

Vekselstrømsmaskiner

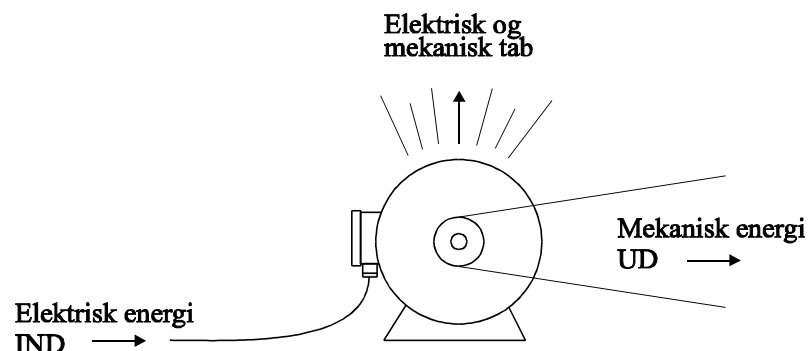
Ordet vekselstrømsmaskiner dækker over mange forskellige maskiner. Derfor er man nødt til at definere, hvilken type maskine der er tale om.

Første inddeling kunne være i roterende og ikke roterende maskiner. Kigger vi på gruppen af roterende maskiner, omfatter den et meget stort antal forskellige typer og størrelser.

De roterende maskiner kan igen deles i to grupper: motorer og generatorer. Disse to grupper kan deles i yderligere to grupper: synkronmaskiner og asynkronmaskiner, som for begge typers vedkommende kan virke både som motor og generator, alt efter om de trækker noget eller bliver drevet.

I daglig tale bliver de roterende maskiner normalt kaldt for elmotorer.

En elmotors opgave kan være at omsætte elektrisk effekt til mekanisk effekt.



For motorenes vedkommende er den 3-fasede og den 1-fasede asynkronmotor med kortslutningsrotor de motortyper, der er mest udbredt på grund af deres simple og robuste konstruktion.

De forskellige motortyper bliver på grund af forskellige egenskaber anvendt til forskellige formål.

**Eksempler på motortyper
og anvendelse**

Den 3-fasede asynkrone kortslutningsmotor:

Er den mest benyttede motor. Den benyttes til drift af bånd, gyllepumper, vandpumper, hydraulikpumper, benzinpumper, spil, kompressorer, transportører, som generator i vindmøller, og mange andre steder hvor man har behov for en elmotor.

Den 1-fasede asynkronmotor:

Benyttes til køleskabe, vaskemaskiner, ventilatorer m.m. - det vil sige småmotorer.

Kontaktringsmotor (slæberingsmotor):

Normalt store motorer, hvor man ønsker denne type for at begrænse startstrømmen.

Kommutatormotor (Schrage-motor):

Motoren kan anvendes, hvor man ønsker fine hastighedsreguleringsmuligheder.

1 fasede universalmotorer:

Motorer i håndværktøj, vinkelslibere, rillefræsere, boremaskiner, støvsugere, håndmixere m.m.

3-fasede synkronmotorer:

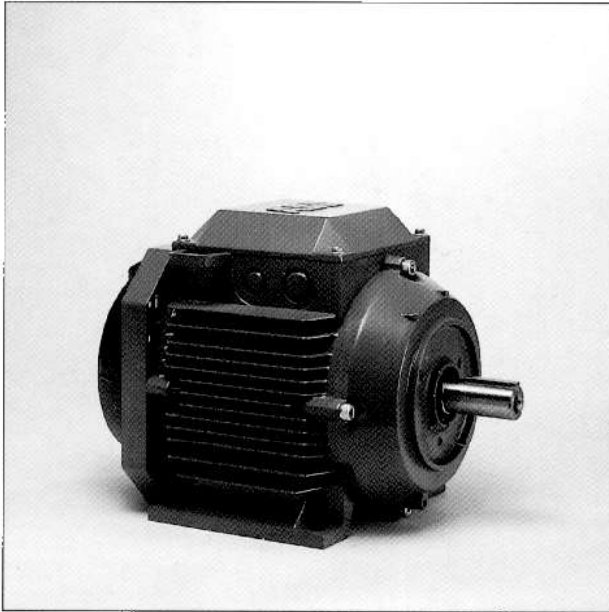
Normalt meget store motorer.

1-fasede synkronmotorer:

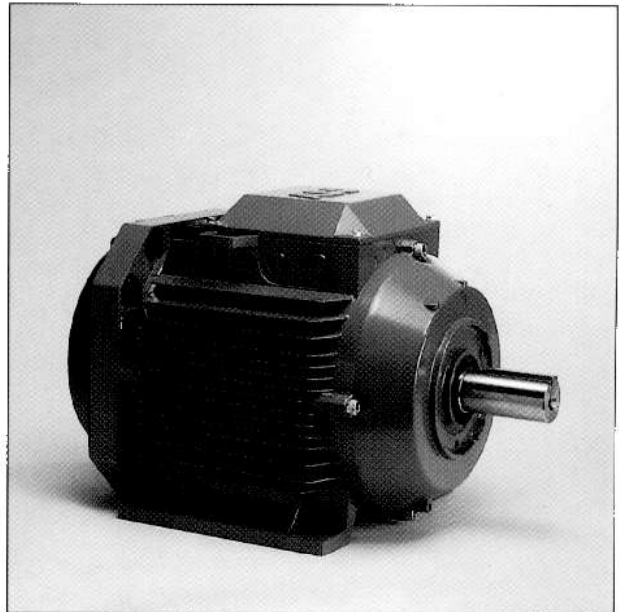
Normalt småmotorer i ure, programværker m.m

Når man som elektriker støder på en motor, er det ikke muligt umiddelbart at se, hvilken motortype man står overfor.

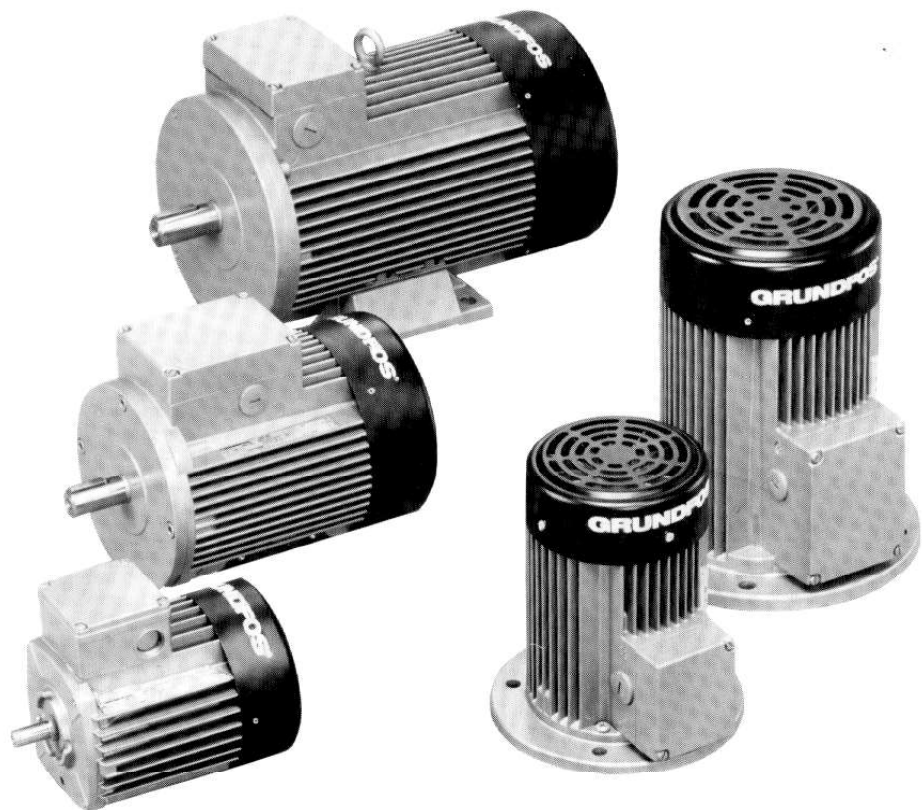
VEKSELSTRØMSMASKINER



Typ M2AA 112. SE 920772



Typ M2AA 132. SE 920773



VEKSELSTRØMSMASKINER

Derfor er man nødt til at kigge på motorens mærkeplade/skilt for at afgøre, hvad det er for en motor og hvilke data motoren har for at kunne foretage en korrekt tilslutning.

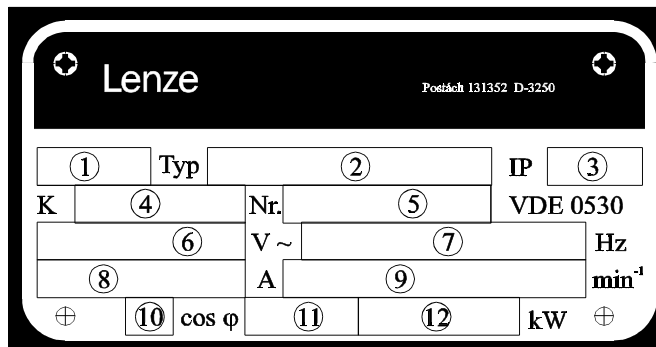
ABB Motors					
3 ~ motor M2AA 132 M		CLF	IP 55	IEC 34-1(1989)	
3G AA 132 002-ADA					
No.					
V	Hz	min ⁻¹	kW	A	cos φ
380 - 420 Δ	50	1450	7,5	15,5	0,83
660 - 690 Y	50	1450	7,5	8,9	0,83
440 - 480 Δ	60	1740	8,6	15,4	0,85
6208 27/C3		6206 27/C3		48 kg	

<input checked="" type="checkbox"/>	GRUNDFOS	3 ~MOT MG 100LA2-28F130		NO	85320010	<input checked="" type="checkbox"/>	DK
	3.00 kW	IP 44	CL. F			IEC 34	
<input type="checkbox"/>	50 Hz	200Δ/346Y	V	<input type="checkbox"/>	60 Hz	200-230Δ/346-400Y	V <input type="checkbox"/>
		12.6/7.25	A			12.0-11.6/6.85-6.70	A
	2870	min ⁻¹	COSφ 0.86		3440-3470	min ⁻¹	COSφ 0.92-0.85

En motor skal være mærket med oplysninger om:

- effekt
- fuldlaststrøm
- spænding
- omdrejningstal
- firmamærke
- fabrikationsnummer eller kodebetegnelse
- frekvens (ved vekselstrømsmotorer)
- fasetal (ved vekselstrøm)
- effektfaktor (cos φ)
- kode for grænsetemperatur på isolationslak

VEKSELSTRØSMASKINER



Lenze
Postfach 131352 D-3250

①	Typ	②	IP	③
K	④	Nr.	⑤	VDE 0530
⑥	V ~	⑦	Hz	
⑧	A	⑨	min ⁻¹	
⊕	⑩ cos φ	⑪	⑫	⊕ kW

2. 3-faset, vekselstrøm
3. typenummer
4. tæthedegrad IPxx
5. kommissionsnummer
6. motornummer
7. spænding, normalt to værdier, en for stjernekobling, og en for trekantkobling
8. netfrekvens
9. netstrøm, normalt to værdier, en for stjernekobling og en for trekantkobling
10. omdrejningstal pr. min
11. kode for grænsetemperatur på isolationslak
12. effektfaktor (Cos φ)
13. afgiven effekt (P2)

De to grundtyper af 3-fasede synkron- og asynkronmotorer har det tilfælles, at de begge to har en stator, hvor der bliver frembragt et 3-faset drejefelt, som får rotoren til at løbe rundt.

For synkronmotorens vedkommende ligger det i navnet, at rotoren løber synkront (samtidigt) med drejefeltet.

Ved asynkronmotoren løber rotoren asynkront, det vil sige, ikke samtidigt.

VEKSELSTRØMSMASKINER

Krav til konstruktion af motorer.

Fabrikation af elmotorer sker ud fra generelle krav og normer, som fastsættes af to forskellige organisationer: En global organisation, IEC (International Electrotechnical Commission), og en regional, vesteuropæisk organisation, CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization).

CENELEC arbejder inden for Vesteuropa for at fjerne tekniske handelshindringer forårsaget af forskelle i forskrifter og standarder. Man udgår sædvanligvis fra eksisterende IEC-publikationer, men man kan foretage ændringer. Nye standarder er i højere grad identiske med eller baseret på europæiske standarder, der er udgivet af CENELEC. Formålet med standarderne er at opnå ens motorer uanset producentens navn.

Men den europæiske standard stemmer ikke helt overens med den tilsvarende USA-standard. De væsentligste forskelle er, at den amerikanske standard er opgivet i tommer, samt at effektinddelingen (motorstørrelse) heller ikke stemmer overens.

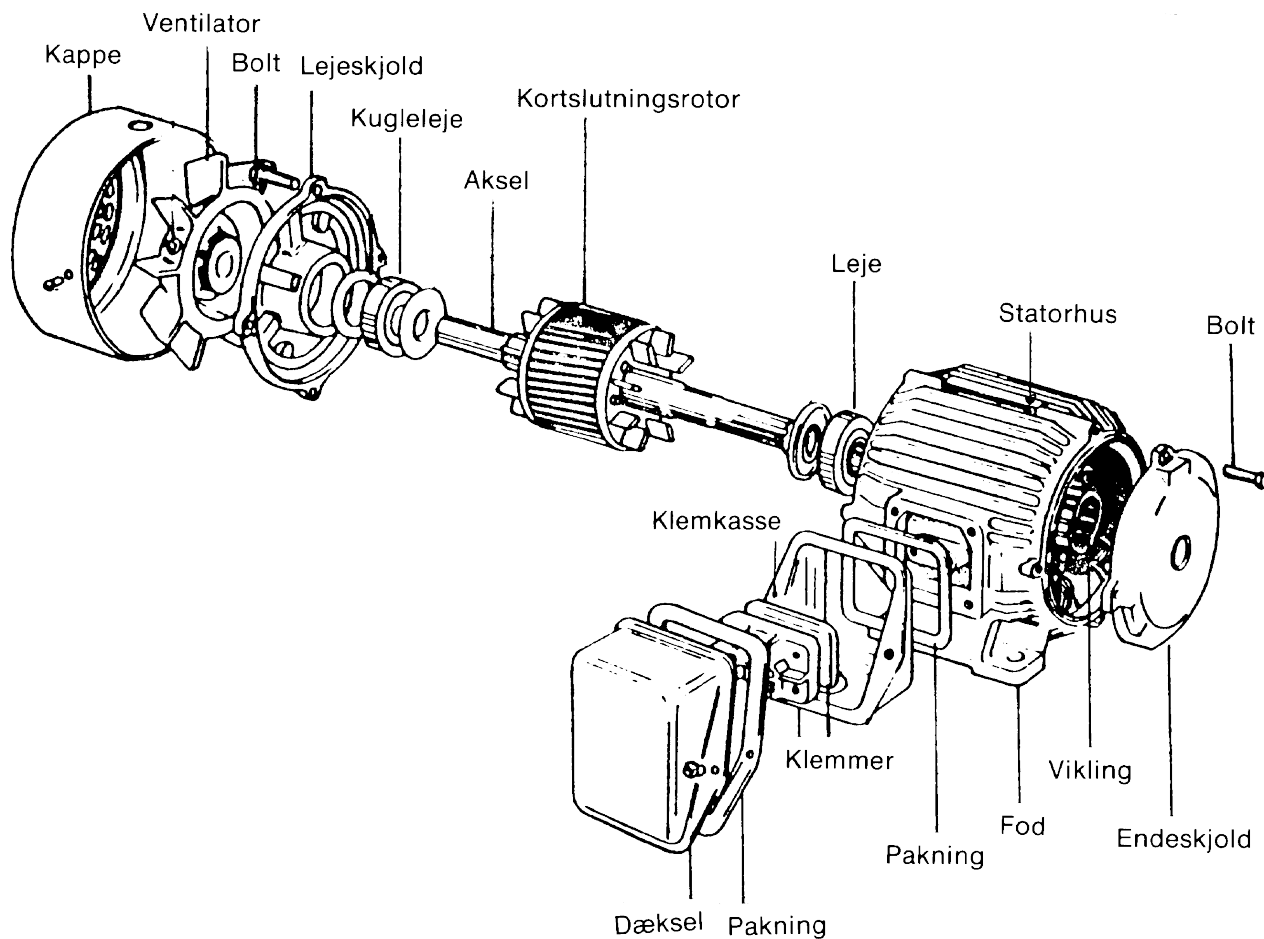
Spændinger

De motorer, der produceres i dag, skal kunne tilsluttes det offentlige forsyningsnet i mange lande. Derfor kan mærkepladen være påtrykt flere forskellige spændingsområder og frekvenser.

ABB Motors					
3 ~ motor M2AA 132 M		CLF	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	

VEKSELSTRØMSMASKINER

Motoren består af mange forskellige dele. Delene ses tydeligst på en "eksploderet tegning" af en motor.



Opbygning af en motor

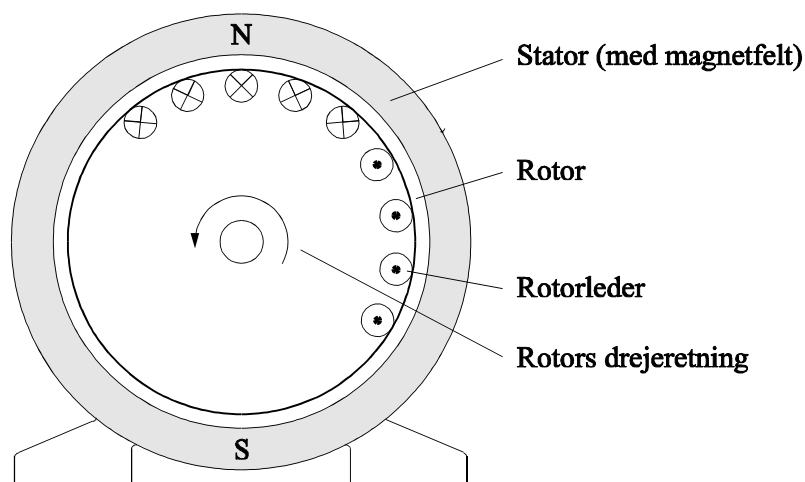
En motor består af den faste del, som benævnes statoren, og en roterende del, som benævnes rotoren.

Statorhuset eller statorkappen består normalt af støbejern eller letmetal og er normalt udformet cylindrisk.

VEKSELSTRØSMASKINER

Påvirkningen er gensidig, det vil sige, at det kan lige så godt være magneten, der flytter sig, fremfor lederen.

Hvis det var en motor, kunne magneten være statoren, og lederen kunne være en leder i rotoren. I så fald vil det være rotoren der flytter sig. Da den kun har mulighed for at dreje, vil den dreje, fordi statoren sidder fast i statorhuset.



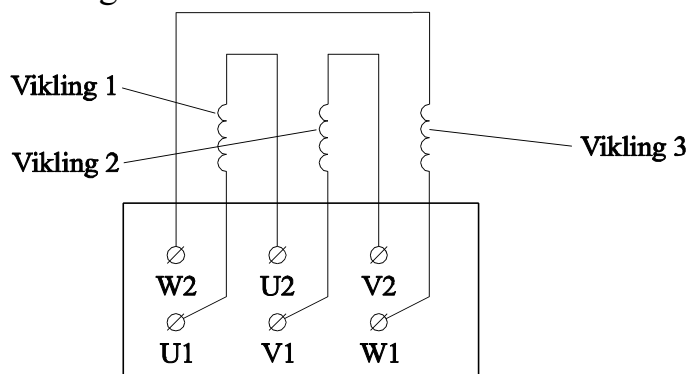
En 3-faset asynkronmotor har normalt tre statorviklinger, der kan bestå af flere spoler. De tre viklingers ender er normalt ført ud til motorens klembræt. Viklingerne benævnes:

Benævnes i dag: Gammel benævnelse:

Vikling 1 U1-U2 U-X

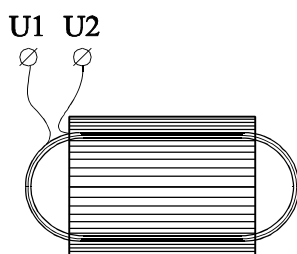
Vikling 2 V1-V2 V-Y

Vikling 3 W1-W2 W-Z

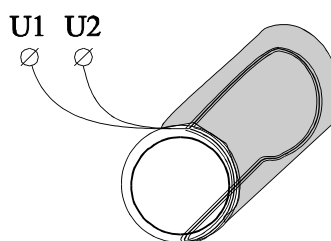


VEKSELSTRØMSMASKINER

Statorviklingernes placering er her vist for en enkelt vikling. I en trefaset motor er der tre viklinger fordelt over statoren.



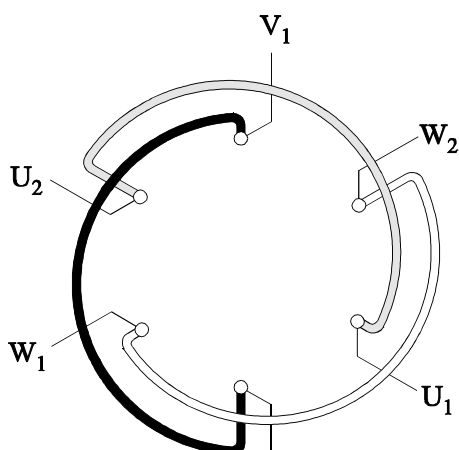
Stator set fra siden
1. vikling der kan
bestå af mange
vindinger



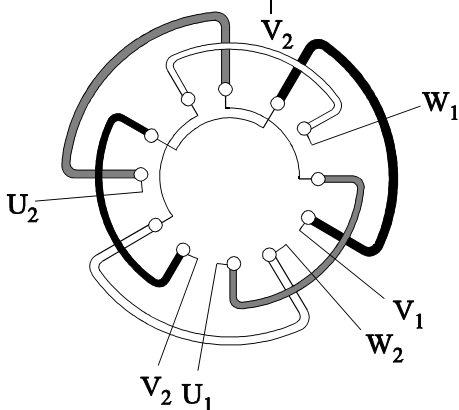
Samme stator, set skråt
forfra med 1 vikling

På de efterfølgende tegninger er viklingen kun vist set lige forfra.

I to-polede motorer (to-polede motorer har en nordpol og en sydpol, fire-polede motorer har to nordpoler og to sydpoler) spænder viklingen over:



$$\frac{360^\circ}{\text{Antal poler}} = \frac{360^\circ}{2} = 180^\circ$$

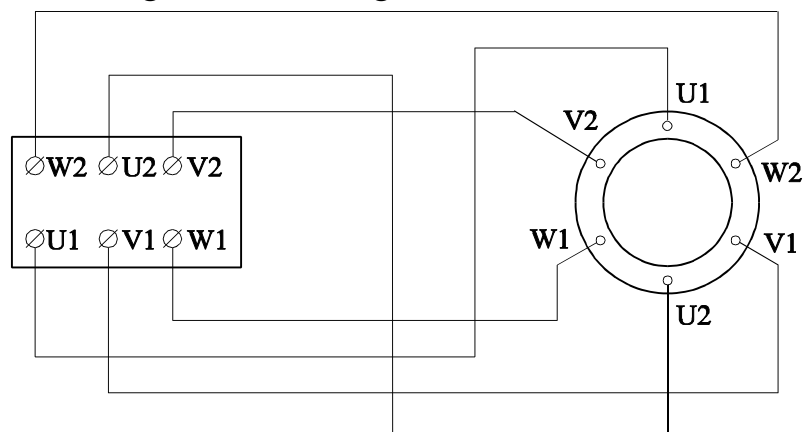


Hvis det var en fire-polet maskine, ville viklingen spænde over:

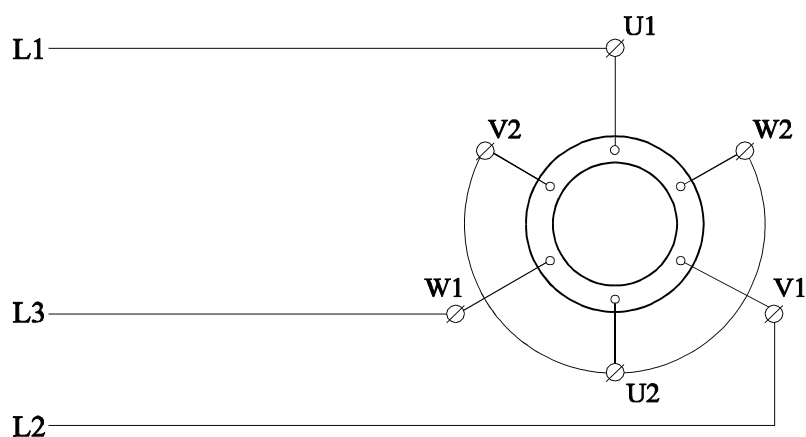
$$\frac{360^\circ}{\text{Antal poler}} = \frac{360^\circ}{4} = 90^\circ$$

VEKSELSTRØMSMASKINER

Hvis man forestiller sig en stator med tre viklinger, en vinding for hver vikling og de to ender for hver vikling ført ud til motorens klembræt, får man en tegning, der er noget uoverskuelig.



For at gøre tegningen mere overskuelig kan man udelade klembrættet og de seks monterede viklingsender. I stedet vises de tre viklingers begyndelsesender ført ud til fase L1, L2, L3 og de tre viklingers slutender forbundet sammen. Det vil sige, at motoren er stjernekoblet.



Man kan også vise stjernekoblingen direkte på klembrættet. De tre begyndelsesender tilsluttes L1 på U1, L2 på V1, L3 på W1, og de tre slutender U2, V2, W2 forbindes sammen direkte på klembrættet.

At denne koblingsmåde kaldes for stjernekobling, ses tydeligt, hvis man viser forbindelsen uden stator og klembræt.

VEKSELSTRØMSMASKINER

En 2 polet motor har 1 polpar.

$$p = \frac{2}{2} = 1 \text{ [Polpar]}$$

Beregning af drejefeltets hastighed i omdrejninger/ minut. (n_s)

$$\text{Omdr./min} = \frac{\text{Frekvens} \times 60}{\text{Antal polpar}} = [\text{Antal omdr./min}]$$

Drejefeltets hastighed

$$n_s = \frac{50 \times 60}{1} = 3000 \text{ [Omdr./min]}$$

En 4 polet motor har 2 polpar.

$$p = \frac{4}{2} = 2 \text{ [Polpar]}$$

Drejefeltets hastighed

$$n_s = \frac{50 \times 60}{2} = 1500 \text{ [Omdr./min]}$$

En 6 polet motor har 3 polpar.

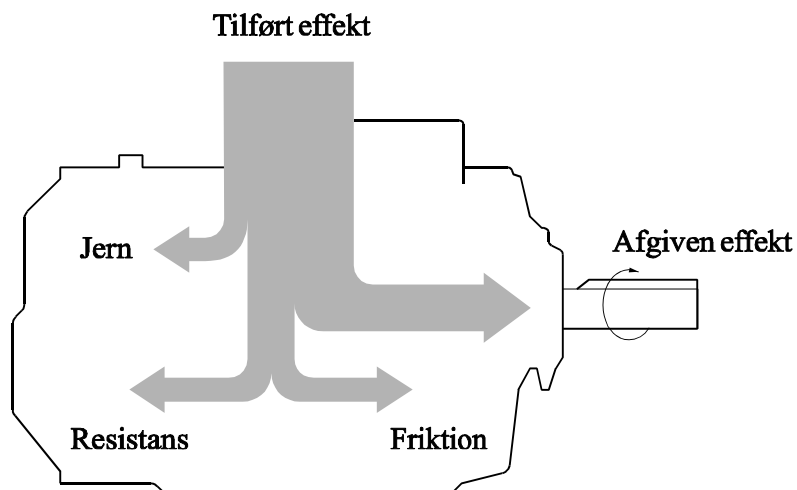
$$p = \frac{6}{2} = 3 \text{ [Polpar]}$$

Drejefeltets hastighed

$$n_s = \frac{50 \times 60}{3} = 1000 \text{ [Omdr./min]}$$

Virkningsgrad

En motors virkningsgrad er et udtryk for, hvor stor en del af den tilførte effekt, der afgives som effekt på motorens aksel.



Virkningsgraden for en motor kan bestemmes på to måder. Den direkte metode eller den indirekte metode. Ved den direkte metode måles tilført og afgiven effekt hver for sig.

Ved den indirekte metode bestemmes tilført effekt og tab ved hjælp af et tomgangsforsøg og ud fra dette bestemmes virkningsgraden.

De tab, der skal bestemmes, er:

- Leje og ventilationstab

- Strømvarmetab i stator og rotor

- Jerntab

- Tillægstab

Tillægstab fastsættes som 0,5 % af tilført effekt ved mærkeeffekten.

VEKSELSTRØMSMASKINER

Virkningsgraden kan derfor beregnes ud fra følgende formel.

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

Virkningsgraden η (eta) er lig med forholdet mellem afgiven og tilført effekt. Virkningsgraden vil altid være mindre end 1.

Effekttabet ΔP (delta P) er forskellen mellem tilført og afgiven effekt.

$$\Delta P = P_1 - P_2$$

Det er vigtigt at vælge den rigtige motor til den givne opgave.

Hvis det er en motor til fx en halmtransportør, der skal køre cirka 15 timer om året, så har virkningsgraden ikke så stor betydning, som hvis det er en motor til et ventilationsanlæg, der skal køre fx 10 timer om dagen, 5 dage om ugen, cirka 200 dage om året. I sådanne tilfælde har virkningsgraden stor betydning for årsforbruget og dermed prisen for drift af motoren.

Eksempel 1.

1 stk. motor med en afgiven effekt på 10 kW, virkningsgrad på 0,76 og årlig driftstid på 2000 timer.

Tilført effekt

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{10 \text{ kW}}{0,76} = 13,158 \text{ kW}$$

Tilført kWh (arbejde) 13,158 · 2000 = 26316 kWh

VEKSELSTRØMSMASKINER

Ved valg af motor skal man også være opmærksom på, at det er den drevne maskines effektbehov, der bestemmer effektafgivelsen fra motoren. Dermed også hvor meget effekt motoren optager fra nettet. Hvis en maskine har behov for 10 kW, vil den motor, der driver denne maskine afgive 10 kW, uanset om motoren er på 7,5, 10, eller 15 kW. Installerer man en motor på 7,5 kW vil den blive overbelastet, det vil den ikke kunne klare i længere tid. Hvis man installerer en motor på 15 kW, får man en dårlig effektfaktor, og den større motor er også dyrere i indkøb.

Hvis man står og skal vælge mellem to motorstørrelser, bør man dog altid vælge en motor, der er for stor frem for en, der er for lille.

Tilslutning og start af 3-faset asynkronmotor

Når man skal tilslutte en motor, er man nødt til at kigge på motorens mærkeplade for at se, hvilken spænding motorens vikling er beregnet til. På mærkepladen kan der være spændingsoplysninger ved forskellige koblingsmetoder og ved forskellige frekvenser.

Eksempel

LEOMOTOR		Type 1 80B4	
		No 008120 92	
3~Mot	IP 65	CL. F	IM B 14
IDS 2539393	S 1	100 %	
IFC 34 - 1			
50 Hz	0.75 kW	cosφ 0.75	
●	Y 380 - 420 V	1.9 - 2.0 A	●
	Δ 220 - 240 V	3.3 - 3.5 A	
1375 min ⁻¹			
60 Hz	0.86 kW	cosφ 0.76	
	Y 440 - 480 V	1.9 - 2.0 A	
	Δ 250 - 280 V	3.3 - 3.5 A	
1650 min ⁻¹			

VEKSELSTRØMSMASKINER

Denne mærkeplade viser, at ved et spændingsområde på 380-420 volt og en frekvens på 50 Hz, skal motoren stjernekobles (markeret med et Y).

Motoren kan også kobles i trekant, men så må spændingen kun være fra 230-240 volt (markeret med en Δ eller et D).

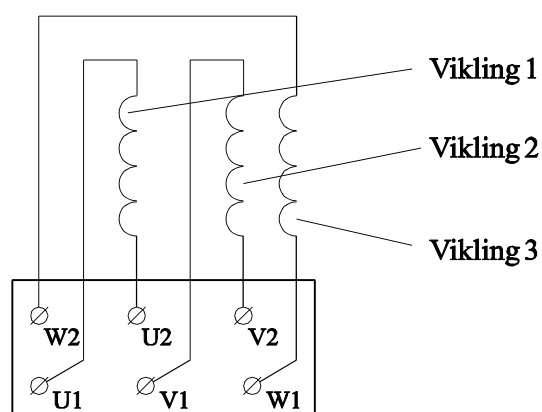
Da vi her i landet har 400 volt mellem to faser og en frekvens på 50 Hz, skal denne motor kobles i stjerne (Y).

Motorens viklinger ligger som tidligere nævnt mellem:

vikling 1 mellem U1-U2

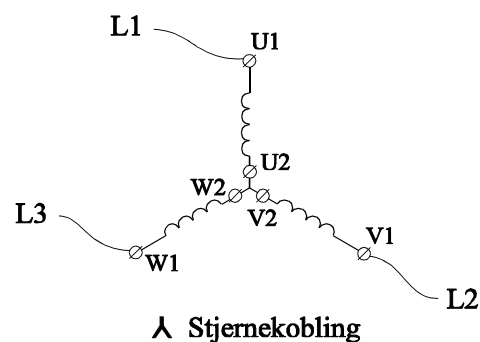
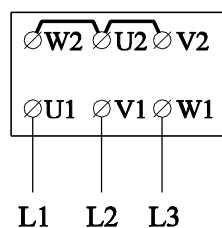
vikling 2 mellem V1-V2

vikling 3 mellem W1-W2



Ved stjernekobling forbindes U2-V2-W2 sammen, og de tre faser tilsluttes på de øvrige klemmer.

λ Stjernekobling



VEKSELSTRØMSMASKINER

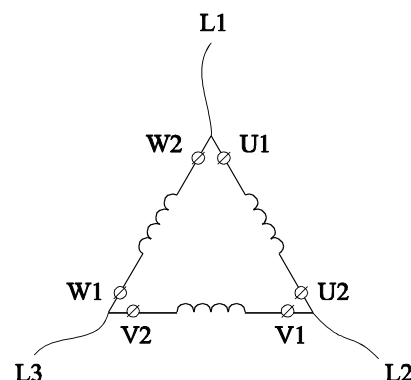
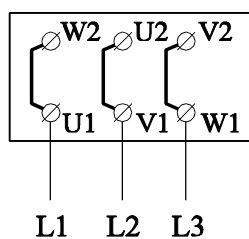
Det ses også, at spændingen over hver vikling vil blive 230 volt (netspændingen divideret med $\sqrt{3}$), og strømmen i hver vikling bliver den samme som strømmen i ledningerne til motoren.

Mærkepladen viser, at motoren ved et spændingsområde på 380-420 volt skal kobles i trekant (markeret med et Δ). Mærkepladen viser også, at den kan kobles i stjerne ved et spændingsområde på 660-690 volt. Men da vi her i landet normalt har 400 volt mellem faserne, skal motoren kobles i trekant.

ABB Motors					
3 ~ motor M2AA 132 M		CLF	IP 55	IEC 34-1(1989)	
3G AA 132 002-ADA					
No.					
V	Hz	min ⁻¹	kW	A	cos j
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	

Ved trekantkobling forbindes U1-W2, V1-U2 og W1-V2 sammen, og de tre faser tilsluttes som vist.

Δ Trekantkobling

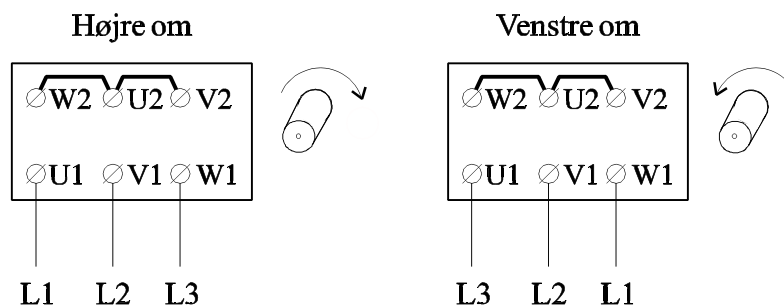


Det ses af tegningen, at spændingen over hver vikling bliver 400 volt (netspændingen), og strømmen i hver vikling bliver $\sqrt{3}$ mindre end strømmen i ledningerne til motoren.

Der vil normalt være laskeplader til at lave stjerne eller trekantforbindelsen i klemkassen på en ny motor. I forbindelse med tilslutning af motorer har man også mulighed for at vælge omdrejningsretning på mo-

VEKSELSTRØMSMASKINER

tores aksel. Hvis man ønsker at ændre omdrejningsretningen, byttes to vilkårlige faser, dette vil ændre omdrejningsretningen.



I forbindelse med tilslutning af motorer kan man komme ud for forskellige mærkninger på klemmerne i motorens klemkasse, dog vil alle nyere motorer være mærket med U1-U2, V1-V2 og W1-W2, men for en ordens skyld vises her nogle af de klemmemærkninger, man kan komme ud for.

Mærkning af klemmer på 3-faset asynkronmotor.					
	Gældende mærkning	Tidligere mærkning			
Motor med 3 klemmer ført ud	U1-V1-W1	T1-T2-T3	A-B-C	1-2-3	U-V-W
Motor med 6 klemmer ført ud	U1-U2 V1-V2 W1-W2	T1-T4 T2-T5 T3-T6	A1-A2 B1-B2 C1-C2	1-6 2-4 3-5	U-X V-Y W-Z