved opvarmning af aksler og underlag.

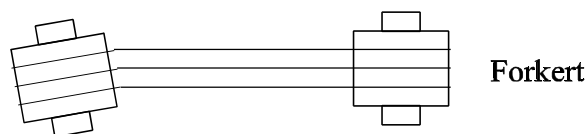
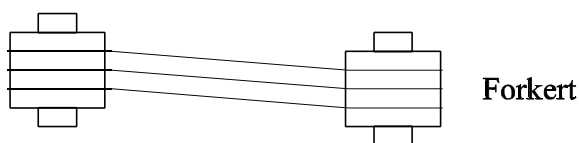
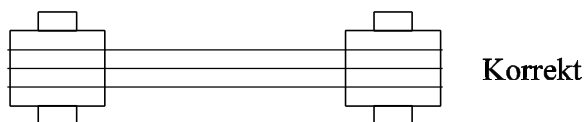
VEKSELSTRØMSMASKINER

Remtræk

Ved remtræk bør den nedre del være den trækkende. Det vil belaste motorens fastspænding mindst muligt. Hvis der benyttes spændeskinner, bør de placeres som vist her.

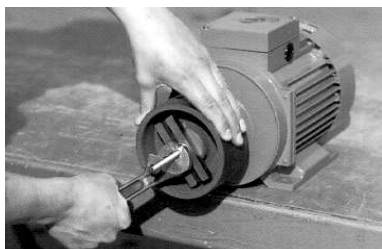


Spændeskinne nærmest remmen placeres, så skruen kommer mellem motoren og den drevne maskine. Den anden skinne skal have skruen modsat. Det er vigtigt at motoren placeres rigtigt i forhold til den drevne maskine.



Motorens aksel skal være parallel med den drevne maskines aksel. Rømmene må ikke spændes for meget. En for stram rem kan være årsag til lejeskader eller akselbrud.

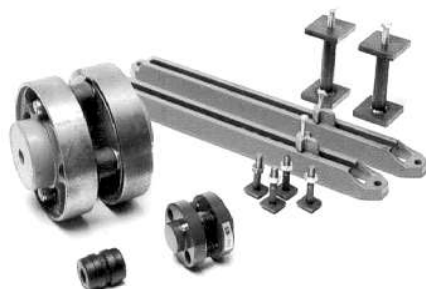
Montering af remskiver og koblingshalvdele



En remskive eller en koblingsdel der skal monteres på en aksel, må under ingen omstændigheder slås på. Det vil give skader på lejerne. Størstedelen af de lejefejl, der forekommer, kan føres tilbage til monteringen af remskive eller koblingshalvdel. Hvis man slår på en remskive, vil det give små ridser i lejets baner. Disse små mærker forstærkes under rotationen og vil lidt efter lidt, give afskalninger i lejet. Så remskiver skal enten opvarmes og sættes på eller klemmes på, som vist her.

Billedet viser korrekt påsætning af en remskive. Remskiven sættes halvt på og presses det sidste stykke ved hjælp af en bolt, en møtrik og et par stykker fladjern. Remskiven kan låses ved hjælp af en endeskive og en bolt. Ved demontering skal der anvendes en aftrækker.

Til sammenkobling af motor og maskine findes der forskelligt tilbehør.



Billedet til venstre viser elastiske koblinger, spændeskiner med spændehager, fastgøringsskruer og fastgøringsklodser. Billedet til højre viser motorer fastgjort på spændeskiner med remtræk til ventilatorer.

Montering og demontering af lejer

Når et leje skal monteres på en aksel, kan man anvende kold eller varm montering. Kold montering bør kun anvendes ved små lejer og kun, når de ikke skal presses for langt. Ved varm montering varmes lejet i et oliebad eller på anden måde. Derefter presses lejet på ved hjælp af en monteringsbøsning, der passer på lejets inderring. Fedtfuldte lejer bør ikke varmes. Demontering af fejlfrie lejer bør kun forekomme i undtagelsestilfælde. Det sker alt for ofte, at et fejlfrit leje bliver ødelagt under demontering. Demontering af små og middelstore lejer kan foregå ved kold demontering, det vil sige med aftrækker. Ved fast pasning på akslen skal aftrækkeren gribe i lejets inderring. Hvis dette ikke er muligt, kan man undtagelsesvis gribe i lejets yderring, under forudsætning af at yderring og aftrækker drejes rundt ved demonteringen. Demontering af store lejer bør foregå på specialværksted. Man bør dog huske på, at man aldrig må slå på lejer, aksler og remskiver, dette vil altid give en skade på motorens lejer.

Måling af en motors isolationsmodstand

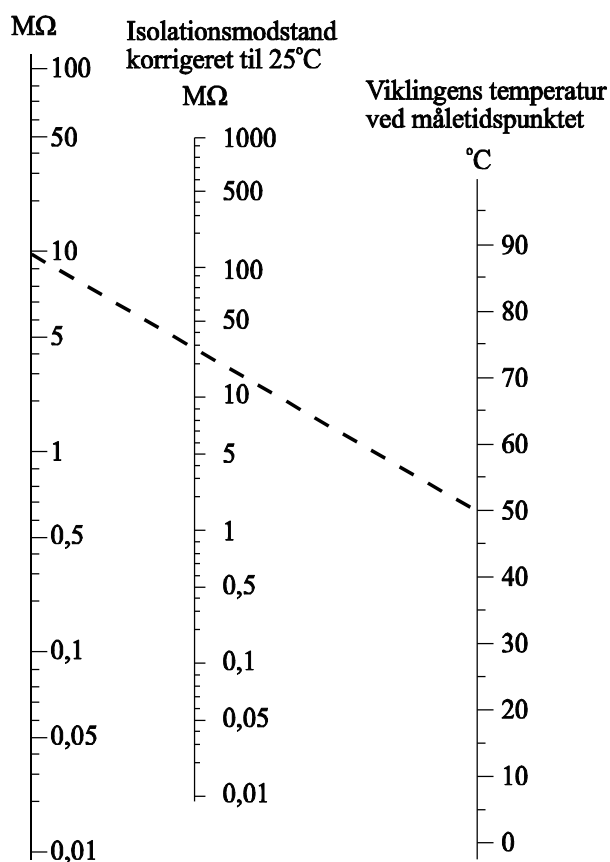
Før en elektrisk motor tages i brug første gang eller efter længere tids stilstand bør man kontrollere viklingernes overgangsmodstand. Nye motorer har dog altid en meget god isolationsmodstand. Det kan dog ske, hvis motoren har været opbevaret under meget fugtige forhold, at isolationsmodstanden er blevet for lille. Det samme kan ske, hvis en motor har stået stille i et fugtigt lokale. Det er ikke muligt at angive en bestemt minimumsværdi for isolationsmodstanden. Men man skal altid overholde de værdier, der er oplyst i Stærkstrømsbekendtgørelsen 204.1. Som en vejledning, kan man bestemme minimumsværdien efter følgende formel:

$$R_{isolation} = \frac{20 \cdot U}{1000 + 2 \cdot P} = [M\Omega]$$

VEKSELSTRØMSMASKINER

Hvor U = motorens driftspænding i volt. P = motorens effekt i kW. $R_{\text{isolation}}$ er isolationsmodstanden i $M\Omega$.

Den beregnede værdi sammenlignes med den værdi, der kan måles ved $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ med en 500 volts megger i et minut. Hvis temperaturen ikke er $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, når der måles, kan der korrigeres ved hjælp af et nomogram.

**Opmålt isolations-
modstand**


Normalt bør isolationsmodstanden for en ny vikling være større end den værdi, der fås efter formlen. Er måleværdien mindre end den beregnede værdi, kan årsagen være, at motoren er fugtig. Hvis det er tilfældet, kan man starte med at tørre klemmer og klemmekassen af med en tør ren klud. Derefter foretages der en ny måling. Hvis den nye måling ikke viser en højere værdi, er hele viklingen sandsynligvis fugtig, og tørring med varme er nødvendig.

Tørring af viklinger

Tørring af viklinger skal foretages med en vis forsigtighed. Temperaturstigningen må ikke overstige 5 °C per time, og sluttemperaturen bør ikke være højere end 105 °C. For hurtig opvarmning og for høj temperatur kan føre til fordampninger af fugt i hulheder i isolationen, som derved kan ødelægges. Under tørring skal temperaturen overvåges nøje, og isolationsmodstanden måles med jævne mellemrum. Tørringen bør ikke afbrydes, før man gentagne gange har målt den samme isolationsmodstand. Den varme, der er nødvendig for tørringen, kan opnås ved hjælp af elektriske varmeapparater eller ved strømopvarmning af viklingerne. Ved strømopvarmning af viklingerne må strømmen ikke overstige 25 % af motorens mærkestrøm. Strømopvarmning må aldrig ske via kulbørster eller slæberinge, fordi der kan opstå lokale opvarmninger, der kan skade slæberingene. Ved tørring i ovn bør man begynde med kold ovn og nøje overvåge, at temperaturstigning og sluttemperatur holder sig inden for de angivne værdier.

Motorer, der skal placeres udendørs eller i fugtige omgivelser, kan forsynes med et indbygget varmeelement for at holde dem tørre i stilstandperioder. Et varmeelement på 100 watt vil i de fleste tilfælde være tilstrækkeligt for motorer på op til 50 kW. Ved asynkrone kortslutningsmotorer kan man også benytte statorviklingen til denne opvarmning. En enfasespænding på cirka 10 % af motorens mærkespænding tilsluttes da to af klemmerne.

Isolationsklasser

Isolationsmaterialer er inddelt i isolationsklasser. Hver klasse har en betegnelse, der svarer til den temperatur, som er den øvre grænse for isolationsmaterialets anvendelsesområde ved normale driftsforhold og med tilfredsstillende levetid. Overskrides denne grænse med en 8-10 grader, afkortes isolationens levetid til cirka det halve.

Kurven viser isolationens levetid som funktion af overtemperaturen. Ved en lille overtemperatur reduceres levetiden for isolationen betydeligt.

Hvilken viklingsisolation en motor skal have, afgøres således både af motorens temperaturstigning og den omgivende lufts temperatur. Blicher motoren udsat for en højere omgivelsestemperatur end 40 °C, er man som regel nødt til at reducere udgangseffekten eller anvende isolationsmaterialer med en højere isolationsklasse. Det er muligt ud fra en motors mærkeplade at se, hvilken isolationsklasse den pågældende motor har.

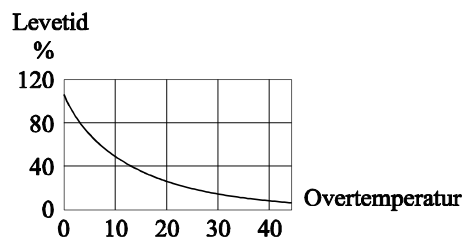


ABB Motors						
3 ~ motor M2AA 132 M C1.F IP 55 IEC 34-1(1989)						
3G AA 132 002-ADA						
No.						
V	Hz	min ⁻¹	kW	A	cos φ	
380 - 420 Δ	50	1450	7,5	15,5	0,83	
660 - 690 Y	50	1450	7,5	8,9	0,83	
440 - 480 Δ	60	1740	8,6	15,4	0,85	
6208 27/C3		6206 27/C3		48 kg		

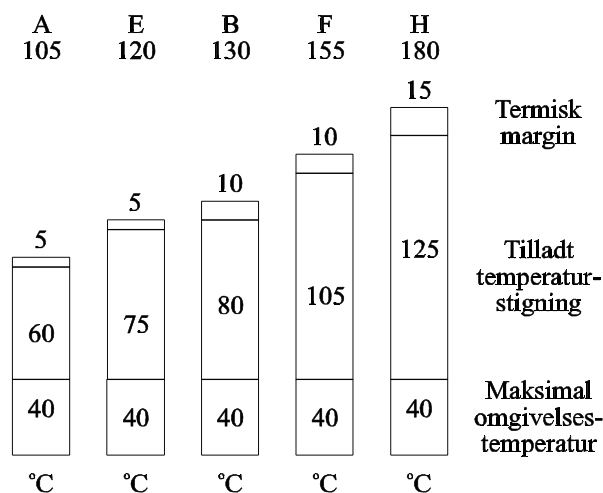
ABB Motors			
Mot. 1 ~ 50 Hz IEC 34 IP55			
MT 80B19-4 CSR			
0,75 kW	1440 r/min		
220 V 5,2 A	Class F		
80µF/320 V	25µF/400 V		
Cat. no. MK 111-214-A			

Lenze						
Lenze GmbH & Co. KG Aachen Hans-Lenze-Strasse 1, D-51855 Aachen						
G	Mot. Typ	GFRK	090 - 22	IP	54	
K	3/36321	Nr.	VDE 0530			
420	V	5.3	A	360	V	0.3
2950		min ⁻¹		1.8		
⊕ Isol.Kl.		F		⊕		

Isolationsklasse

VEKSELSTRØMSMASKINER

Isolationsklassen står angivet på forskellig måde. På de tre viste mærkeplader står der henholdsvis Cl.F, Class F og Iso.kl F. Det betyder i alle tre tilfælde isolationsklasse F. De forskellige isolationsklasser er bestemt ved et bogstav.



De forskellige klasser har hver sit bogstav A, E, B, F, og H. Tallet lige under bogstavet viser den maksimale temperatur, isolationen må udsættes for. Klasse F betyder, at temperaturstigningen maksimalt må være 105 K (kelvin) forudsat, at omgivelsestemperaturen ikke overstiger 40 °C. De sidste 10 grader er en sikkerhedsmargin.