

Vekselstrømsmaskiner

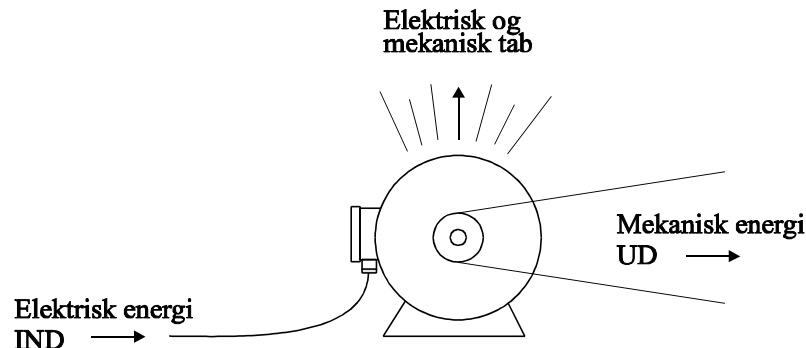
Ordet vekselstrømsmaskiner dækker over mange forskellige maskiner. Derfor er man nødt til at definere, hvilken type maskine der er tale om.

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 el-motorer.

En el-motors opgave kan være at omsætte elektrisk effekt til mekanisk effekt.



For motorernes 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.

VEKSELSTRØMSMOTORER - GRUNDFORLØB

Eksempler på motortyper og anvendelse

Den 3-fasede asynkron 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, håndmixer m.m.

3-fasede synkronmotorer:

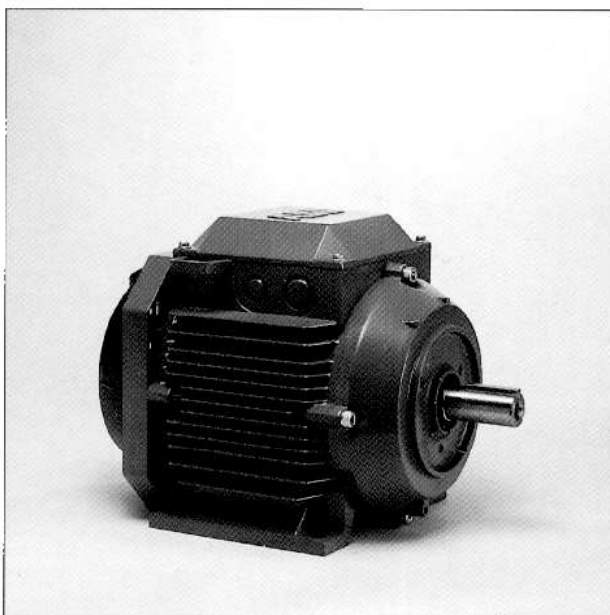
Normalt meget store motorer.

1-fasede synkronmotorer:

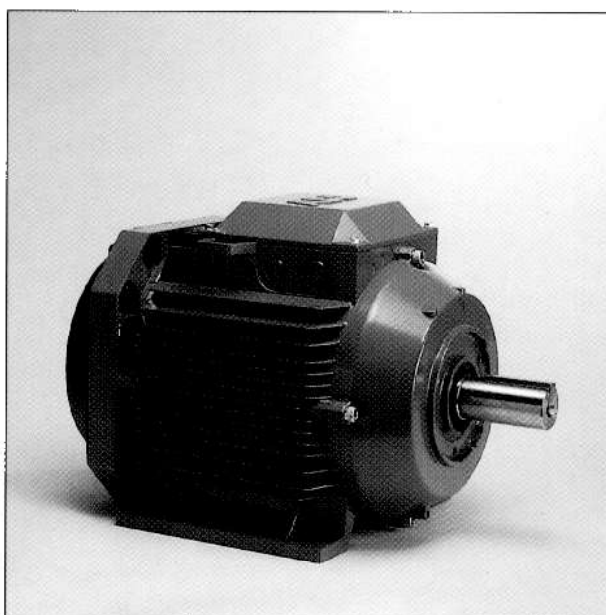
Normalt småmotorer i ure, programværker m.m

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

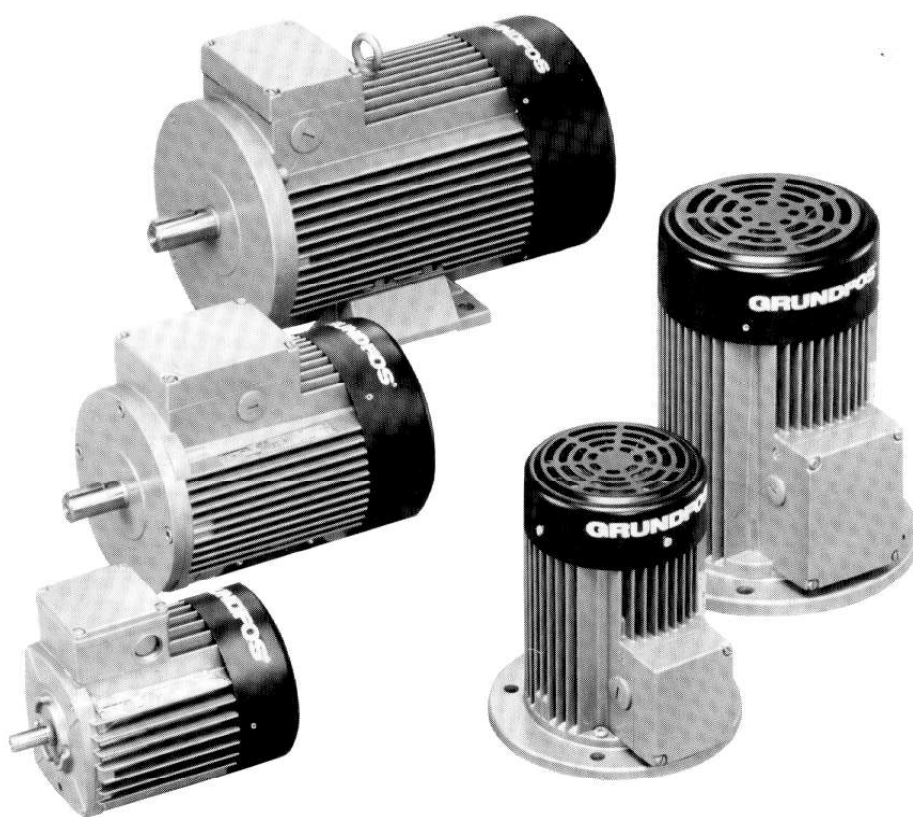
VEKSELSTRØMSMOTORER - GRUNDFORLØB



Typ M2AA 112. SE 920772



Typ M2AA 132. SE 920773



VEKSELSTRØMSMOTORER - GRUNDFORLØB

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.

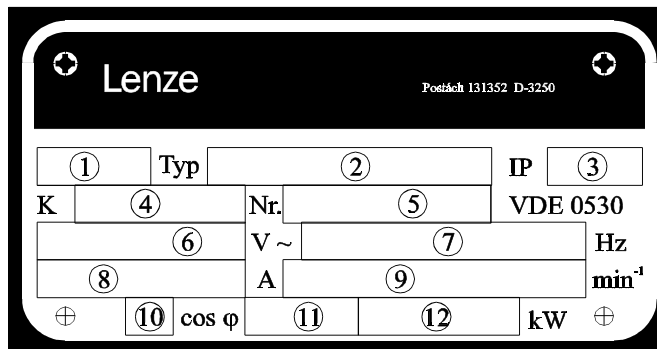
ABB Motors					
3 ~ motor M2AA 132 M		CLF	IP 55	IEC 34-1(1989)	
3G AA 132 002-ADA					
No.					
V	Hz	min ⁻¹	kW	A	cos φ
380 - 420 Δ	50	1450	7,5	15,5	0,83
660 - 690 Y	50	1450	7,5	8,9	0,83
440 - 480 Δ	60	1740	8,6	15,4	0,85
6208 27/C3		6206 27/C3		48 kg	

☒	GRUNDFOS		3 ~MOT MG 100LA2-28F130		NO	85320010	☒
	3.00	kW	IP 44	CL F	IEC 34		
☐	50	Hz	200Δ/346Y	V	60	Hz	200-230Δ/346-400Y
			12.6/7.25	A			12.0-11.6/6.85-6.70
	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

VEKSELSTRØMSMOTORER - GRUNDFORLØB



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 ⊕

- S 3-faset, vekselstrøm
- S typenummer
- S tæthedsgrad IPxx
- S kommissionsnummer
- S motornummer
- S spænding, normalt to værdier, en for stjernekobling, og en for trekantkobling
- S netfrekvens
- S netstrøm, normalt to værdier, en for stjernekobling og en for trekantkobling
- S omdrejningstal pr. min
- S kode for grænsetemperatur på isolerlak
- S effektfaktor (Cos φ)
- S afgiven effekt (P2)

De to grundtyper 3-fasede synkron- og asynkronmotor 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.

VEKSELSTRØMSMOTORER - GRUNDFORLØB

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 (Comit'e Europ'ean de Normalisation ELEtrotechnique).

CENELEC arbejder, indenfor vesteuropa, for at fjerne tekniske handelshindringer forårsaget af forskelle i forskrifter og standarder. Man udgår sædvanligvis fra eksisterende IEC publikationer, men 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 effektindelingen (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		CL.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	

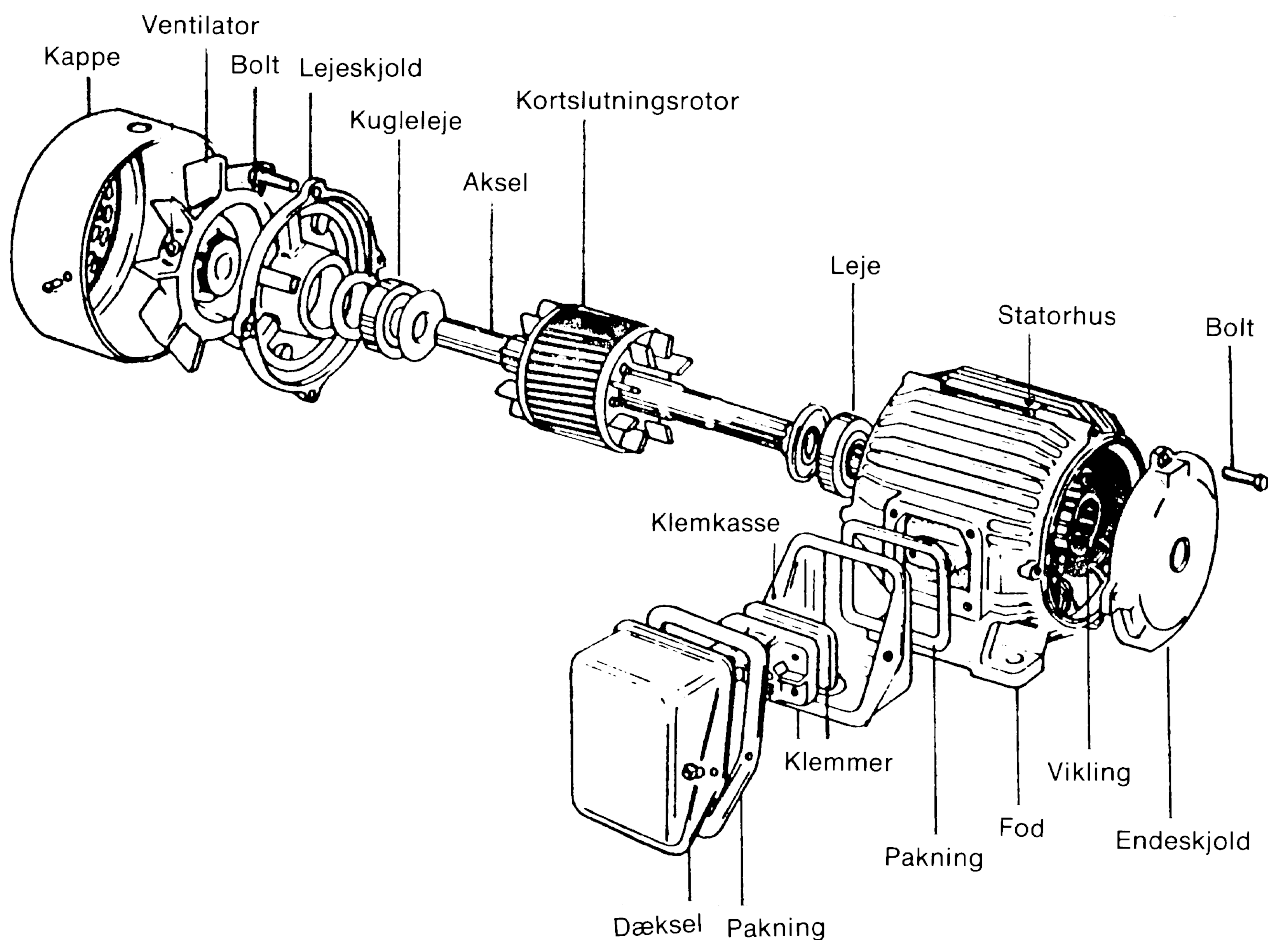
VEKSELSTRØMSMOTORER - GRUNDFORLØB

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

Som eksempel kan det nævnes, at vi i Danmark kan bruge 3-fasede motorer, der er mærket 3 x 230/400 eller 3 x 400/690 volt 50 Hz afhængig af, hvordan de bliver koblet.

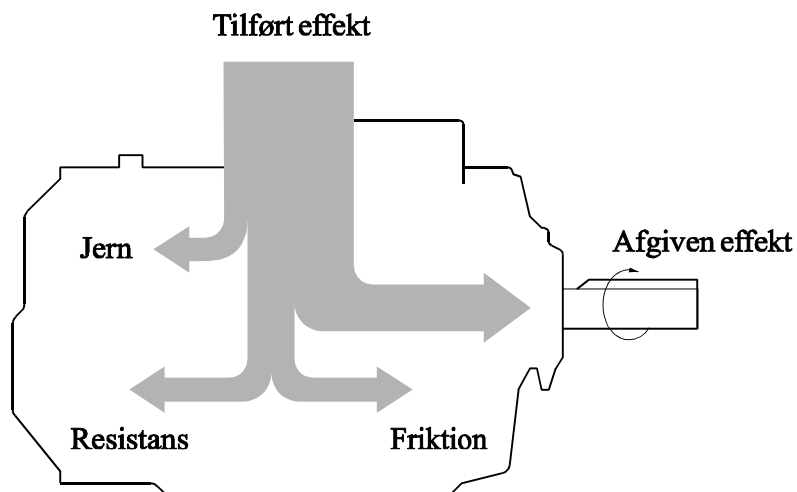
I Norge, hvor det offentlige forsyningsnet er 3 x 220 volt, kan de ikke umiddelbart udnytte motorer, der er mærket 3 x 400/690 volt.

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



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 inddirekte metode.

Ved den direkte metode måles tilført og afgiven effekt hver for sig.

Ved den inddirekte metode bestemmes tilført effekt og tab ved hjælp af et tomgangsforsøg, udfra dette bestemmes virkningsgraden.

De tab, der skal bestemmes, er:

- Leje og ventilationstab.

- Strømvarmetab i stator og rotor.

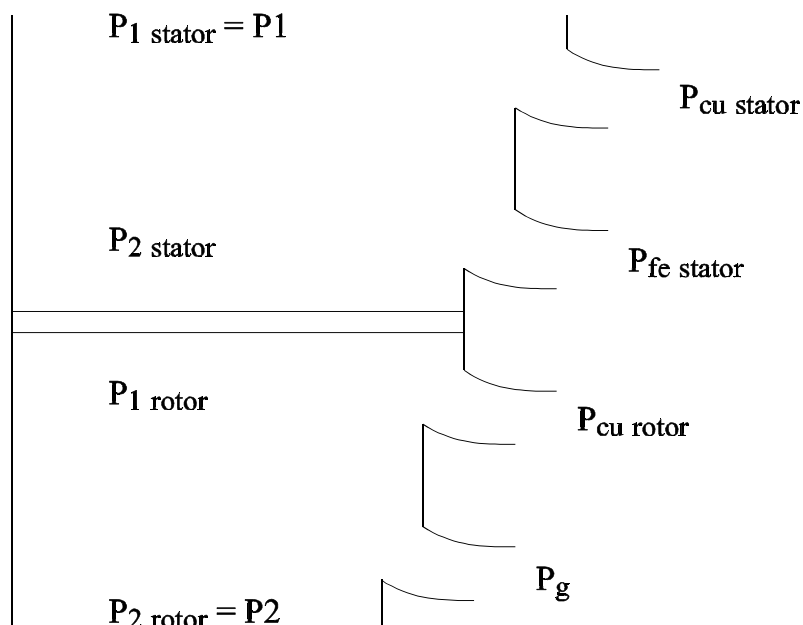
- Jerntab.

- Tillægstab.

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

VEKSELSTRØMSMOTORER - GRUNDFORLØB

Der kan med fordel benyttes følgende tegning (effektfordeling i motoren) for at vise, hvor de forskellige tab i motoren opstår.



Skitsen skal forstås på følgende måde. Der tilføres en effekt $P_{1 \text{ stator}}$ (P_1). Der tabes noget effekt til opvarmning af lederne i statoren $P_{cu \text{ stator}}$. Der afsættes varme i statorjernet $P_{fe \text{ stator}}$ (på grund af hysteres og hvirvlstrømstab).

Så er vi ved statorens afgivne effekt $P_{2 \text{ stator}}$, som sættes lig med rotorens tilførte effekt $P_{1 \text{ rotor}}$.

Fra rotorens tilførte effekt skal der trækkes $P_{cu \text{ rotor}}$ (effekt til opvarmning af rotorledere) samt P_g (leje og ventilationstab).

Den resterende effekt er lig med $P_{2 \text{ rotor}} = (P_2)$ motorens afgivne effekt.

Man kan tillade sig at sætte jerntab i rotoren til 0 fordi rotorfrekvensen, ved normal drift af motoren, er meget lille og rotorens jerntab derfor ubetydeligt.

VEKSELSTRØMSMOTORER - GRUNDFORLØB

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 f.eks. 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 f.eks. 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) $13,158 \cdot 2000 = 26316 \text{ kWh}$

VEKSELSTRØMSMOTORER - GRUNDFORLØB

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			

Denne mærkeplade viser, at ved et spændingsområde på 380-420 volt og en frekvens på 50 Hz, skal motoren stjerne-kobles (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).

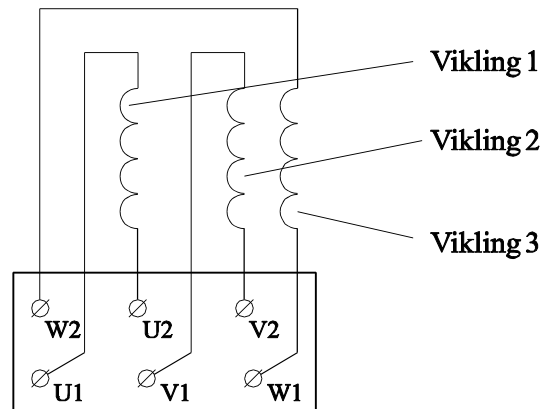
Motorens viklinger ligger som tidligere nævnt mellem:

vikling 1 mellem U1-U2

vikling 2 mellem V1-V2

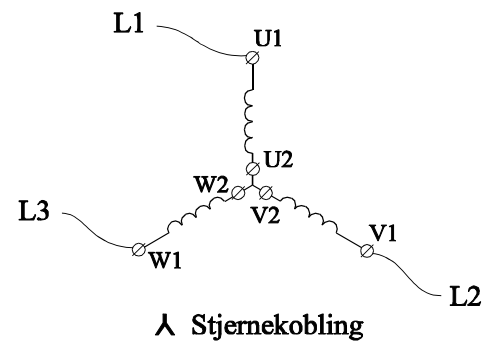
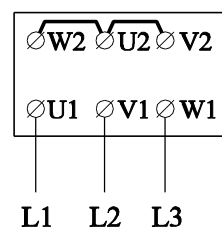
vikling 3 mellem W1-W2

VEKSELSTRØMSMOTORER - GRUNDFORLØB



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

Λ Stjernekobling



VEKSELSTRØMSMOTORER - GRUNDFORLØB

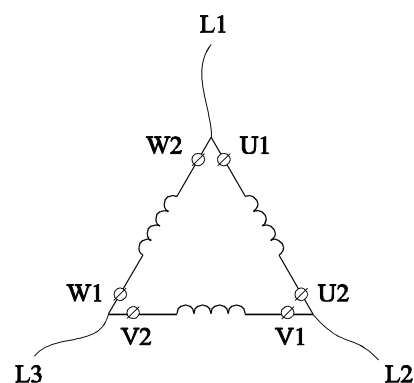
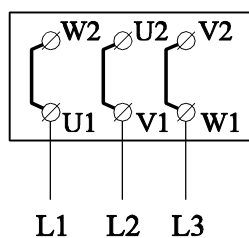
Det ses også, at spændingen over hver vikling vil blive 230 volt (netspændingen divideret med $\sqrt{3}$), og strømmen i hver vikling bliver den samme som strømmen i ledningerne til motoren.

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

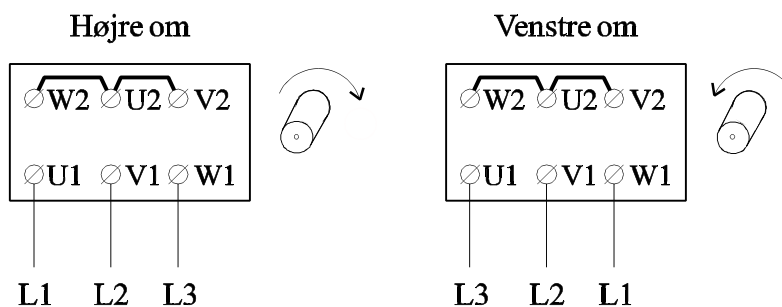


Det ses af tegningen, at spændingen over hver vikling bliver 400 volt (netspændingen), og strømmen i hver vikling bliver $\sqrt{3}$ mindre end strømmen i ledningerne til motoren.

Der vil normalt være laskeplader til at lave stjerne eller trekantforbindelsen, i klemkassen på en ny motor.

VEKSELSTRØMSMOTORER - GRUNDFORLØB

I forbindelse med tilslutning af motorer har man også mulighed for at vælge omdrejningsretning på motorens 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