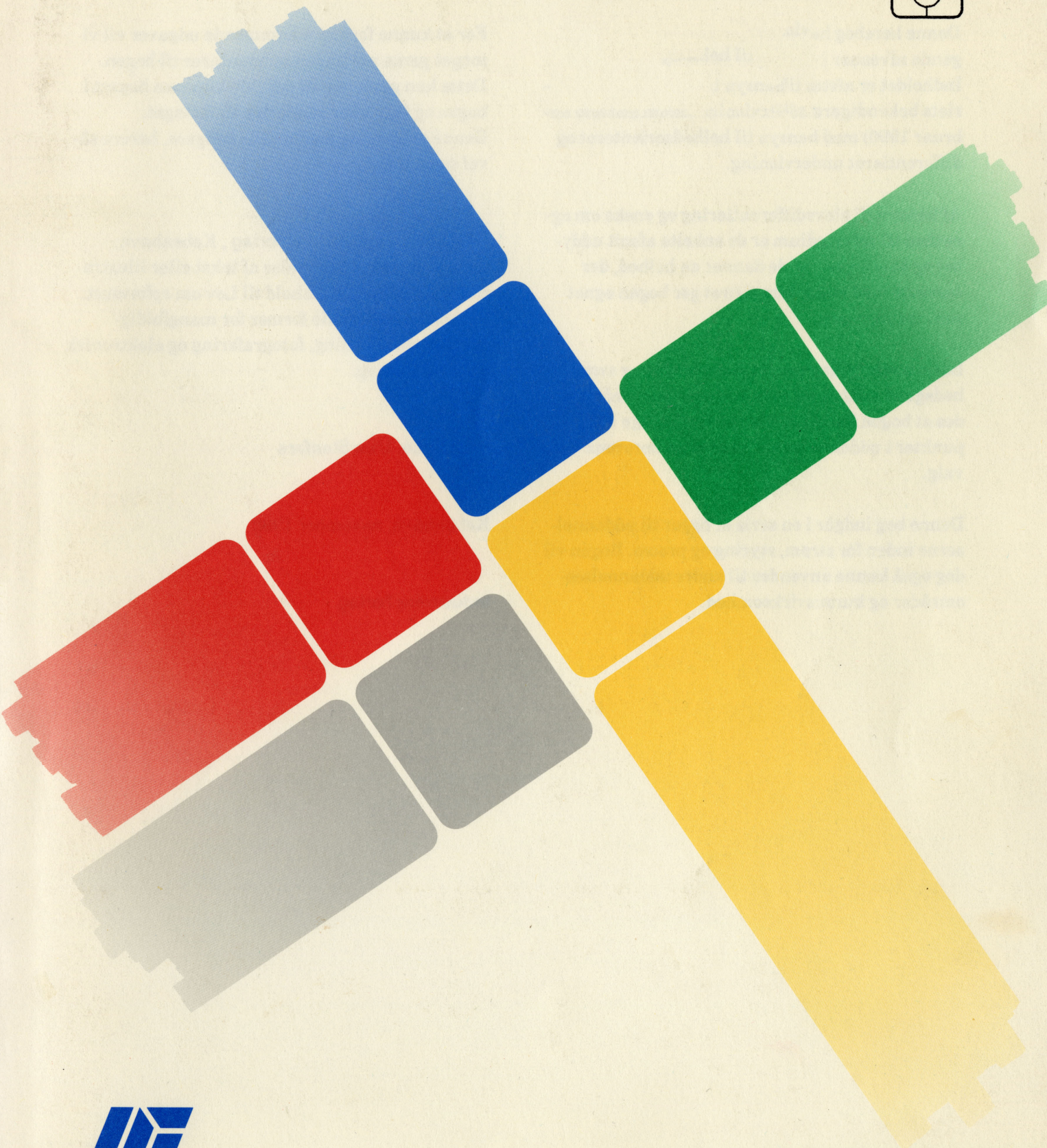
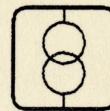


Stærkstrøm



Forord

Denne lærebog henvender sig til alle grundlæggende niveauer i erhvervsskolernes uddannelser. Indholdet er afstemt efter Undervisningsministeriets bekendtgørelse om erhvervsuddannelser (februar 1990) med hensyn til helhedsorienteret og differentieret undervisning.

Af hensyn til elevsdifferentiering og ønske om egenhed til selvstudium er de enkelte afsnit uddybet og bearbejdet, så de danner en helhed, der sammen med stikordsregistret gør bogen egnet som opslagsværk.

Bogens opbygning gør, at stofmængde og sværhedsgrad rækker ud over uddannelsens mål, således at bogen kan anvendes på forskellige tidspunkter i uddannelsesforløbet efter lærerens valg.

Denne bog indgår i en serie af bøger til uddannelserne inden for strøm, styring og proces. Bogen vil dog også kunne anvendes til andre uddannelsesområder og kursusvirksomhed.

For at kunne forbedre kommende udgaver vil vi meget gerne modtage kommentarer til bogen. Dette kan gøres ved at udfylde kuponen bagest i bogen og faxe eller sende den til forlaget. Denne opfordring gælder alle brugere, lærere såvel som elever.

© Copyright Industriens Forlag, København.
Enhver mangfoldiggørelse af tekst eller illustrationer er forbudt i henhold til Lov om ophavsret. Forbudet gælder alle former for mangfoldiggørelse ved trykning, fotografering og elektronisk databehandling.

Redaktion: Ulla Stenfors

København, november 1992

Industriens Forlag

Indhold

Teoriinstruktioner	Sidenr.
El-sikkerhed	
El-sikkerhed	3
Sikkerhedsbestemmelser -	
Elektriske apparater	7
Arbejde på eller i nærheden af	
el-installationer	11
Dokumentation	
Elektroteknisk dokumentation	13
Standarder og normer	19
Oversigtstabel over dokumenttyper	
efter DS 5008.1	21
Referencebetegnelser og bogstavskoder ..	23
Hovedstrømsskema	27
Nøgleskema	29
DS-symboler for nøgleskemaer	33
Relæer og kontaktorer	
Relæer og kontaktorer	39
AC-motorer	
Trefaset asynkronmotor	45
Trefaset motor på enfaset net	57
Enfasede motorer	59
Instrumenter	
Isolationsprøveapparat	65
Kontrol af HFI-relæ	67
Tangamperemeter	71
Højspændingsprøveapparat	75
Støjdæmpning	
Støjdæmpning	77
Stikordsregister	81

El-sikkerhed

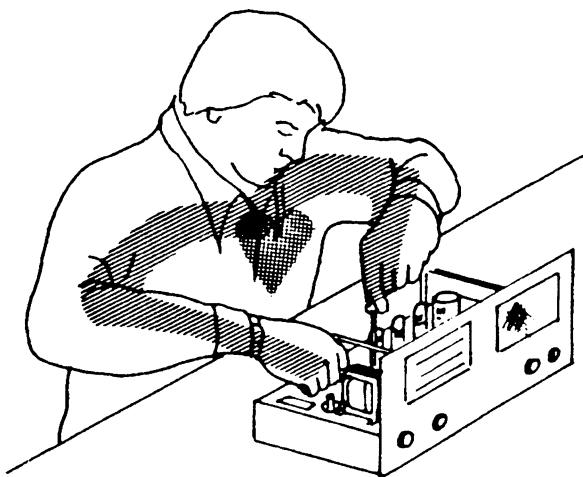
Fare ved stærkstrøm

Stærkstrømsreglementet

Ifølge Stærkstrømsreglementet er spændinger på 50 V vekselspænding eller 120 V jævnspænding farlige. Dog kan spændinger på 25 V vekselspænding eller 60 V jævnspænding også være farlige i visse tilfælde.

Umiddelbart skulle man tro, at jo højere spænding, jo farligere er det, men sådan er det ikke altid.

Faren ligger ikke kun i spændingens størrelse, men også i den strøm, der løber gennem kroppen, samt af hvordan og hvor længe strømmen løber i kroppen.



si100-01.RES

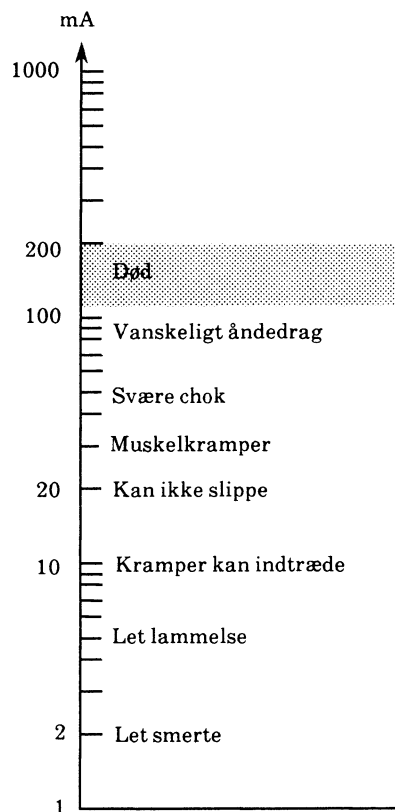
Strømmen bestemmes af modstanden i kroppen. Modstanden kan være mellem 500 Ω og 500 k Ω , bestemt af især af kroppens fugtighedstilstand.

I alle apparater, hvor der anvendes spændinger over 50 V, fx 220 V, skal der under reparation, måling og lignende udvises den største forsigtighed.

Det er derfor en god ide altid at anvende en skilletransformer foran det apparat, man skal arbejde med og kun anvende en hånd inde i apparatet, hvis det er muligt.

Strømmens virkning

Det nedenstående skema skitserer strømmens virkning på kroppen.



ei013-02

El-ulykke

Hvis en person kommer i berøring med en uisoleret spændingsførende ledning, vil kroppen blive påvirket forskelligt, alt efter spændingens størrelse.

Strømmen vil gå gennem kroppen, hvor der er mindst modstand, dvs. gennem blodårerne. Hvis strømmen passerer hjertet, kan det meget let føre til hjertestop.

Førstehjælp

Stands ulykken:

- Afbryd strømmen

Ved el-ulykker på luftledninger:

- Alarmer og fortæl nøjagtigt, hvor ulykken er sket, så strømmen kan blive afbrudt
- Rør aldrig ved en person, der rører ved en strømførende ledning. Du bliver selv ramt af strømmen.

Hvis du kommer ud for en person, der kommer i berøring med en strømførende ledning, er det vigtigt, at du yder korrekt førstehjælp.

Hvis offeret er bevidstløst, og åndedrættet er standset, skal der omgående gives kunstigt åndedræt.

Kunstigt åndedræt ved mund-til-næse metoden

Læg den nødstedte på ryggen, og læg dig på begge knæ ved siden af hans hoved.

Bøj den nødstedtes hoved så langt bagover som muligt med den ene hånd under hans isse og den anden under hans hage.



si055-16.RES

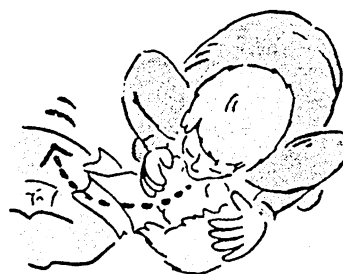
Foretag en hurtig og dyb indånding. Gab så højt op som muligt.



si055-17.RES

Anbring din vidtåbne mund omkring den nødstedtes næse. Du må ikke kunne mærke den nødstedtes næse, da du erved kan hindre luftpassage.

Blæs, indtil du ser den nødstedtes brystkasse hæve sig.



si055-18.RES

Når brystkassen er faldet sammen, blæs igen. De første ti indblæsninger skal følge hurtigt efter hinanden.



si055-19.RES

Blæs 15 til 20 gange i minuttet. Hold hele tiden den nødstedtes hoved i bagoverbøjet stilling.

Hvis du føler dig forpustet eller svimmel, fortsætter du i et langsommere tempo. Hvis du stadig er svimmel, må du skifte over til Holger Nielsens metode.

Stop ikke det kunstige åndedræt, før offeret er kommet til live, eller en læge overtager ansvaret. En genoplivning kan tage op til 8 timer.

Når offeret begynder at komme til sig selv, skal vedkommende beroliges for at modvirke choktilstand. Giv offeret lidt at drikke, men ikke te, kaffe eller alkohol.

Undgå uforsigtig eller hurtig transport af offeret, da dette kan medføre varige skader af det delvis lammede hjerte.

I tilfælde af brandsår dækkes disse med en tør steril forbindelse.





Sikkerhedsbestemmelser - Elektriske apparater

Generelt

Fælles bestemmelser

Sikkerhedsbestemmelserne, der her skal omtales, er beskrevet i Stærkstrømsreglementet af 1962, afdeling C, afsnit 101, og omfatter elektroniske apparater for tilslutning til forsyningsnettet.

Stærkstrømsreglementets sikkerhedsbestemmelser opfylder de i EF gældende sikkerhedsnormer (IEC- og CEE-normerne).

Apparater, som er fremstillet i udlandet, og som opfylder de internationale sikkerhedsnormer, kan derfor lovligt sælges og bruges i Danmark.

Uddrag af bestemmelserne

I det følgende findes et kort uddrag af bestemmelserne i afsnit 101.

Da bestemmelserne hele tiden revideres i takt med den tekniske udvikling, er det kun de overordnede bestemmelser, som her skal behandles.

De mere detaljerede bestemmelser findes i et hæfte, som kan rekvireres hos Danmarks Elektriske Materielkontrol, Lyskær 8, 2730 Herlev. Tlf. 42 94 72 66.

Formål med bestemmelserne

Sikkerhed

Apparater, som tilsluttes forsyningsnettet, skal være således konstrueret, at de ikke frembyder fare ved normal brug eller under fejlforhold.

Der lægges særlig vægt på at beskytte:

- Personer mod elektrisk stød
- Personer mod virkninger af høj temperatur
- Personer mod virkninger af ioniserende stråling
- Personer mod virkninger af implosion
- Personer mod mekanisk ustabilitet af apparatet og mod bevægelige dele
- Mod brandfare

Gyldighedsområde

Apparater til forsyningsnet

Afsnit 101 gælder for følgende apparater for tilslutning til forsyningsnettet, enten direkte eller indirekte, der er beregnet til brug i boliger og til lignende almindelig indendørs anvendelse, og som ikke er udsat for oversprøjtning:

- Radiomodtagere og fjernsynsmodtagere
- Forstærkere
- Seperate signalomsættere
- Motordrevne apparater, som omfatter et eller flere af ovennævnte apparater, eller som kun kan bruges i forbindelse med et eller flere af disse apparater, fx pladespillere og båndoptagere
- Andre apparater, som tydeligvis er beregnet til brug i forbindelse med ovennævnte apparater, fx antenneforstærkere, strømforsyningsapparater og ledningsforbundne fjernbetjeningsenheder.
- Batterieliminators
- Elektroniske musikinstrumenter
- Elektronisk tilbehør som rytmegeneratorer, selvstændige tonegeneratorer, musikturnere o.l. til brug sammen med elektroniske eller ikke-elektroniske musikinstrumenter

Anmeldelsespligt

Import

Importerede apparater til stærkstrømsnet må anvendes i Danmark, hvis de opfylder de internationale sikkerhedsnormer.

Importeret apparater med erhvervsmæssigt salg for øje, er importøren eller sælgeren forpligtet til at anmelde importen og få de importerede apparater registreret.

Registreringen finder sted hos Danmarks Elektriske Materielkontrol, DEMKO.

Kontrol

DEMKO har en afdeling for markedskontrol. Denne markedskontrol finder sted i detailforretninger og på udstillinger.

Apparaterne, der skal kontrolleres, købes af DEMKO, hvorefter en nøjere undersøgelse finder sted.

Hvis markedskontrollen finder, at et apparat ikke svarer til oplysningerne i den pligtige anmeldelse, vil resultatet blive en retssag.

Hvis materiellet er direkte farligt at anvende, kan DEMKO pålægge importøren at tilbagekalde det allerede markedsførte materiel.

Byggesæt

Apparater fremstillet af en selvbygger til eget brug skal ikke anmeldes eller godkendes, så længe disse apparater er i selvbyggerens besiddelse.

Enhver selvbygger af elektrisk stærkstrømsmateriel har ansvaret for, at det er udført i overensstemmelse med reglementets bestemmelser.

Definitioner

Almindelige definitioner

For at lette læsningen af Stærkstrømsreglementet skrives her de mest almindelige definitioner, som gælder for bestemmelserne.

Tilgængelig del

En del, der kan berøres med standardprøvefingeren.

I regulativet er der vist et billede af denne prøvefinger.

Tilgængelige dele må ikke være el-førende.

El-førende del

En del, som, hvis den berøres, kan forårsage et væsentligt elektrisk stød.

En antennebøsning er el-førende, hvis der til effektiv jord kan trækkes en vekselstrøm på mere end 0,7 mA (topværdi) eller en jævnstrøm på 2 mA gennem en modstand på 2 000 Ω .

Den tilladte maksimale strømstyrke på 0,7 mA er ganske ufarlig, men vil dog kunne mærkes af nogle mennesker.

En antennebøsning betragtes også som el-førende, hvis spændingen på bøsningen i forhold til effektiv jord er større end 34 V (topværdi).

Forsyningsnet

Et forsyningsnet med en driftsspænding på mere end 34 V (topværdi), og som ikke udelukkende anvendes til forsyning af de i pkt. 3.1 angivne apparater.

Krybestrækning

Den korteste afstand målt i luft langs overfladen af isolation mellem ledende dele.

Luftafstand

Den korteste afstand målt i luft mellem ledende dele.

Del, som er i direkte forbindelse med forsyningsnettet

En del af apparatet, som er i elektrisk forbindelse med forsyningsnettet på en sådan måde, at der i en forbindelse mellem den pågældende del og en af nettets poler opstår en strøm på 9 A eller mere.

Del, som er i ledende forbindelse med forsyningsnettet

En del af apparatet, som er i elektrisk forbindelse med forsyningsnettet på en sådan måde, at der gennem en modstand på 2 000 Ω indskudt mellem den pågældende del og en af nettets poler opstår en strøm på 0,7 mA (topværdi) eller mere, idet apparatet ikke er jordforbundet.

Strømforsyningsenhed

Et apparat, som aftager energi fra forsyningsnettet og leverer denne til et eller flere andre apparater.

Batterieliminator

Et strømforsyningsenhed, som kan bruges i stedet for batterier i et elektronisk apparat.

Transportabelt apparat

Et apparat specielt beregnet til let at kunne bæres i hånden. Vægten må ikke overskride 15 kg.

Grundisolation

En isolation, som er anbragt på el-førende dele for at give den grundlæggende beskyttelse mod elektrisk stød.

Beskyttende isolation

En selvstændig isolation ud over grundisolationen med det formål at sikre berøringsbeskyttelse i tilfælde af fejl på grundisolationen.

Dobbelt isolation

En isolation, der omfatter både grundisolation og beskyttende isolation.

Apparat af klasse I

Klasse I angiver, at apparatet ikke alene har grundisolation som beskyttelse mod elektrisk stød, men også har en yderligere sikkerhed bestående i, at tilgængelige ledende dele bliver forbundet til beskyttelseslederen i den faste installation på en sådan måde, at tilgængelige ledende dele ikke kan blive el-førende i tilfælde af en fejl på grundisolationen..

Apparat af klasse II

Klasse II angiver, at apparatet har en beskyttelse mod elektrisk stød, der ikke alene er baseret på grundisolation, men har en yderligere sikkerhed bestående af dobbelt isolation eller forstærket isolation, idet der ikke er midler til beskyttende jordforbindelse eller afhængighed af forholdene i installationen.

Reparation af stærkstrømsmateriel

Kontrol og reparation

Når et apparat indleveres til reparation, skal reparationen udføres i overensstemmelse med Stærkstrømsregulativets krav om berørings- og brandsikkerhed.

Defekte komponenter skal udskiftes med nøjagtig samme type og størrelse. Der må heller ikke ændres på komponenternes placering på en eventuel printplade.

Reparationen skal udføres håndværksmæssigt forsvarligt.

Netledning, netstik, udvendige tilslutningssteder, betjeningsknapper, kabinet og bagklædning skal kontrolleres. Reparer eller udskift, hvis de findes defekte.

Ansvar

Reparatøren har ansvaret for, at de reparerede apparater opfylder sikkerhedsbestemmelserne. Efter et indgreb i et apparat, således at sikkerheden forringes, kan reparatøren drages til ansvar i tilfælde af ulykke og/eller brand forårsaget af det pågældende apparat.

Dette ansvar gælder også for lærlinge. I første omgang vil lærestedets ansvarsforsikring træde i funktion, men forsikringsselskabet kan herefter, afhængig af lærlingens uddannelsestrin, søge regres hos lærlingen, uanset om fejlen blev begået forsætligt eller uforsætligt.

□



Arbejde på eller i nærheden af el-installationer

El-arbejde generelt

Ifølge Stærkstrømsreglementet skal der under udførelse af arbejde i nærheden af elektriske installationer udvises påpasselighed for at afværge, at disse udsættes for overlast.

Arbejde på eller nær ved elektriske installationer under spænding må kun udføres af personer, der er fyldt 18 år.

Betjening af prøvetavler i forbindelse med afprøvning af brugsgenstande under spænding kan udføres af personer, der er under uddannelse og fyldt 16 år, når de er instrueret og under opsyn af en sagkyndig person.

Tavleanlæg i installationer

Under arbejde på tavleanlæg i installationer skal alle dele i arbejdsområdet være spændingsløse.

Der kan udføres arbejde på tavleanlæg under spænding ved følgende arbejder:

- Fejlsøgning og måling
- Opsætning og udskiftning af målere
- Arbejdsområdet overstrømsbeskyttet med højst 63 A
- Hvis afbrydelse er umulig, og en afbrydelse får alvorlige følger for virksomheden

Arbejdet skal udføres af personer, der har kendskab til og erfaring i de arbejdsoperationer, der skal udføres.

De pågældende personer skal oplæres i L-AUS arbejde og mindst en gang om året instrueres i L-AUS-bestemmelserne.

Nødvendigt mandskab

Ved L-AUS arbejde, der udføres af en person, skal der findes en anden person så nær arbejdspladsen, at den pågældende kan gribe ind, hvis en ulykke indtræffer.

Værktøj og udrustning

Værktøj og udrustning skal være egnet til L-AUS arbejde og periodisk kontrolleres for eventuelle fejl og mangler.

I øvrigt skal alt el-arbejde altid udføres efter gældende regler og bestemmelser.

Sikkerhed på arbejdspladsen

Ansvar og pligter

Arbejdsgiver

Arbejdsgiveren er ansvarlig for, at der under hensyn til arbejdets art, arbejdsforholdene samt beskæftigedes alder, uddannelse og øvrige forudsætninger for arbejdet, foretages alt, hvad der med rimelighed kan kræves for at forebygge, at nogen hos ham beskæftiget pådrager sig sygdom som følge af arbejdet eller rammes af ulykkestilfælde derved.

Arbejdsgiveren er således ansvarlig for, at ethvert i hans bedrift benyttet beskyttelsesmiddel og dets tilbehør til enhver tid opfylder kravet om hensigtsmæssighed.

Arbejder

Den beskæftigede har pligt til at benytte udleveret, påbudt sikkerhedsudstyr og til i øvrigt at udvise tilbørlig forsigtighed og orden og for sit eget vedkommende medvirke til at forebygge sundhedsfare og ulykkestilfælde.

Enhver mangel, som den beskæftigede måtte finde ved det udleverede beskyttelsesmiddel og ikke straks selv kan afhjælpe, skal omgående meddeles rette vedkommende i virksomheden.

Det er i lovgivningen bestemt, at arbejderne er forpligtede til at anvende de beskyttelsesmidler, som måtte være påbudt.

Personlige beskyttelsesmidler

Definition

Ved personlige beskyttelsesmidler forstås sådan udrustning, som under arbejdet bæres til værn mod sundheds- og ulykkesfare.

Hovedgrupper

Personlige beskyttelsesmidler inddeles her i følgende hovedgrupper:

- Hovedværn
- Høreværn
- Øjenværn
- Fod- og benværn
- Åndedrætsværn
- Håndværn

Almindelige egenskaber

Det personlige beskyttelsesmiddel skal yde tilfredsstillende værn mod den risiko, det tilsigter at imødegå.

Værnet skal være bekvemt for bæreren og om muligt ikke virke generende under arbejdet samt være således udformet, at det ikke giver anledning til selvstændige faremomenter.

Ved værnets udformning bør lav vægt tilstræbes, ligesom det bør være let at tage af og på.

Leverancer i Norden

Ved leverancer af personlige beskyttelsesmidler fra nordisk land til et andet vil den oprindelige mærkning være tilstrækkelig.

Standardmærkning for de fire nordiske lande:

- DS = Dansk standard
- NS = Norsk standard
- SIS = Svensk standard
- SFS = Finsk standard

Ikke godkendte beskyttelsesmidler

Mærkningen må ikke påføres andre beskyttelsesmidler end de godkendte.

Tilbagekaldelse af beskyttelsesmidler

Direktoratet for Arbejdstilsynet kan tilbagekalde tidligere givne godkendelser.

Brugsanvisning

Ethvert udleveret personligt beskyttelsesmiddel skal være ledsaget af fornødne forskrifter for dets anvendelse og pasning.

Vedligeholdelse

Eftersyn

Det påhviler arbejdsgiveren at drage omsorg for, at midlet regelmæssigt og omhyggeligt efterses og vedligeholdes.

Tvivlstilfælde

Opstår der tvivl om, at beskyttelsesmidlet fortsat yder betryggende sikkerhed, skal det tages ud af brug.

Rensning og desinficering

Et beskyttelsesmiddel, som har været anvendt af en bestemt arbejder, må som regel ikke overlades anden arbejder, forinden det er rensat og om nødvendigt desinficeret.

□

Elektroteknisk dokumentation

Teknisk dokumentation

Teknisk dokumentation er den information, der er nødvendig for at kunne installere, idriftsætte, fejlfinde og vedligeholde el-installationer samt maskiner og elektrisk materiel.

Teknisk dokumentation leveres med el-installationer og maskiner i form af tegninger, skemaer, diagrammer, tabeller og tekniske beskrivelser.

Omfanget af den tekniske dokumentation afhænger af kompleksiteten af det pågældende elektriske materiel og installation.

For små og ukomplicerede installationer og maskiner kan den nødvendige tekniske dokumentation eventuelt stå på et stykke papir, forudsat at dette viser alle dele af det elektriske materiel og viser, hvordan korrekt tilslutning til forsyningsnettet skal foretages.

Ved elektroteknisk dokumentation forstås alle tegninger, skemaer, diagrammer og tabeller, der anvendes som skriftlig forklaring på et elektroteknisk anlæg.

Dokumentarter

Navnet på et elektroteknisk dokument består af to led:

- Første led fortæller om dokumentets formål
- Andet led fortæller om dokumentets art

I DS (Dansk Standard) er der beskrevet fire dokumentarter:

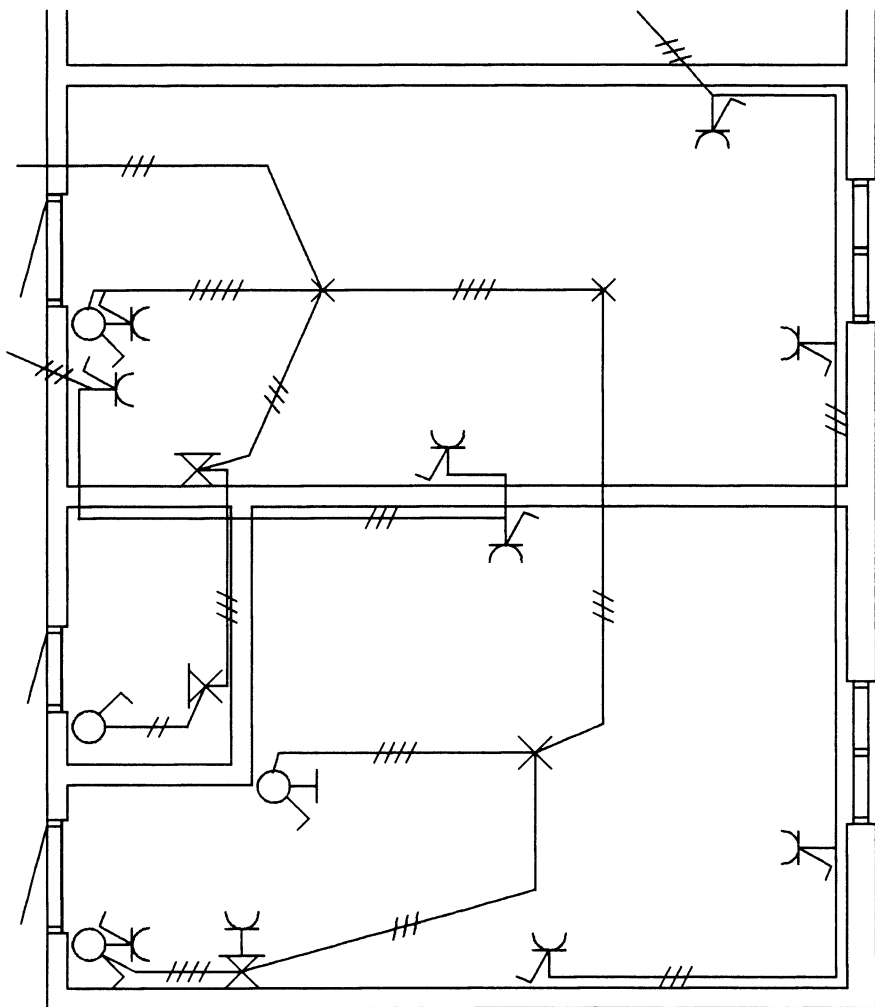
- Tegning
- Skema
- Diagram
- Tabel

Tegning

En tegning er et dokument, som i et bestemt målførhøld viser de forskellige komponenters indbyrdes forhold.

Som eksempel kan nævnes:

Installationstegning, der kan være en tegning af en bygning, hvorpå der ved hjælp af symboler er indtegnet elektriske komponenter, fremføringsveje og ledninger.



tk062-01.ILL

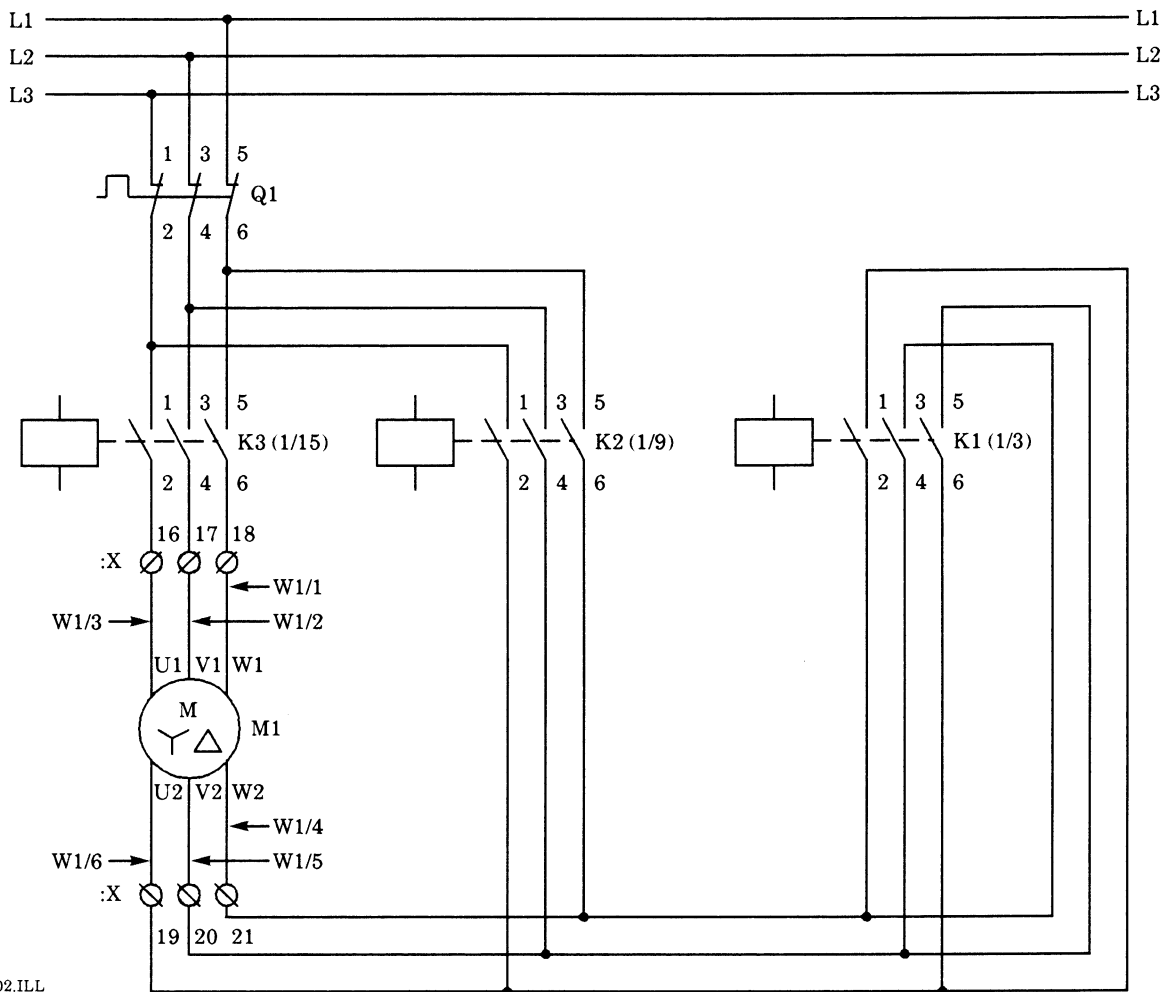
Installationstegning

Skema

Et skema er et dokument, der med symboler viser den måde, hvorpå et anlæg eller en anlægsdel fungerer, samt hvordan komponenter er forbundet indbyrdes.

Som eksempel kan nævnes:

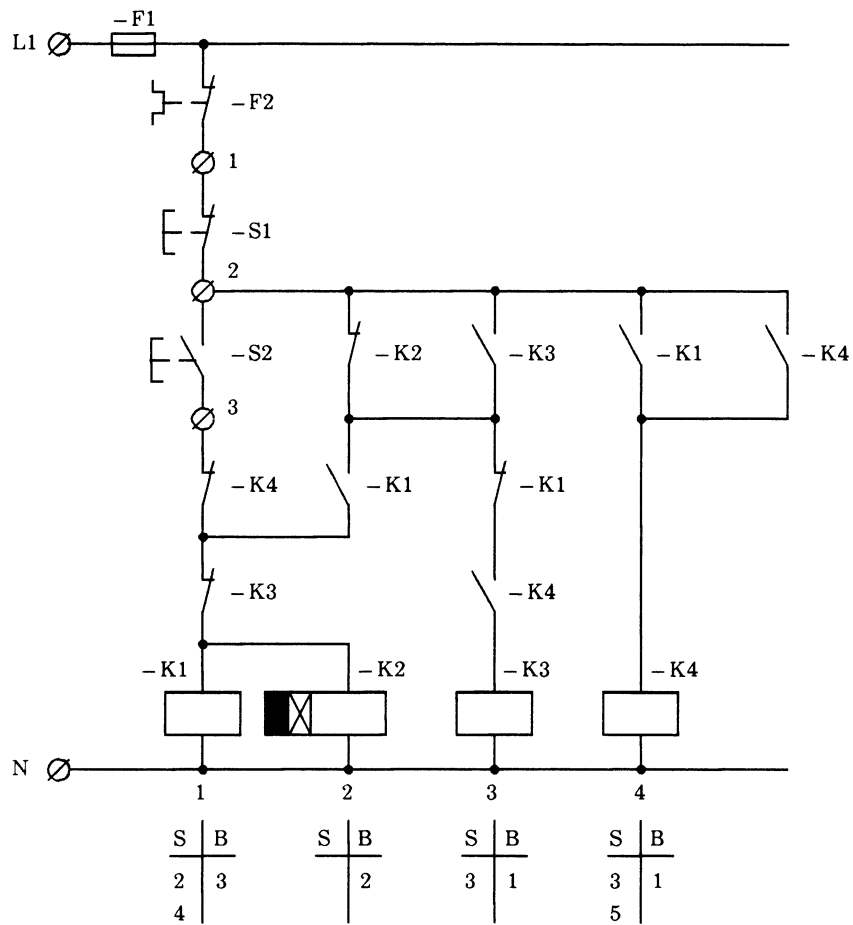
Hovedstrømsskema, som viser hovedstrømmen i et anlæg uden hensynstagen til geografisk placering.



tk062-02.ILL

Hovedstrømsskema

Nøgleskema viser et anlægs eller en anlægsdels styre- og signalkredsløb.

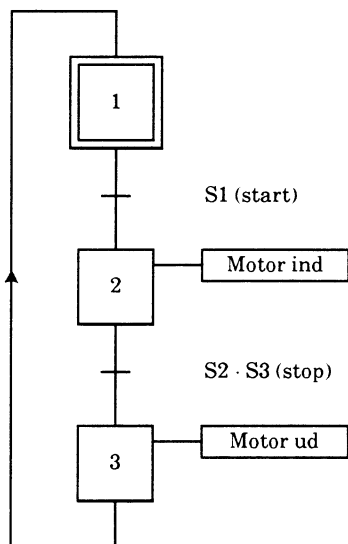


tk062-03.ILL

Nøgleskema

Diagram

Diagram er et dokument, som viser det gensidige forhold mellem forskellige hændelser, hændelser og tiden, hændelser og fysiske størrelser og anlægsdeles tilstand.



tk062-05.ILL

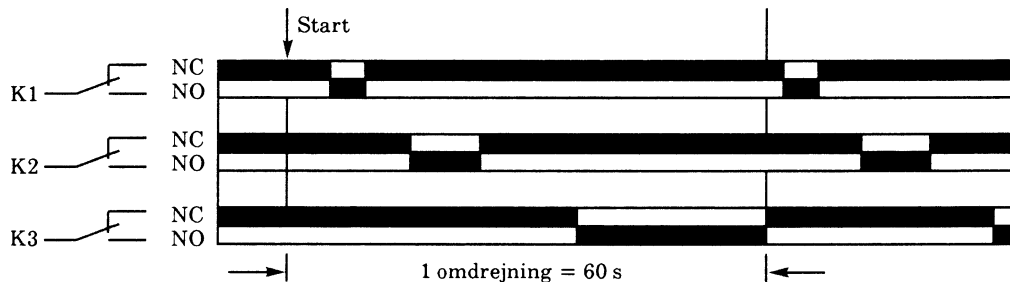
Sekvensdiagram

Tabel

Tabel er et dokument, som viser en række oplysninger opført i rækker og /eller søjler. En tabel med kun en række eller søjle kaldes en liste.

Fra		Til		Anm.
Komp.	Term.	Komp.	Term.	
F1	A	X1	5	
F1	B	X1	6	
F1	C	K1	5	F1 C
F1	C	K5	12	K5 12
K1	1	K2	1	
K1	2	K2	2	
K1	3	K4	5	
K1	4	K2	5	K2 5
K1	6	X1	1	
K2	3	X1	2	
K2	4	X1	3	
K2	5	X1	4	
K2	6	K3	1	K3 1
K3	1	K3 R1	1	
K3	2	K3 R1	2	
K3	3	K3	4	

Forbindelsestabel



tk062-04.ILL

Tidssekvensdiagram





Standarder og normer

DS 5008-serien

Regler for udførelse af elektrotekniske tegninger, skemaer, diagrammer og tabeller er samlet i DS 5008-serien, som er udarbejdet på grundlag af IEC 113-serien (IEC = International Electrotechnical Commission).

DS 5008-serien omfatter følgende standarder med fællestitlen "Regler for udførelse af elektrotekniske tegninger, skemaer, diagrammer og tabeller":

- DS 5008.00 del 0: Orientering og oversigt (1989)
- DS 5008.01 del 1: Definitioner (1978)
- DS 5008.02 del 2: Generelle regler (1986)
- DS 5008.03 del 3: Referencebetegnelser for apparater og komponenter (1979)
- DS 5008.04 del 4: Kredsskemaer. Regler og eksempler (1978)
- DS 5008.05 del 5: Udførelse af ydre forbindelseskemaer og tabeller (1980)
- DS 5008.06 del 6: Udførelse af indre forbindelseskemaer og tabeller (1989)
- DS 5008.07 del 7: Udarbejdelse af logikskemaer (1985)

DS 5009-serien

Symboler til anvendelse på elektrotekniske tegninger for de forskellige brancheområder er samlet i DS 5009-serien med fællestitlen "Symboler på elektrotekniske tegninger"

DS 5009-serien er udarbejdet på grundlag af IEC 617-serien.

Både DS 5008 og 5009-serien er af Dansk Standard udgivet i en håndbog i A5-format. Håndbogen er i to bind, som kun kan sælges samlet. Bind 1 indeholder DS 5008-serien, og bind 2 indeholder DS 5009-serien.

Håndbøgerne kan bestilles hos Industriens Forlag, telefon 31 46 78 22.





Oversigtstabel over dokumenttyper efter DS 5008.01

Dokumenttyper

Dokumentets art	Beskrivelse af arten	Dokumentets navn	Eksempler og / eller bemærkninger
Tegning	Et dokument med afbildning, normalt gengivet i målforhold og visende den indbyrdes placering af anlægsdele	Funktionstegning	Viser den funktionelle samhørighed mellem de mekaniske og elektriske komponenter
		Forbindelsestegning	Viser et anlægs tilslutningspunkter og indbyrdes elektriske forbindelser
		Installations-tegning	Lys-, kraft- og varmeinstallationer
		Kabelførings-tegning	Forsyningsanlæg med kabel i jord til kabelskabe
		Trådlægnings-tegning	Ledningsbundt i tavle eller på printplade
		Printplade tegning	Lederbaner og terminaler på printplade uden komponenter
		Dispositions-tegning	Placering af anlægsdele, tavler, maskiner m.m.
		Bestyknings-tegning	Placering af anlægsdele, tavler, maskiner m.m.
		Terminal-tegning	Klemrækker, klemtavle til motor, terminaler på relæ
		Vedligeholdelses-tegning	Viser målepunkter, komponenter m.m. til fejlfinding og servicering
Diagram	Et dokument, der viser det gensidige forhold mellem: <ul style="list-style-type: none"> • Forskellige hændelser • Hændelser og tiden • Hændelser og fysiske størrelser • Anlægsdeles tilstand 	Sekvensdiagram	Beskriver rækkefølgen af delfunktioner i et funktionsforløb
		Tidssekvensdiagram	Diagram, der beskriver tidsintervallerne mellem delfunktioner, fx programvælger
		Funktionsrækkefølge Rutediagram	Beskriver med symboler et logisk hændelsesforløb. Specielt til det elektrotekniske område findes symbolerne i IEC 848, de øvrige i DS 1090/DIN 66 001

Dokumentets art	Beskrivelse af arten	Dokumentets navn	Eksempler og / eller bemærkninger
Skema	Et dokument, der med symboler viser den måde, hvorpå de forskellige dele af en installation, et apparat eller apparatdele, der er forbundet indbyrdes eller internt	Oversigtsblokskema	Ved blokskema vises sammenhængen med blokke med tekst (firkanter, rektangler)
		Processkema	Kredsløb ved væsker i den kemiske industri eller/og levnedsmiddelindustrien
		Netskema	Forsyningsnet og telekommunikationsnet
		Stationsskema	Hovedstrømveje med angivelse af tekniske hoveddata ved kraftværk, transformerstation eller lignende
		Logikskema	Beskriver logiske funktioner med symboler for logikelementer
		Kredsskema	Viser et anlægs elektriske forbindelseskredse i detaljer til forståelse af opbygning og virkemåde
		Hovedstrømskema	Kredsskema for hovedstrøm til effektkredse, motorer, elvarme m.m.
		Nøgleskema	Kredsskema for styre- og signalkredse
		Ækvivalentkredsskema	Kredsskema, hvor kredse er beskrevet specielt med henblik på analyse og beregning af kredsene
		Forbindelseskema	Skema, der viser et anlægs tilslutningspunkter og de elektriske forbindelser mellem dem
		Indre forbindelseskema	Forbindelseskema, der viser tilslutningspunkter og forbindelser, som vedrører en anlægsdels indre opbygning
		Ydre forbindelseskema	Forbindelseskema for en anlægsdels ydre opbygning
		Terminalskema	Viser sammenhæng mellem komponenter/apparatterminal og de tilgående ledningers tilslutning
		Tilslutningsskema	Viser sammenhæng mellem terminaler og indre forbindelser, fx polomkobelbar motor
		Kabelskema	Skema, der viser betegnelser, data og endepunkter for kablerne, men ikke tilslutningspunkter for kablernes enkelte ledere
Vedligeholdelseskema	Skema, der har samme formål som en vedligeholdelsesstegning		

□

Referencebetegnelser og bogstavskoder

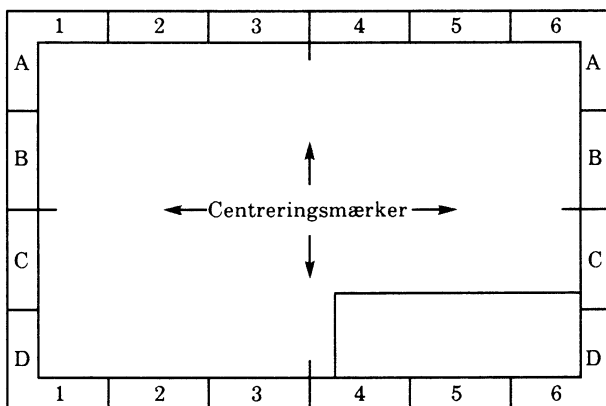
Referencenet

For at lette udfærdigelsen samt læsningen af en tegning/dokument kan tegningsarket være forsynet med et referencenet.

Inddelingen af referencenettet bør være deelig med to, og nettets tæthed bør vælges i forhold til, hvor kompliceret tegningen/skemaet er.

Søjlerne i nettet angives med tal, og rækkerne i nettet angives med bogstaver.

Nummereringen af referencenettet skal begynde i øverste venstre hjørne modsat titelfeltet.



tk065-01.ILL

Referencenet

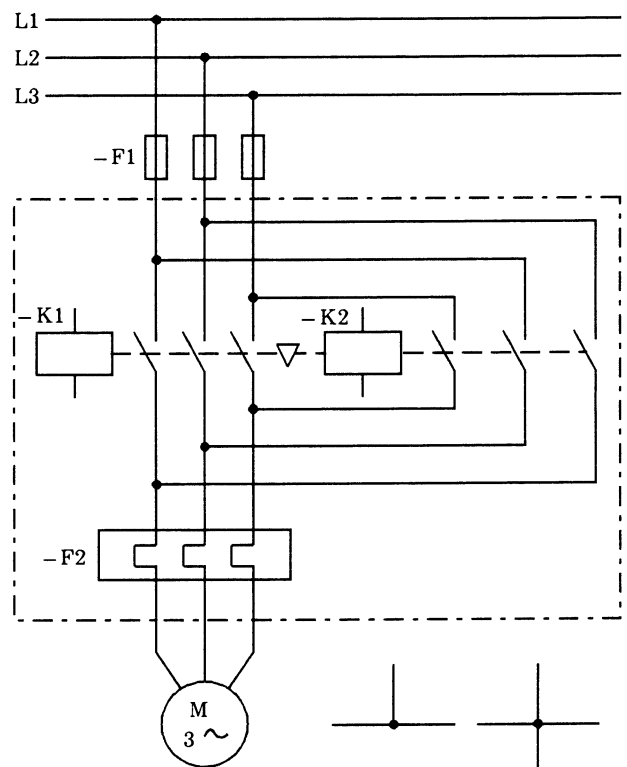
Tegneregler

Ved udfærdigelse af elektrotekniske dokumenter bør der tilstræbes et klart og tydeligt layout, samt at dokumentet er læsevenligt. Fx bør et kredsskema klart og tydeligt vise kredsløbets funktion.

I kredsløbsskemaer, som fx nøgle- og hovedstrømsskemaer, skal funktionen og hændelsesforløbet tegnes således, at signalretningen samt effektretningen er fra venstre mod højre og/eller fra oven og nedad.

Desuden skal alle forbindelseslinier være rette og helst uden krydsninger samt parallelle med papirets kanter.

Ved afgreninger, eller hvor to forbindelser krydser hinanden med elektriske forbindelse i krydspunktet, vises dette med et punktmærke.



tk065-02.ILL

Hovedstrømsskema

Punktmærket kan udelades, hvis misforståelser er udelukket, men DS 5008.04 anbefaler, at man benytter punktmærker.

Symboler tegnes normalt i spændingsløs tilstand og ikke i aktiveret stilling.

Kontakter og relæer tegnes i en stilling, der svarer til, at spolen er spændingsløs.

Referencesystem

Til entydig i identifikation af elektriske apparater og komponenter anvendes et referencesystem. Referencesystemet er beskrevet i DS 5015 "Referencebetegnelser til elektroteknisk brug".

Referencesystemet finder anvendelse i skemaer, diagrammer, tabeller m.m. samt som direkte fysisk mærkning af apparater og komponenter.

Referencesystemet kan bestå af fire blokke, der hver især beskriver i mere eller mindre detaljeret form de nødvendige oplysninger om et apparat eller en komponent.

De fire blokke har hver et fortegn som adskillelse mellem blokkene.



Referenceblok 1

Blok 1 anvendes til betegnelse af apparater og komponenter på et tilhørmæssigt højt niveau.

Eksempel

= T2 angiver transformerstation 2.

Referenceblok 2

Blok 2 anvendes til betegnelse af apparaters og komponenters rumlige placering.

Eksempel

+ TR4 angiver tavlerum 4 i en bygning.

Referenceblok 3

Blok 3 anvendes til betegnelse af apparaters og komponenters art og nummer.

Eksempel

- K3 angiver et relæ med nummeret K3.

Referenceblok 4

Blok 4 anvendes til betegnelse af komponentens terminaler.

Eksempel

: 33 angiver klemme i en klemrække eller en terminal på et relæ. Det vil ofte være nødvendigt at medtage artsbogstav, som vist nedenfor.

- K1 : 33 angiver klemme i klemrække.

- K5 : 33 angiver terminal i relæ.

Bogstavskoder for blok 3

Tabellen angiver bogstavskoder for emnearter /komponenter for blok 3.

Kode-bogstav	Emneart	Eksempler	Relationer og bemærkninger
A	Samlinger, undersamlinger	El-tavle, rack, samlinger, forstærkere med diskrete komponenter, sender, modtager, trykte kredsløb	Håndbetjent stjerne/trekantstarter: Q Computer: D
B	Omsættere fra ikke elektrisk til elektrisk størrelse eller omvendt	Måletransducere og separate sensorer, termoelektriske føler, termoelement, fotocelle, strain gauge, mikrofon, pickup, højttaler, Hallgenerator, nærhedsføler	Signalgiver: H Signalomsætter: U Styre- og grænseafbryder (endestop): S
C	Kondensator		
D	Binære elementer	Integrerede digitale samt digitale til analoge kredsløb, forsinkelseselementer, bistabilt element, monostabilt hukommelseselement, register, magnetbånd, pladelager	Analog- til digitalkredsløb og -udstyr: N
E	Diverse	Omsættere fra elektrisk energi til varme, kulde og lys; udstyr, som ikke kan henføres til noget andet kodebogstav	Signallampe: H
F	Beskyttende udstyr	Sikring, overspændingsafleder, lynafleder, termisk beskyttelsesrelæ, fejlstrømsrelæ	
G	Generatorer, strømforsyninger	Motorgeneratorer, batteri, solcelle	Hall-generator: B
H	Signalgivere	Signallampe, klokke, sirene og anden form for optisk eller akustisk signalgiver	
I	Ubenyttet		Må ikke benyttes som kodebogstav, da det kan forveksles med 1
J	Ubenyttet		
K	Relæer, kontaktorer	Elektromekaniske relæ, elektronisk relæ, kontaktor anvendt som hjælpere-læ i styrekredse	Mekaniske og manuelt betjente kontakter anvendt i styrekreds: P
L	Induktansspoler, reaktorer		Relæspole: K Elektromagnet: Y
M	Motorer	Roterende motor, stepmotor, linearmotor	

Referencebetegnelser og bogstavskoder

Kode- bogstav	Emneart	Eksempler	Relationer og bemærkninger
N	Analogelementer	Operationsforstærker, analog- til digitaludstyr	Forstærker med di- skrete komponenter: A Digital- til - analog- kredsløb: D
O	Ubenyttet		Må ikke benyttes som kodebogstav, da det kan forveksles med 0
P	Målende apparater, prøveudstyr	Indikerende, registrerende instrumen- ter, oscilloskop, signalgenerator, el-ur	Signaltransducer: B Plotter og printer: Y
Q	Hovedstrømsafbrydere og -omskifttere	Effektafbryder, motorværn, lednings- adskiller, lastadskiller, afbryder til lys- og kraftinstallationer, kontakter i hovedstrømskredse	Sikring: F Afbrydere i styrekredse: S Kontakter anvendt i styrekredse: K
R	Modstande	Fast og variabel modstand, drejemod- stand, potentiometer, shunt, NTC- og PTC-modstande	Varmelegeme: E
S	Afbrydere og omskifte- re i styrekredse	Trykkontakt, grænseafbryder, termostat, drejekontakt	Relæ og kontakter: K
T	Transformere	Krafttransformer, måletransformer	
U	Omformere, modulato- rer	Ensretter, vekselretter, signalomfor- mer, frekvensomformer, demodulator, teleomsætter, optokobler	Strømforsyning: G
V	Halvledere, elektron- rør	Diode, transistor, tyristor, triac	
W	Ledninger, kabler, an- tenner	Samleskinne, dipolantenne, parabol- antenne, lysleder, transmissionsled- ning, bølgeleder	
X	Terminaler, stik, sok- ler	Klemme, klemrække, apparatklem- me, prøvebøsning, spadestik, loddeflig, multistik, jackstik, koaksialstik, lysle- dersamling, kabelsamling og afslut- ninger	Lysledersender: B
Y	Elektriske betjente mekaniske apparater	Bremse, kobling, magnetventil, mo- torventil, aktiveringsmagnet, printer, plotter	
Z	Afslutninger, filtre, udlignere, begrænsere	Kabelkorrektionsnet, krystalfilter, elektriske filtre, netværk	

□

Hovedstrømsskema

Generelt

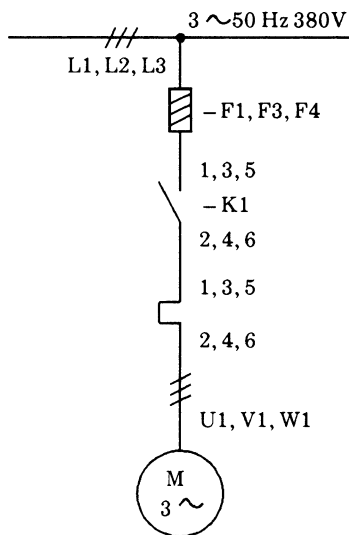
Kredsskemaer over et automatisk anlæg kan deles op i hovedstrømsskemaer og nøgleskemaer.

Hovedstrømsskemaer kan igen deles op i etstregsskemaer og/eller flerstregsskemaer.

Etstregsskema

Etstregsskemaet viser hovedstrømmen til trefaset motor med et motorværn.

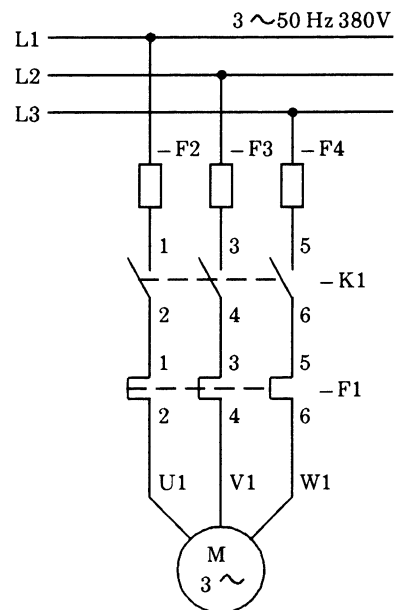
Ved hjælp af nummer- og bogstavmærkning vises, at kredsen er trefaset.



tk066-01.ILL

Flerstregsskema

Hovedstrømskredsen kan også tegnes som et flerstregsskema.



tk066-02.ILL

□

Nøgleskema

Generelt

Grundprincip

Et nøgleskema er en oversigt over, hvorledes komponenter indgår i et elektrisk styrekredsløb.

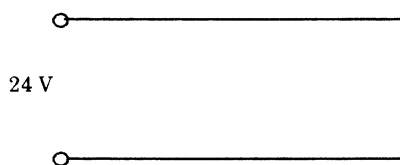
Komponenterne indtegnes i skemaet mellem to vandrette linier, der symboliserer forsynings-spændingen fra strømkilden.

Spænding

Forsyningsspændingen for styrekredsløbet er bestemt af styrestrømsforbrugernes (spoler og signallamper) mærkespænding.

Mærkespændingen vil ofte være 220 eller 24 V.

I dette afsnit er der anvendt 24 V styrespænding.



tk017-01

Krav

For at kunne lave en styring efter en tegning er det nødvendigt at have nogle faste regler for tegninger. Disse regler findes i Dansk standard (DS).

Kontakter

Kontakterne tegnes altid:

- Uaktiverede
- For bevægelse fra venstre mod højre

Symboler

Kontaktfunktion

Der findes to grundtyper:

- Sluttekontakt
- Brydekontakt

Sluttekontakt

Kontakten slutter en forbindelse ved aktivering.



tk017-02

Brydekontakt

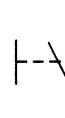
Kontakten bryder en forbindelse ved aktivering.



tk017-03

Enpolet afbryder

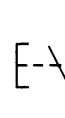
En enpolet afbryder er en afbryder med en pol og to faste stillinger, åben og lukket.



tk017-04

Startkontakt

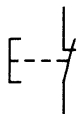
En startkontakt er en håndbetjent fjederpåvirket sluttekontakt, der anvendes til start af en kontaktor. Trykknappen er grøn og mærket I.



tk017-05

Stopkontakt

En stopkontakt er en håndbetjent fjederpåvirket brydekontakt, der anvendes til stop af en kontaktor. Trykknappen er rød og mærket 0.



tk017-06

Styrestråmsforbrugere

Til forbrugere af styrestrøm er der i almindelige styringer to typer:

- Signallamper
- Kontaktorspoler

Signallamper

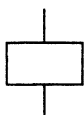
Signallamper er lamper, der er tilsluttet kontakto- ren og markerer en stilling, aktiveret og uakti- veret.



tk017-07

Spoler

Til at aktivere kontaktorsers slutte- og brydekon- takter anvendes spoler.

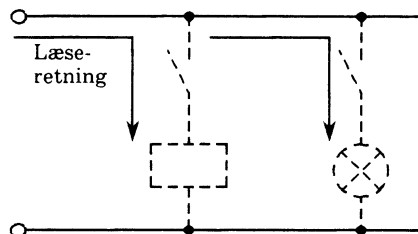


tk017-08

Strømveje

Vejen, strømmen løber

En strømvej er en lodret linie, der gennem even- tuelle kontakter og styrestrømsforbrugere forbin- der forsyningskildens to vandrette linier.

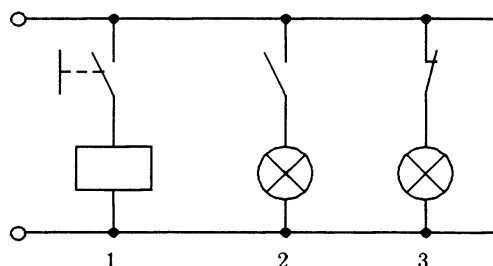


tk017-09

Nøgleskemaet læses ved at starte øverst i venstre hjørne og læse lodret ned, når der er en strømvej.

Strømvejsnummerering

For bedre at kunne overskue et nøgleskema er de enkelte strømveje nummererede.

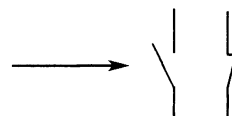


tk017-10

Ved montering monteres først strømvej 1, deref- ter strømvej 2 osv.

Kontaktstilling

De enkelte kontakter i et nøgleskema tegnes al- tid uaktiverede og for kontaktbevægelse fra ven- stre mod højre.



tk017-11

Mærkning

Sammenhæng

Komponenterne i et nøgleskema skal mærkes med bestemte bogstaver og fortløbende numre.

Fx skal signallamper mærkes med bogstavet H.

Den første lampe i skemaet mærkes H1, den næste H2 osv.

Styrestrømsforbrugere, signallamper og spoler placeres nederst i skemaet.

Kontakter placeres i den øverste del.

Komponentmærkning

Betjeningskontakt mærkes S.

Signallampe mærkes H.

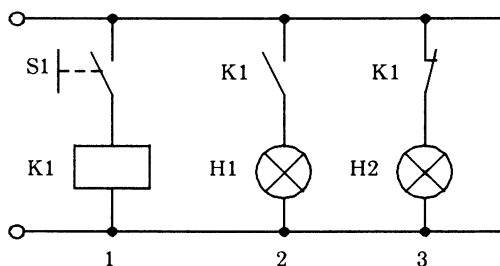
Kontaktorspole mærkes K.

Kontaktorens hjælpekontakt mærkes med det nummer, som kontaktoeren, hvorpå den er placeret, har.

Eksempel

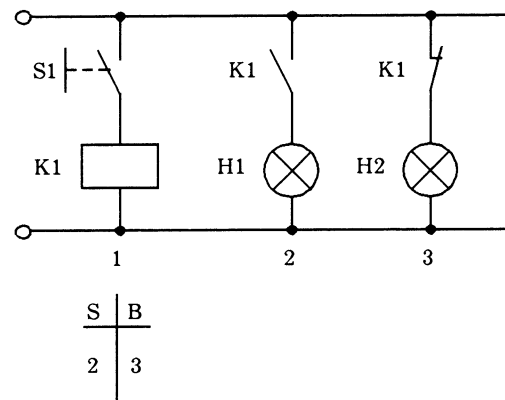
Slutte/brydekors

Da der ved store styringer ofte kan være mange strømveje mellem kontaktoerspølen og de tilhørende kontakter, skal der under hver spole laves et slutte/brydekors.



tk017-12

Ud fra korset kan der aflæses, hvor i skemaet (i hvilken strømvej) kontaktoeren har slutte/brydekontakter. Det forgående eksempel vil herefter se således ud:



tk017-13


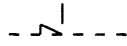
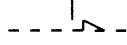
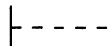
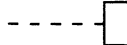
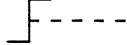
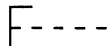
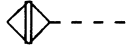
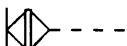

□

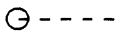
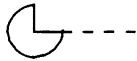
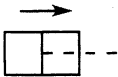
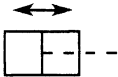
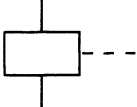
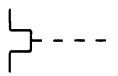
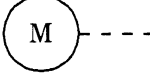
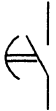
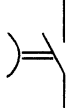
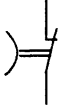



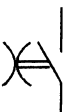
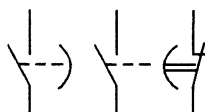
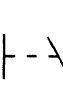
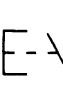
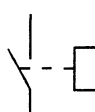
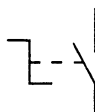


DS-symboler for nøgleskemaer



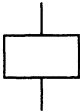

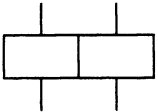
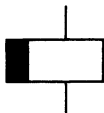
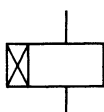
Symboler, uddrag af DS 5009

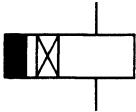
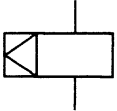

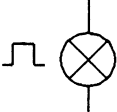
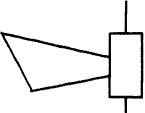

Her er vist eksempler fra DS 5009.02-07-08.

Nr. svarer til nr. i DS 5009	Symbol	Benævnelse og bemærkninger
02-12-11		Gensidig mekanisk blokering mellem to apparater eller apparatdele
02-12-12		Ensidig spærring, ude af funktion
02-12-13		Ensidig spærring, i funktion
02-13-01		Håndbetjent mekanisk aktivering <i>Alment symbol.</i>
02-13-03		Aktivering ved træk
02-13-04		Aktivering ved drejning
02-13-05		Aktivering ved tryk
02-13-06		Aktivering ved nærhedsføler <i>Se symbolerne i DS 5009.07, sektion tyve.</i>
02-13-07		Aktivering ved berøringsføler <i>Se symbolerne i DS 5009.07, sektion tyve.</i>
02-13-08		Nødaktivering <i>Note - Det paddehatteformede hoved symboliserer en sikkerhedsfunktion og må ikke anvendes i forbindelse med andre aktiveringer.</i>

Nr. svarer til nr. i DS 5009	Symbol	Benævnelse og bemærkninger
02-13-15		Aktivering med rulle
02-13-16		Aktivering med kamskive <i>Kamskiven kan vises mere detaljeret.</i>
02-13-21		Aktivering med hydraulik eller pneumatik i pilens retning
02-13-22		Aktivering ved hydraulik eller pneumatik i to retninger
02-13-23		Elektromagnetisk aktiveringselement <i>Fx: relæspole, magnetventilspole, magnetbremsespole.</i>
02-13-25		Termisk aktiveringselement <i>Fx: anvendt til termisk overstrømsrelæ eller bimetalrelæ</i>
02-13-26		Aktivering fra (elektrisk) motor
07-05-02		Sluttekontakt med forsinket slutfunktion <i>Kontakten slutter en vis tid efter aktiveringstidspunktet, men bryder straks ved aktiveringens ophør.</i>
07-05-DK-01		Sluttekontakt med forsinket slutfunktion <i>Kontakten slutter straks ved aktiveringstidspunktet, men bryder en vis tid efter aktiveringens ophør.</i>
07-05-04		Brydekontakt med forsinket slutfunktion <i>Kontakten bryder straks ved aktiveringstidspunktet, men slutter først en vis tid efter aktiveringens ophør.</i>

Nr. svarer til nr. i DS 5009	Symbol	Benævnelse og bemærkninger
07-05-DK-02		Brydekontakt med forsinket brydefunktion <i>Kontakten bryder en vis tid efter aktiveringstidspunktet, men slutter straks efter aktiveringens ophør.</i>
07-05-05		Sluttekontakt med både forsinket slutte- og brydefunktion <i>Kontakten slutter en vis tid efter aktiveringstidspunktet og bryder en vis tid efter aktiveringens ophør.</i>
07-05-06		Kontaktsæt med en almindelig ikke-forsinket sluttekontakt samt en sluttekontakt, som slutter straks, men bryder en vis tid efter aktiveringens ophør <i>Forsinkelsens varighed kan anføres ved påskrift.</i>
07-07-01		Håndbetjent afbryder <i>Alment symbol.</i>
07-07-02		Afbryder betjent ved tryk <i>Slutter ved aktivering.</i>
07-07-03		Afbryder betjent ved træk <i>Slutter ved aktivering.</i> <i>Note - Tillægssymbolet for aktivering ved træk må ikke flyttes over på venstre side af kontakten.</i>
07-07-04		Afbryder med drejeknap (drejehåndtag)
07-13-01		Afbryder <i>Samme symbol som 07-02-01.</i>
07-13-DK-01		Afbryder med automatisk udkobling <i>Fx: Håndbetjent motorværn, automatsikring.</i>

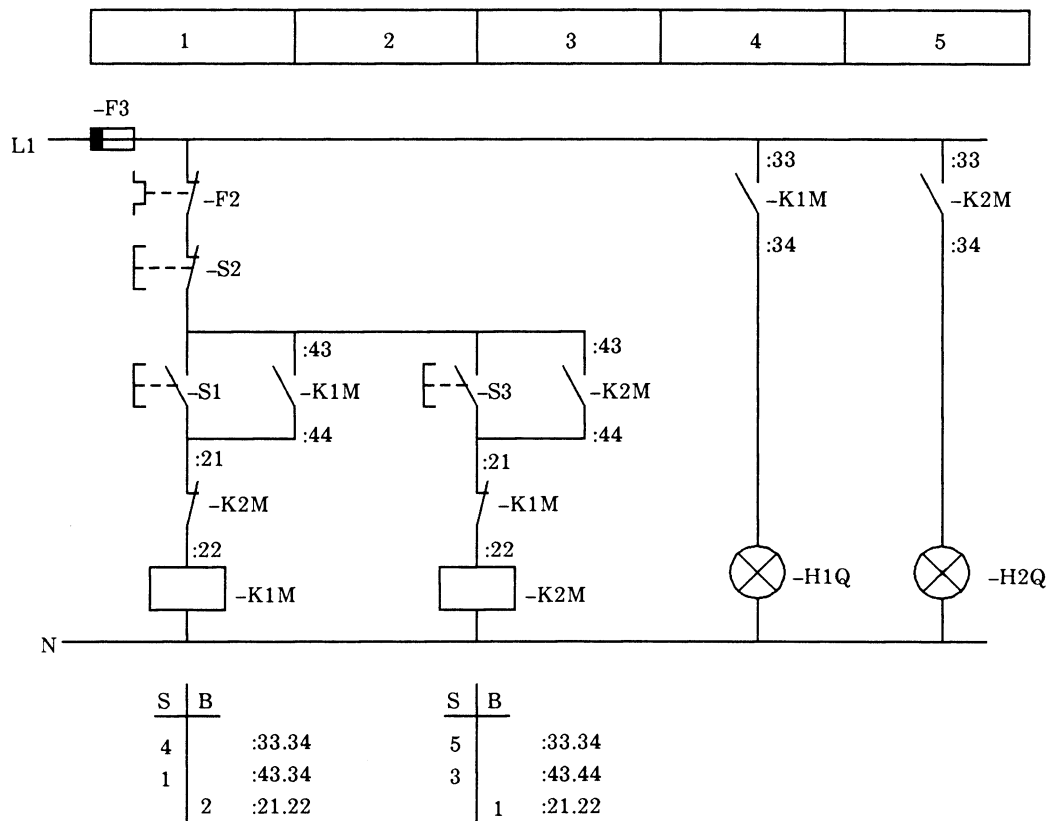
Nr. svarer til nr. i DS 5009	Symbol	Benævnelse og bemærkninger
07-13-02		Kontaktor <i>Kontakten er afbrudt i ikke-aktiveret stilling.</i>
07-13-03		Kontaktor med automatisk udkobling <i>Fx: Magnetbetjent motorværn.</i>
07-15-01		Aktiveringsspole (relæspole) <i>Alment symbol.</i> <i>Symbolet anvendes både for relæspoler og kontaktorspoler samt for aktiveringsspoler i større elektromekaniske apparater.</i> <i>Tilledningsstregene kan anbringes frit, men fortrinsvis på langsiderne og normalt som symbol 07-15-01.</i>
07-15-02		Aktiveringsspole (relæspole) <i>Alment symbol.</i> <i>Symbolet anvendes både for relæspoler og kontaktorspoler samt for aktiveringsspoler i større elektromekaniske apparater.</i> <i>Tilledningsstregene kan anbringes frit, men fortrinsvis på langsiderne og normalt som symbol 07-15-01.</i>
07-15-03		Aktiveringsudstyr bestående af to spoler <i>Aktiveringsudstyr med flere spoler kan vises ved at indtegne en skrå streg for hver spole eller ved at gentage symbol 07-15-01 eller -02. Såfremt det ønskes at tydeliggøre den enkelte spoles funktion, skal det ske ved påskrift, fx: indkoblingsspole, holdespole eller udløsespole.</i>
07-15-07		Relæspole for et relæ med forsinket frafald <i>Symbolelementet for forsinket frafald er helt udfyldt.</i>
07-15-08		Relæspole for et relæ med forsinket tiltrækning

Nr. svarer til nr. i DS 5009	Symbol	Benævnelse og bemærkninger
07-15-09		Relæspole for et relæ med både forsinket tiltrækning og frafald
07-15-14		Relæspole for et relæ med mekanisk ankerspærre
08-10-01		<p>Lampe, signallampe <i>Alment symbol.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hvis man ønsker at angive lampens farve, kan det gøres ved påskrift. 2. Lampens type eller den luftart, den evt. er fyldt med, kan ligeledes anføres.
08-10-02		Signallampe, blinkende
08-10-05		Horn
08-10-06		Klokke

Eksempel på nøgleskema

Over nøgleskemaet er vist et felt med strømvejsnummerering. Hvert felt kan dække mere end en strømvej.

Slutte-brydekorset under relæet fortæller, hvor i nøgleskemaet relæet har sine kontakter, og samtidig vises, hvilke klemmenumre den pågældende kontakt på relæet har.



□

Relæer og kontaktorer

Generelt

Grundprincip

Princippet i relæer og kontaktorer er, at en spole med jernkerne påtrykkes en spænding, hvorefter de elektromagnetiske kræfter påvirker et kontaktsystem. Man opnår altså en elektrisk adskillelse mellem det, der styrer, og det, der styres.

Relæ

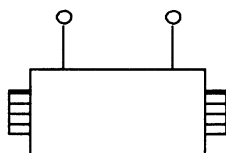
Anvendelse

Et relæ er ofte anvendt som hjælperelæ mellem fx en føler og en kontaktor. Spolen vil oftest være beregnet for svagstrøm.

Kontaktsættet vil være dimensioneret for mindre strømme (under 10 A). Spolespænding og kontaktsættets maksimale strøm er angivet på relæets mærkeplade.

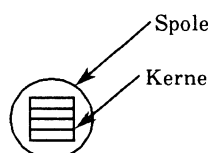
Kerne

Et relæ er opbygget af en jernkerne, der er omsluttet af en spole. Kernens opgave er at forstærke magnetfeltet, der opstår, når spolen påtrykkes en spænding.



ek313-01

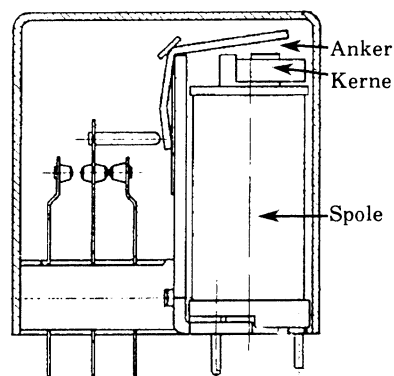
Ved relæer for vekselspænding er kernen lamelleret for at nedsætte det skiftende magnetfelts opvarmning af kernen. Se evt. afsnit om jern-tab i emnehæftet "Komponentlære" vedr. transformatoren.



ek313-02

Anker

For at få de elektromagnetiske kræfter overført, er der ophængt et bevægeligt anker, hvorpå kontaktsættet er gjort fast. Ved tilslutning af spænding til spolen vil ankeret blive tiltrukket af kernen, og kontaktsættet aktiveret.



ek435-04.RES

Spole

Relæspolen, der magnetiserer kernen, er konstrueret for jævn- eller vekselspænding.

Spolen skal være mærket med den spænding, den skal tilsluttes.

Tilslutning

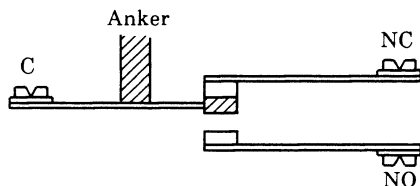
Ved tilslutning af et relæ skal det sikres, at relæets spole tilsluttes den spænding, relæet er mærket med. Desuden skal man sikre sig, at kontaktsættet kan overføre (slutte og bryde) strømmen.

Disse oplysninger findes som regel på relæets mærkeplade.

Kontaktsæt

Relæets kontaktsæt er oftest mærket på følgende måde:

- C = Common (fælles)
 NC = Normally closed (normalt sluttet)
 NO = Normally open (normalt åben)



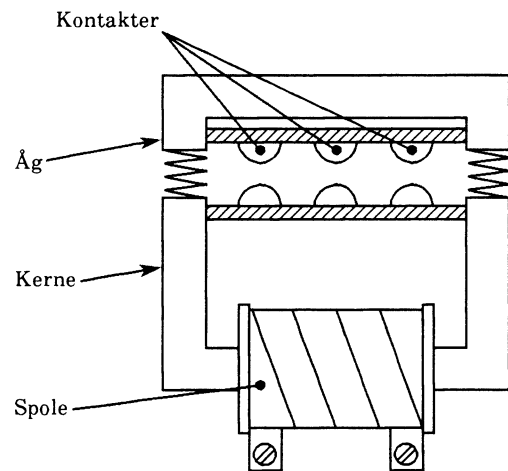
ek313-04

Kontaktor

Virkemåde

Kontaktoren består i princippet af et elektromagnetisk kredsløb og et kontaktsæt.

Ved at tilføre spolen en spænding trækkes åget ned mod kernen, hvorved kontaktsystemets slutte- og brydekontakter bliver aktiverede.



ek313-05

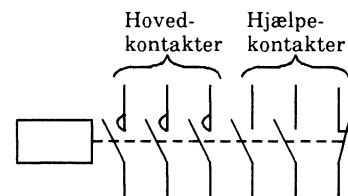
Opbygning

Kontaktoren er i grundprincippet opbygget som relæet. Den anvendes til styring af elektriske brugsgenstande. Kontaktoren kan indeholde både slutte- og brydekontakter.

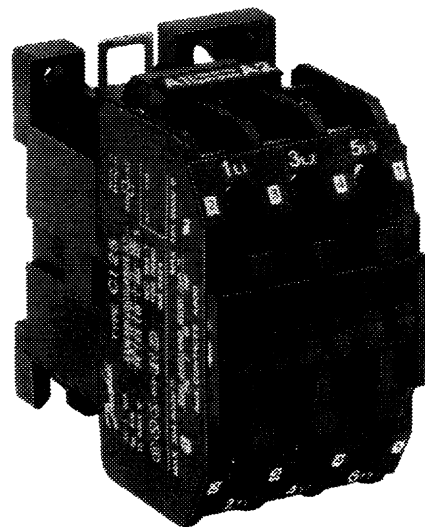
Kontakterne opdeles i hoved- og hjælpekontakter.

Hovedkontakterne er de kontakter, der slutter og bryder belastningsstrømmen. De skal derfor være dimensionerede til den pågældende strøm.

Hjælpekontakterne er kontakter på kontaktoren, der indgår i styrestrømskredse.



ek313-06



ek404-10.RES

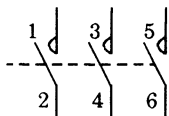
Kontaktor

Klemmemærkning

Oversigt

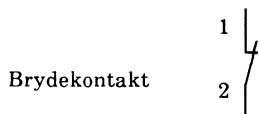
Kontaktorens klemmer er mærket efter en international standard, således at man direkte kan se, hvilken type kontakter en vilkårlig kontaktør indeholder.

Kontaktorens hovedkontaktsæt vil være mærket således:

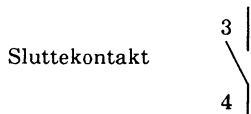


ek313-07

Styrestrømskontakter er mærket efter følgende regler:



ek313-08



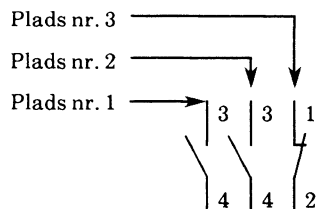
ek313-09

Spolen kan være mærket med forskellige bogstaver, fx



ek313-10

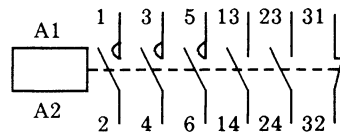
For entydig mærkning af hjælpekontakter anvendes pladsciffersystemet.



ek313-11

Kontaktorens hjælpekontakter vil derfor være angivet med et tocifret tal, hvor første ciffer angiver placeringen på kontaktoren, og andet ciffer angiver hjælpekontaktens funktion.

Eksempel



ek313-12

Tidsrelæ

Generelt

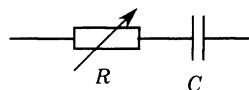
Et tidsrelæ er et relæ, der har til opgave at give en forsinkelse i en slutte- eller brydekreds.

Relæet anvendes i stor udstrækning i automatiske anlæg.

Tidsforsinkelse

Tidsforsinkelsen kan opnås efter forskellige principper.

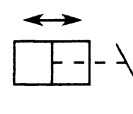
I et elektronisk tidsrelæ opnås forsinkelsen ved hjælp af et RC-led.



ek313-13

Potentiometret og kondensatoren er forbundet i serie. Ved at indstille potentiometret kan kondensatorens op- eller afladetid reguleres.

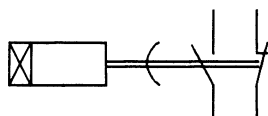
I et pneumatisk tidsrelæ opnås forsinkelsen ved at justere åbningen i et luftkammer.



ek313-14

Forsinket tiltræk

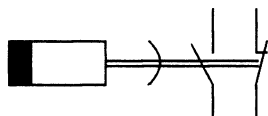
Et tidsrelæ med forsinket tiltræk er opbygget således, at kontakterne påvirkes, når spolen har været under spænding i det indstillede tidsrum .



ek313-14

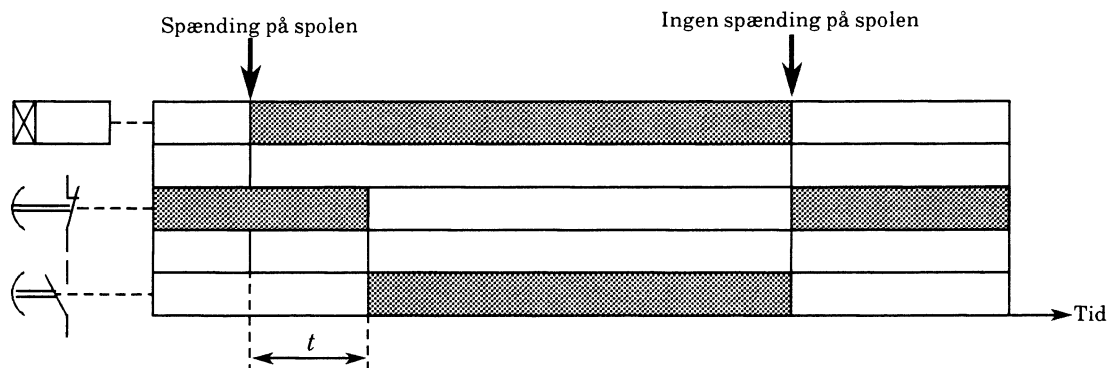
Forsinket frafald

Et tidsrelæ med forsinket frafald er opbygget således, at kontakterne påvirkes, når spolen er gjort spændingsløs, og den indstillede tid herefter er udløbet.



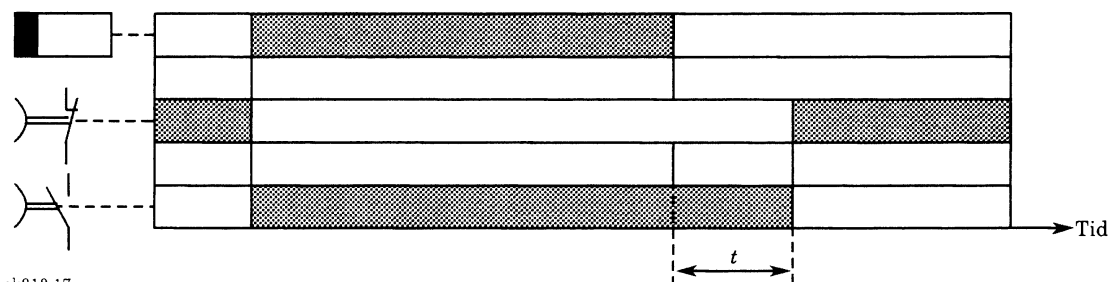
ek313-15

Funktionsskema



ek313-16

Forsinket tiltræk



ek313-17

Forsinket frafald

Forsinkelsestider

Tidsrelæer er normalt regulerbare inden for et givet område. Man må derfor finde et tidsrelæ med det rigtige område.

Fx har firmaet Electromatic i deres program tidsrelæer med områder fra 0,15 til 3 sekunder til 8 til 180 timer.

□

Trefaset asynkronmotor

Motorens anvendelse

Anvendelse

Den trefasede asynkronmotor er en robust, billig og næsten vedligeholdesfri motor.

Den anvendes alle steder, hvor der er brug for større motorkraft, og der ikke skal tages specielt hensyn til langsom start eller meget nøjagtig omløbs-hastighed. Ved at tilslutte motoren til en "soft-starter" eller en frekvensomformer kan disse betingelser dog også tilgodeses.

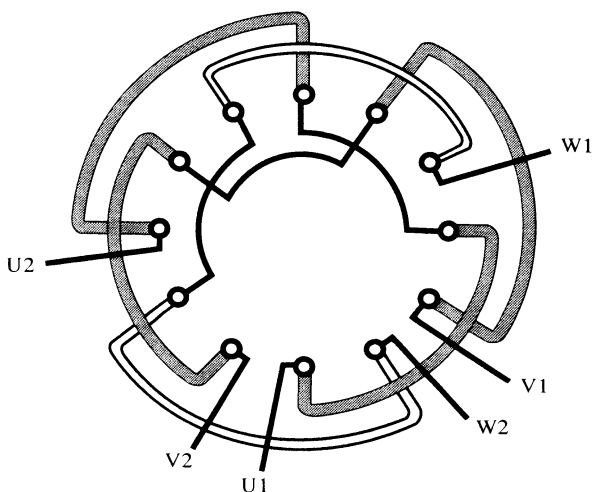
Motorens opbygning

Stator

Den asynkrone kortslutningsmotor består af et stel, statoren, som er opbygget af tynde legerede jernplader med et isolerende lag imellem for at mindske hvirvelstrømstabene. Se evt. emnehæftet "Komponentlære" om transformatoren.

De legerede plader holdes sammen ved hjælp af spændeplader, som er gjort fast til selve statorhuset.

I statorhuset er der udstanset noter, hvor selve statorviklingen anbringes. Viklingerne er koblet, og enderne er ført ud til en klemkasse.



ev004-14.CDR

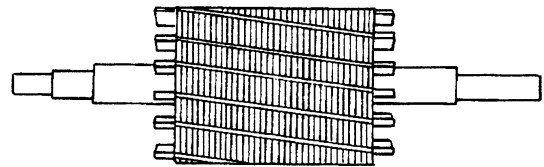
I klemkassen føres statorviklingens ender ud på klembrættet, hvor tilslutning af motoren sker.

Rotor

I den asynkrone motor er rotoren normalt udført som kortslutningsrotor.

Rotoren er opbygget af jernplader ligesom statoren, og der er også her udstanset noter, hvori rotorstavene ligger.

Rotorstavene kan være af kobber eller aluminium, og disse er kortsluttede med en ring uden for noterne. Denne ring kan være udformet som en ventilator.



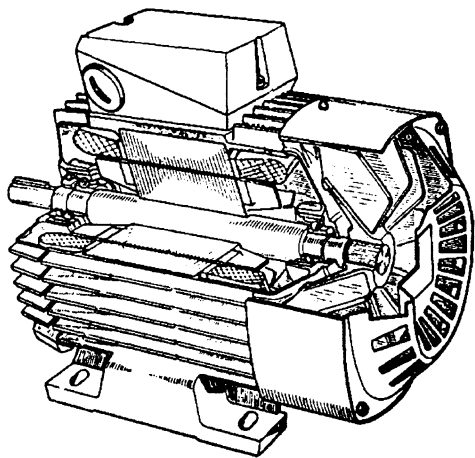
ev004-13.IMG

Rotoren er oftest udført med skrå noter, således at flere noter befinder sig samtidigt under drejefeltets pol for ikke at mindske igangsætningsmomentet i visse stillinger.

Luftmelle rummet mellem rotor og stator bør være så lille som muligt, da den magnetiske modstand i luft er større end i jern. Ved mindre motorer er luftspalten ikke større end 0,2 til 0,5 mm og ved større motorer ca. 1 mm.

Trefaset asynkronmotor

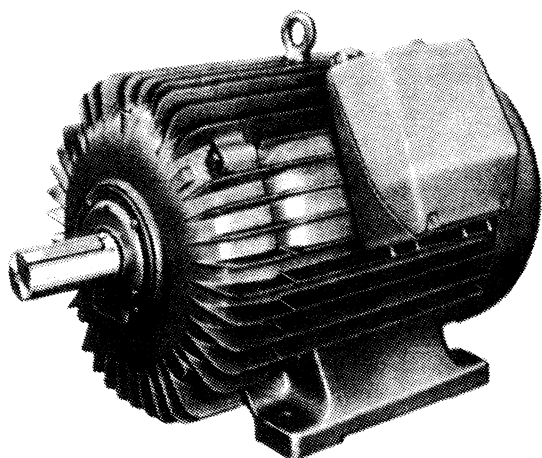
Rotoren bæres af lejeskjolde. Lejerne er normalt kuglelejer, som vist på denne tegning.



ev004-12.TIF

På selve rotornavet monteres ofte en ventilator, som sikrer, at motoren kan afkøles.

Den asynkrone motor er en kompakt og robust motor, der fås i flere bygningsformer som fx den kappekølede motor.



ev004-11.TIF

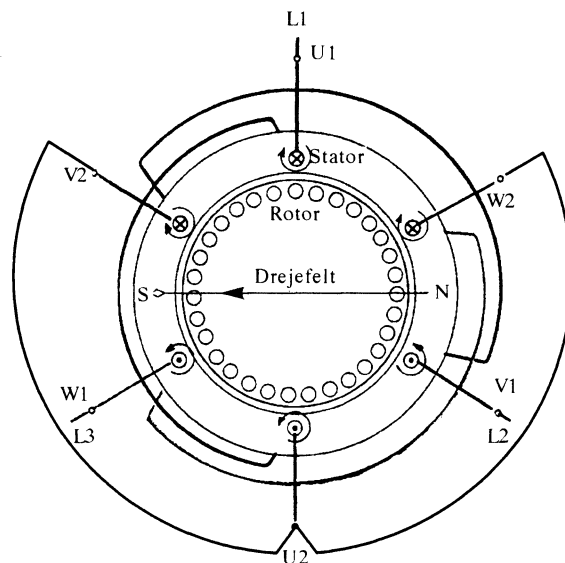
Trefaset drejefelt

Drejefeltet

En trefaset statorvikling består af tre ens faseviklinger, der benævnes med bogstaverne U1- U2, V1-V2 og W1-W2.

Hver spole spænder over en poldeling, der fx i denne topolede maskine svarer til en halv statoromkreds.

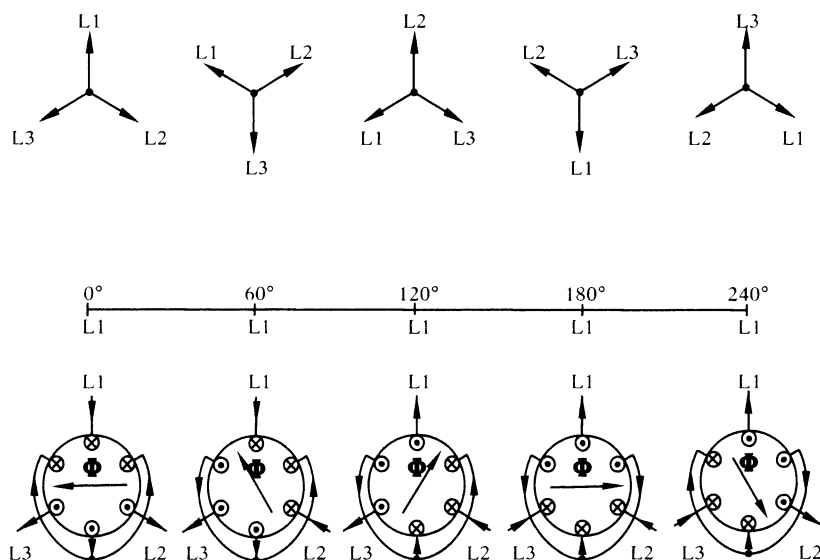
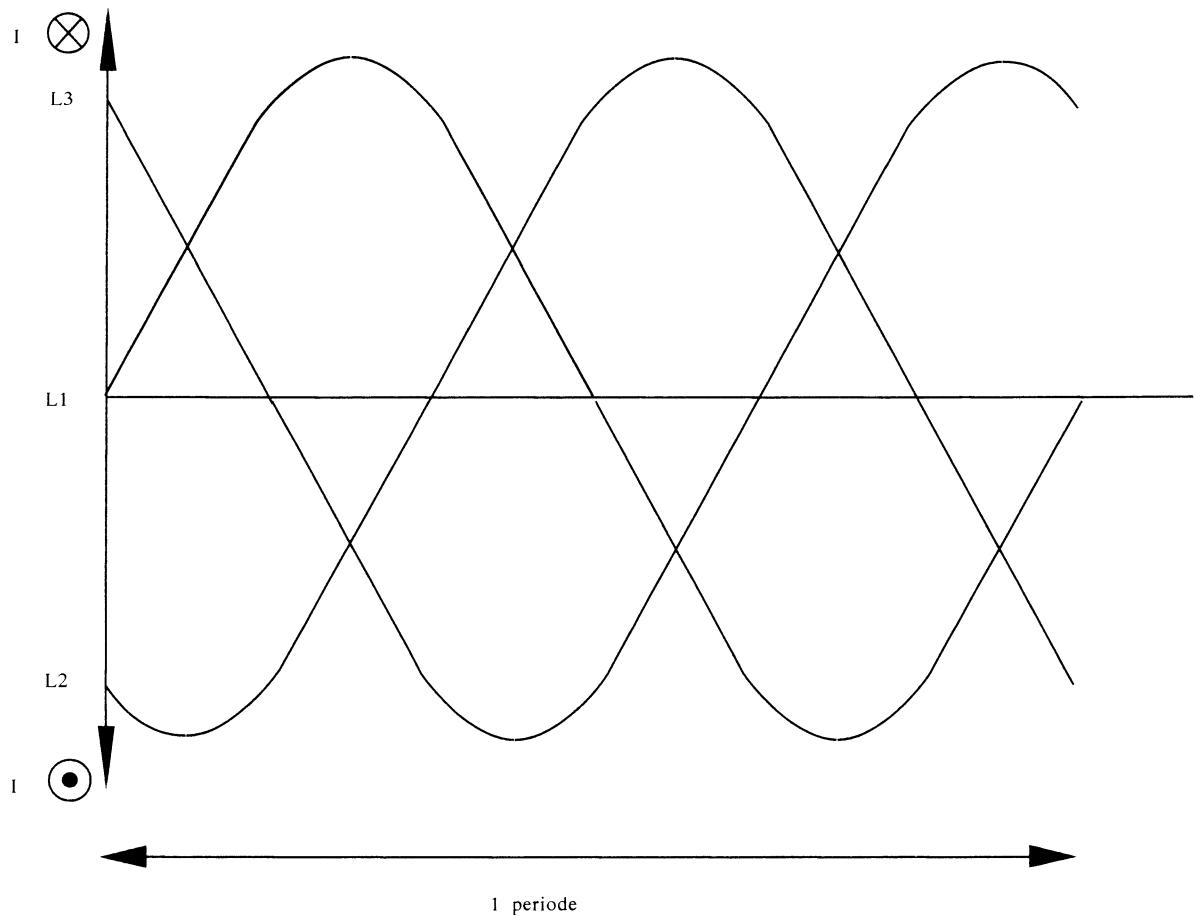
De tre faseviklinger er indbyrdes forskudt med 120° , der svarer til afstanden mellem nettets faser L1-L2-L3.



ev004-10.CDR

Når statorviklingens ender U1, V1, W1 tilsluttes faserne L1, L2, L3, og U2, V2, W2 kortsluttes, vil der løbe en strøm i statorviklingen.

Omkring hver statorleder vil der opstå et magnetfelt. Vekselfeltet fra de tre faser vil sammensættes til et drejefelt med den viste retning, der drejer med det synkron omløbstal.



Trefaset asynkronmotor

Drejefeltets hastighed

Drejefeltet vil rotere med en hastighed n_s , der er bestemt af frekvensen (f) og antallet af polpar (p).

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

For en topolet maskine ved 50 Hz vil den synkrone hastighed være på

$$n_s = \frac{50 \cdot 60}{1} = 3\,000 \text{ r/min}$$

Og for en firpolet maskine, hvor spolerne kun spænder over $\frac{1}{4}$ af statorens omkreds, vil drejefeltets hastighed være på

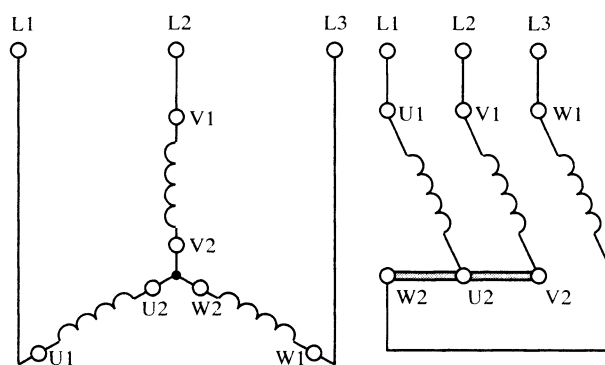
$$n_s = \frac{50 \cdot 60}{2} = 1\,500 \text{ r/min}$$

Drejefeltets hastighed kan altså ændres ved enten at ændre polantallet (flere sæt viklinger) eller ved at ændre frekvensen (frekvensomformer).

Statorviklingens tilslutning

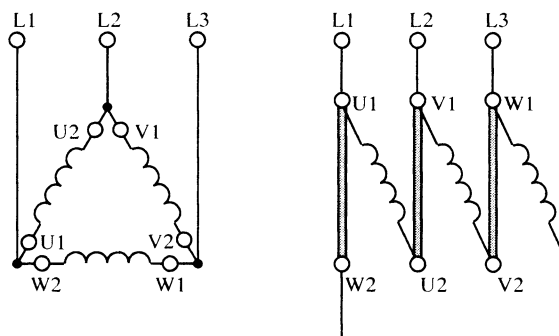
Statorviklingen, som danner drejefeltet, kan tilsluttes på to måder.

En stjerneforbindelse, hvor spændingen over hver vikling er lig med fasespændingen, fx $U_f = 220 \text{ V}$. Eller i trekantforbindelse, hvor spændingen over hver vikling er lig med spændingen mellem to faser, fx $U_N = 380 \text{ V}$.



ev004-29.CDR

Statorvikling i stjerneforbindelse



ev004-28.CDR

Statorvikling i trekantforbindelse

Motorens omløbshastighed

Den asynkrone motors slip

Når drejefeltet roterer, vil der induceres en elektromotorisk kraft i rotorlederne, da disse udgør et lukket kredsløb.

$$E_r = K \cdot \Phi \cdot (n_s - n)$$

E_r = Den inducerede spænding i rotorlederne

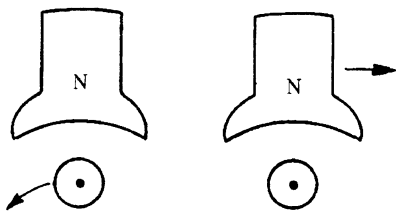
K = Konstant for den pågældende motor

Φ = Drejefeltets styrke

n_s = Drejefeltets omløbshastighed

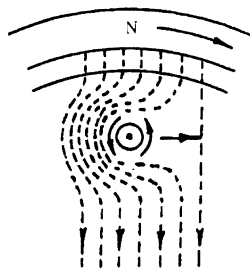
n = Rotorens omløbshastighed

Når der induceres en spænding i rotorlederne, vil der opstå en strøm. Strømmens retning kan bestemmes efter generatorprincippet.



ev004-09.IMG

Da rotorlederne gennemløbes af en strøm, og de befinder sig i et magnetfelt (drejefeltet), vil rotorlederne blive påvirket af en kraft. Bevægelsesretningen vil blive den samme som drejefeltets retning ifølge Lenz' lov.



ev004-08.IMG

Rotoren vil forsøge at opnå samme hastighed som drejefeltet. Det vil rotoren aldrig nå på grund af tab fra lejer og ventilator. Det betyder, at rotoren løber asynkront med drejefeltet og heraf navnet asynkronmotor.

En asynkronmotors rotor vil som sagt løbe med en hastighed n , der er langsommere end drejefeltets synkrone hastighed n_s . Denne hastighedsforskel, $n_s - n$, kaldes motorens slip.

I startøjeblikket ved stillestående rotor vil rotorspændingen induceres ved en frekvens på 50 Hz.

Denne hurtige feltændring inducerer en høj rotorspænding og -strøm efter forholdet

$$E_r = K \cdot \Phi \cdot (n_s - n)$$

Rotoren accelereres, men derved mindskes forskellen $n_s - n$ samtidig med, at frekvensen falder.

Tomgangshastigheden er en smule lavere end drejefeltets hastighed, idet der jo ikke kan induceres en rotorspænding, hvis rotorlederen bevæger sig lige så hurtigt som drejefeltets pol. Motoren har altså et lille slip i tomgang.

Når motoren belastes, må den igen falde i hastighed, før der kan induceres en større spænding og strøm. For en typisk firpolet motor vil hastigheden ved normal last være på 1 420 r/min, hvilket svarer til et slip på

$$S(\%) = \frac{n_s - n}{n_s} \cdot 100 = \frac{1500 - 1420}{1500} \cdot 100 = 5,3\%$$

Motorens moment og strøm

Drejningsmoment

Drejningsmomentet fremkommer af den inducerede rotorstrøm og magnetfeltet. Drejningsmomentet kan beregnes ud fra formlen

$$T = K \cdot \Phi \cdot I_r \cdot \cos \alpha$$

T = Drejningsmoment

K = Konstant for den pågældende motor

Φ = Drejefeltets styrke

I_r = Rotorstrømmen

$\cos \alpha$ = cosinus til rotorstrømmens faseforskydning

Trefaset asynkronmotor

Mindre motorer med cirkulære rotorstave har et drejningsmoment ved direkte start på ca. samme størrelse som normalmomentet, 100 til 150%, og et kipmoment på ca. 1,6 gange normalmomentet.

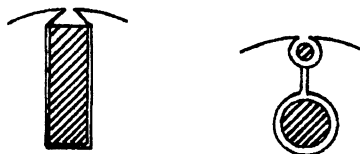
Rotorer med strømfortrængningsnoter i større motorer har et drejningsmoment ved direkte start på 2 til 3 gange normalmomentet, men har et større slip omkring kipmomentet.



ev004-07.IMG

I en rund rotorstav vil rotorfeltet på grund af selvinduktion i staven blive overvejende reaktivt, specielt under start og ved lav hastighed, hvor rotorfrekvensen er højest.

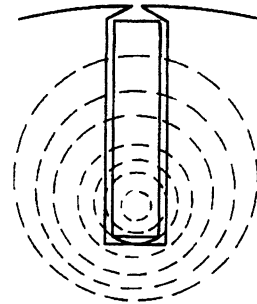
I moderne motorer udformer man derfor noter og rotorstave som en rektangulær stav eller som to runde stave.



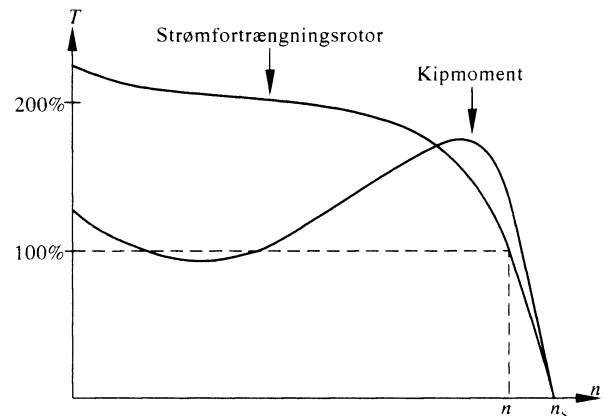
ev004-05.IMG

I den aflange stav vil selvinduktionseffekten være størst i bunden af noten, hvor feltet er mest koncentreret.

Derved fortrænges strømmen i den del af staven, der er nærmest luftspalten. Denne ohmske modstand øges, og strømmen bliver mindre reaktiv.



ev004-04.IMG



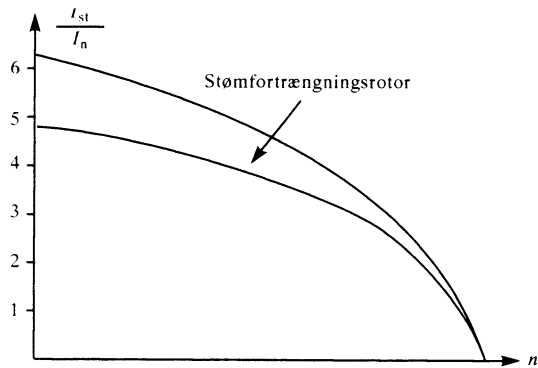
ev004-27.CDR

Motorens strømme

Ved direkte start er startstrømmen mellem 3 til 7 gange større end normalstrømmen, afhængig af motorstørrelsen.

Eksempel

P_2 (kW)	I_{st} (A)	I_n (A)	$\frac{I_{st}}{I_n}$	r/min
0,25	2,8	0,95	3	1 400
4	18,5	3,7	5	1 400
30	430	59	7,3	1 470
90	1 089	165	6,6	1 465



ev004-26.CDR

Ved at anvende motorer med strømfortrængningsrotor er det muligt at begrænse I_{st} til 3 til 5 gange I_n på grund af en tilsyneladende større resistans modstand i rotoren.

I praksis må dette startstrømsforbrug derfor reduceres for større motorers vedkommende.

Motoren under start og drift Stjerne/trekantstarteren

Den mest almindelige metode til reducere af startstrømmen er at anvende en stjerne/trekantomskifter, Y/ Δ .

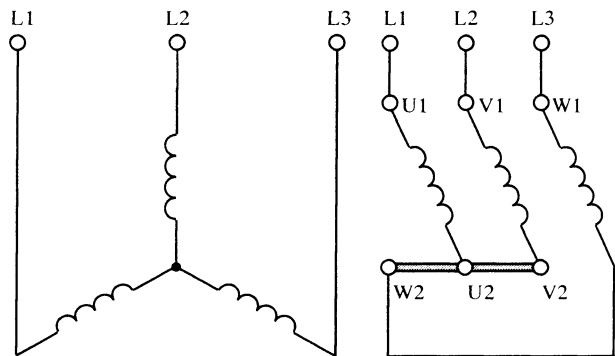
For at kunne anvende en Y/ Δ -starter er det en betingelse, at motorens viklinger er beregnet til U_n , fx 380 V.

Når statorviklingen kobles i stjerne, reduceres vindingens spænding til

$$U_f = \frac{U_n}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220 \text{ V}$$

Herved bliver motorens felt $\sqrt{3}$ mindre. Den spænding, der bliver induceret i rotoren, mindskes da med $\sqrt{3}$, og det samme gælder for rotorstrømmen.

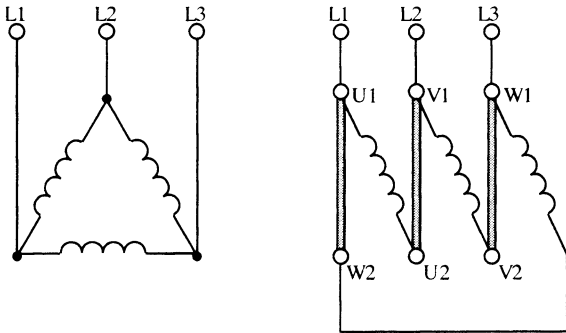
Herved vil motoren kun optage $\frac{1}{3}$ af effekten i forhold til trekantforbindelsen. Motorens optagne strøm vil nu falde til $\frac{1}{3}$ af trekantforbindelsens strøm.



ev004-25.CDR

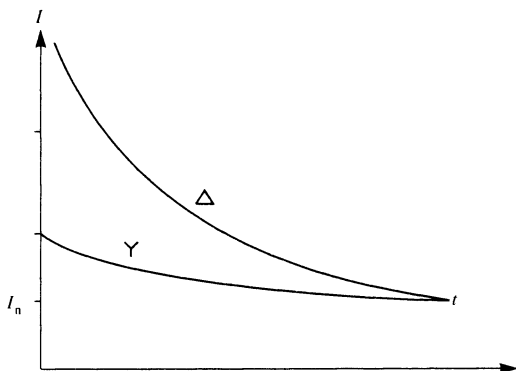
Trefaset asynkronmotor

Når motoren er accelereret, kobles viklingen om i trekant, og viklingernes spænding bliver nu den samme som netspændingen.



ev004-24.CDR

Startstrømmen vil i stjerneforbindelse kun blive $\frac{1}{3}$ af startstrømmen i trekantforbindelsen.

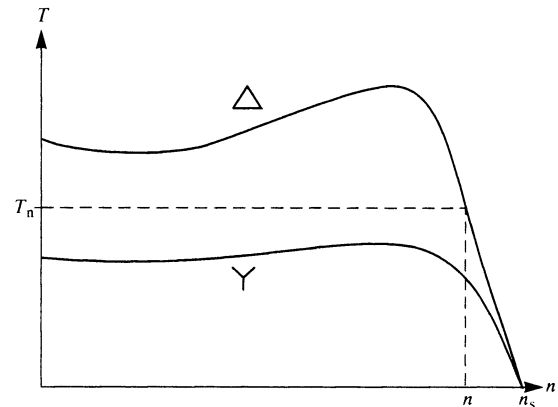


ev004-23.CDR

Drejningsmomentet vil også blive reduceret til $\frac{1}{3}$ af trekantmomentet, da

$$T = K \cdot \Phi \cdot I_T \cdot \cos \alpha$$

Motorer, der startes med Y/Δ-igangsætter, kan derfor kun startes i tomgang eller med svag belastning.



ev004-22.CDR

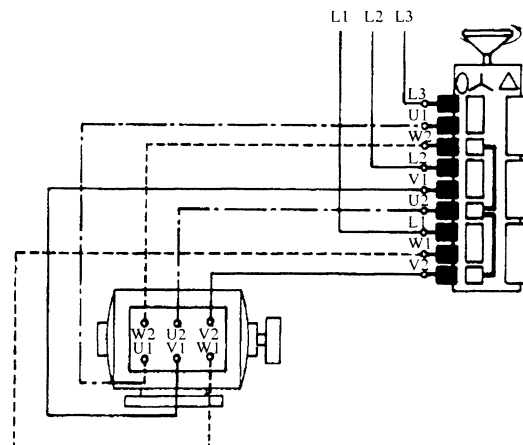
For en motor med strømfortrængningsmotor vil startstrømmen i stjerne være 3 til 4 gange lavere, men startdrejningsmomentet vil være 1,5 til 2 gange startdrejningsmomentet for en normal motor.

Y/Δ-omskifteren

Omskifteren kan være en relæbetjent automatisk omskifter eller en manuelt betjent omskifter.

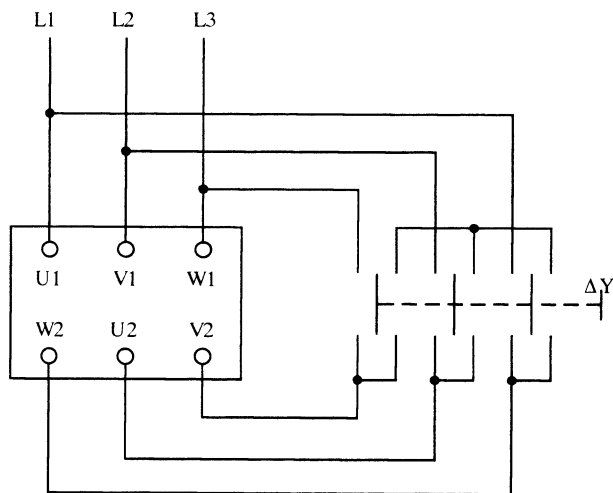
I ældre valseomskiftere vil valsekontakterne i stilling Y danne forbindelse mellem L3-U1, L2-V1 og L1-W1 og kortslutte W2-U2-V2.

I stilling Δ kortsluttes L3-U1-W2, L2-V1-U2 og L1-W1-V2.



ev004-03.CDR

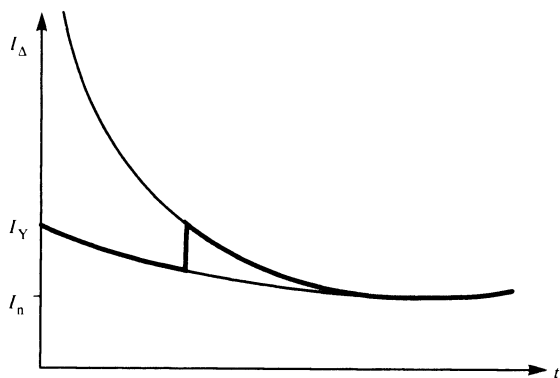
I den mere simple knivomskifter sker omskiftningen principielt på samme måde.



ev004-21.CDR

Betjening af omskifteren

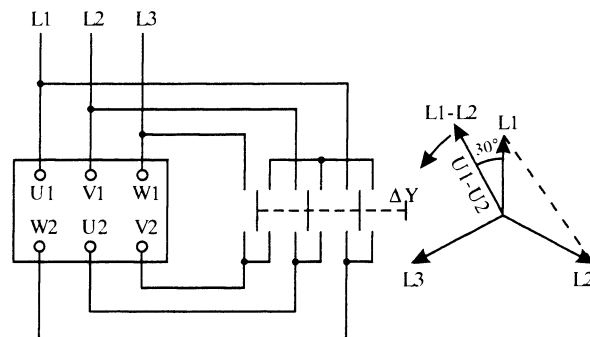
Motoren skal i stjerne have tid til at accelerere, før omskifteren stilles i trekant, således at strømstødet ikke bliver større end stjerneværdien.



ev004-20.CDR

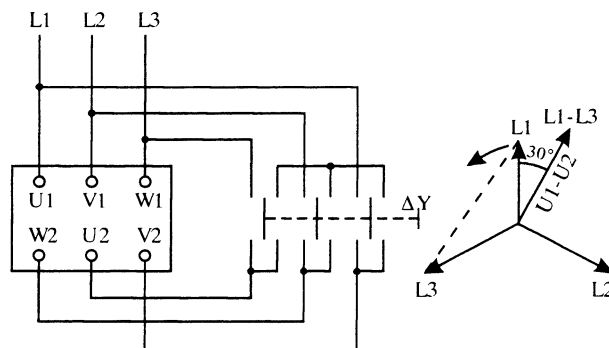
Men selv når omskifteren betjenes korrekt, kan motoren under omskiftningen give et ryk og optage et strømstød.

Dette skyldes, at drejefeltet ved omskiftningen forskydes 30° frem i omløbsretningen, når motorens klembræt er koblet, som vist.



ev004-30.CDR

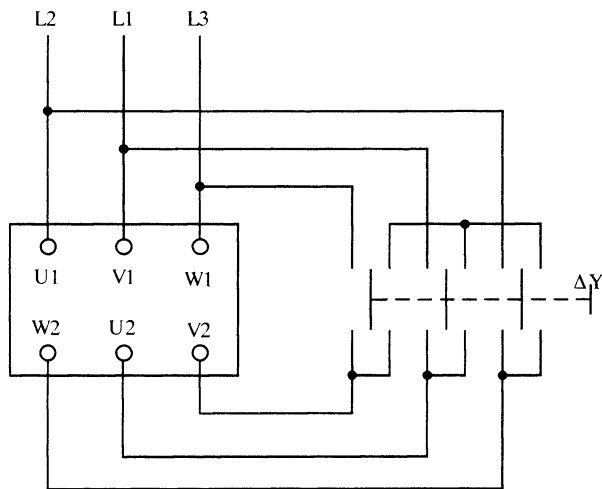
Hvis klembrættet derimod bliver koblet, som vist nedenfor, vil drejefeltet blive forskydt 30° bagud. Rotoren vil da blot tabe hastighed, indtil drejefeltet har passeret rotoren, og omskiftningen vil foregå uden ryk.



ev004-31.CDR

Trefaset asynkronmotor

Dette bevirker, at der ved ændring af omdrejningsretning skal forbindes om på klembrættet. Korrekt tilslutning ved modsat omløbsretning vil være som vist.



ev004-32.CDR

Virkningsgrad og $\cos \varphi$

En asynkronmotor har en bedre virkningsgrad og $\cos \varphi$ ved halv last, når den kører i stjerneforbindelse.

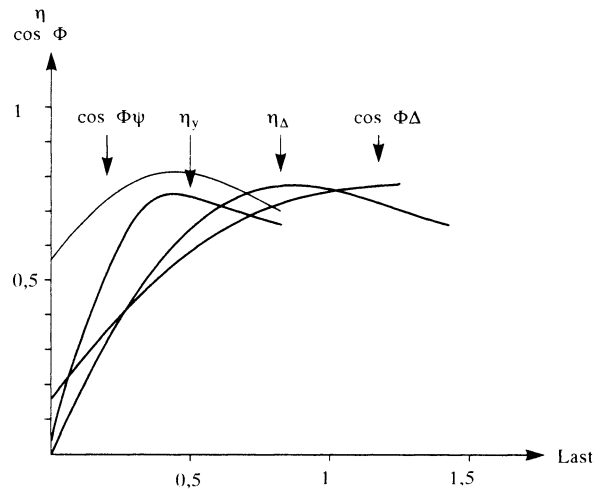
$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

η = Virkningsgraden

P_2 = Afgivet effekt

P_1 = Optaget effekt

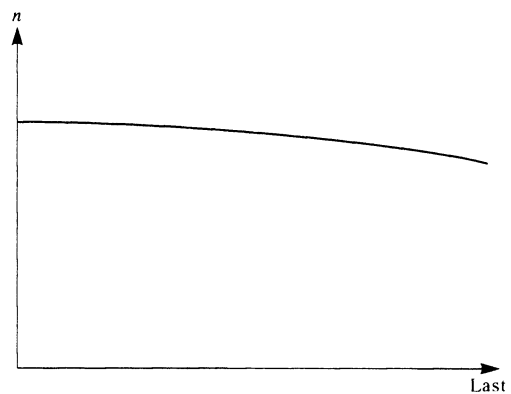
Dette forhold udnyttes ved større motorer, hvor Y/Δ-omskifteren kan være mærket $1/2$ last og $1/1$ last.



ev004-17.CDR

Belastningskarakteristik

En asynkronmotor falder jævnt i hastighed ved belastning. Den siges at have shuntkarakteristik.



ev004-16.CDR

Motorens normalstrømsforbrug I_n kan beregnes således:

$$I_n = \frac{P_2}{U \cdot \sqrt{3} \cdot \eta \cdot \cos \varphi}$$

Og den optagne effekt P_1 beregnes som

$$P_1 = U \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi = \frac{P_2}{\eta}$$

Mærkeskilt og klemkasse

Mærkeskiltet

En motors mærkeskilt skal være forsynet med oplysninger om:

- Firmanavn og type eller nummer
- Spænding og startstrøm
- Frekvens og $\cos \varphi$
- Omløbshastighed og fasetal

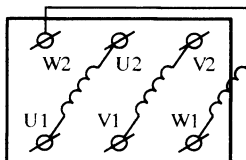
Eksempel

AEG	TYPE	AM71NX2	
VDE 0530/84	3 ph. Mot.	Nr	
isol.kl. F(B)	IP 54		
50Hz	D/Y 220/380V	0,55 KW	
60Hz	D/Y 250/440V	0,66 KW	
2,4/1,4 A	cos. phi 0,83	2750/3300	1/min
50Hz:	220-240/380-420V		2,6/1,5 A
60Hz:	250-277/440-480V		2,4/1,4 A

ev004-33.EPS

Klembrettet

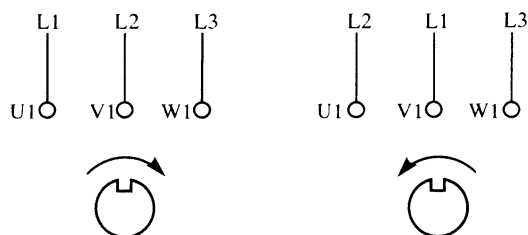
Motorens klemmer skal være forsynet med en passende mærkning for de tilsluttede ledninger. Denne mærkning vil normalt være som vist.



ev004-34.CDR

Motorens omløbsretning

Motorens omløbsretning er bestemt af netspændingens fasefølge, og for europæiske motorer vil omløbsretningen, set fra akselsiden, være som vist.



ev004-15.CDR

Motoren vil skifte omløbsretning, når to af faseledningerne byttes.

Spændingsmærkning af motorer

Tilslutning af motor

Ved tilslutning af motorer skal man være opmærksom på, hvilken spænding motoren er beregnet til.

En forkert tilslutning af en motor kan betyde, at den brænder af, eller også at den ikke er i stand til at afgive den ønskede effekt.

Motorens mærkeplade

På motorens mærkeskilt er opgivet, hvilken spænding der må være over hver vikling.

Det kan oplyses, at det mindre tal på mærkepladen, normalt angiver den maksimale spænding, der må være over hver vikling.

Ud fra disse oplysninger skal motoren kobles i stjerne- eller trekantforbindelse, når der er tale om trefasede motorer.

Eksempel

Ved tilslutning til 3×380 V:

Oplysning fra mærkeplade

220/380 V: Motoren skal i stjerneforbindelse

380/660 V: Motoren skal i trekantforbindelse

380 V Δ: Motoren skal i trekantforbindelse

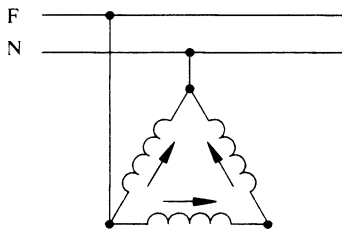
□

Trefaset motor på enfaset net

Trefaset motor på enfaset net Steinmetz-koblingen

Den såkaldte Steinmetz-kobling anvendes ofte, når man ønsker at koble en mindre trefaset motor til et enfaset net.

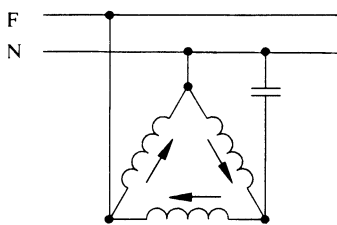
Hvis en trefaset motor tilsluttes et enfaset net, vil den ikke kunne starte selv, fordi strømmen i de tre viklinger er i fase og derfor ikke frembringer et drejefelt, men et vekselfelt.



ev010-03.GEM

Men hvis motoren forsynes med en kondensator, som vist på tegningen, faseforskydes strømmene i viklingerne, og der opstår et drejefelt.

Kondensatoren skal være på $70 \mu\text{F}$ pr. kW ved $220 \text{ V } 50 \text{ Hz}$.



ev010-02.GEM

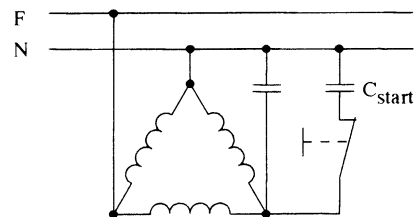
Motoren skal være til spændingerne $220/380 \text{ V}$ og skal være forbundet i trekant. Den vil da have et startdrejningsmoment på 30% og et fuldlastmoment på 70% af motorer koblet på trefaset net.

Hvis motoren forbindes til to faser, altså til 380 V , skal kondensatoren være på ca. $30 \mu\text{F}$ pr. kW.

Motorer med startkondensatorer

Et større startdrejningsmoment kan opnås med en startkondensator på $150 \mu\text{F}$ pr. kW.

Startkondensatoren skal dog udkobles, når motoren har nået normalhastigheden, fx med et tidsrelæ.



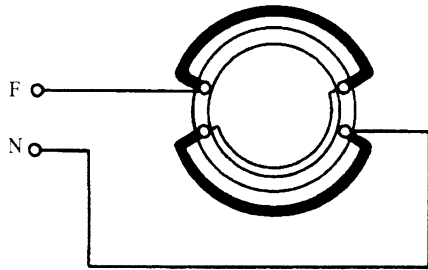
ev010-01.GEM

□

Enfasede motorer

Enfaset motor med modstandsstart Generelt

Hvis en motor med kun en fasevikling tilsluttes et enfaset net, vil man finde, at motoren ikke kan starte selv.

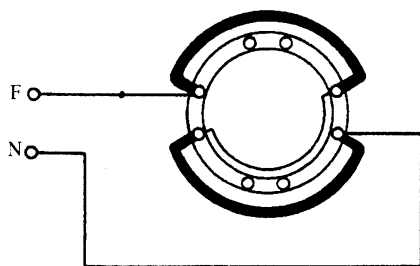


ev011-04.PCX

Årsagen til dette er, at statorens felt ikke er et drejefelt, men et pulserende vekselfelt, hvor polerne skifter polaritet i takt med frekvensen.

Hvis rotoren hjælpes i gang højre eller venstre om, vil den accelerere og fortsætte med normalhastigheden for motorens poltal. Rotoren kan nu mfølge med vekselfeltet.

For at opnå et drejefelt må statoren derfor forsynes med en vikling mere, en såkaldt hjælpevikling eller startvikling, der vikles i statoren 90 elektriske grader forskudt for hovedviklingen.



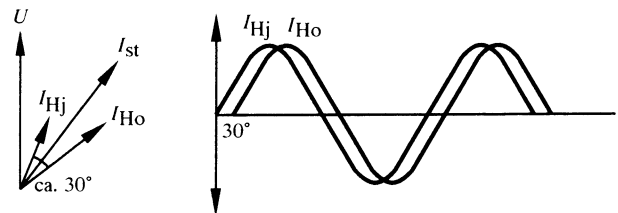
ev011-03.PCX

Strømmen i hjælpefasen skal dog også forskydes i forhold til strømmen i hovedfasen, før der kan fremkomme et drejefelt.

Motor med modstandsstart

Ved modstandsstart opnås en faseforskydning mellem viklingernes strømme ved at gøre hjælpefasen mere ohmsk end hovedfasen.

Dette kan fx gøres ved at vikle hjælpefasen med en tyndere tråd, ofte en modstandstråd af en bronzelegering, således at faseforskydningen mellem strøm og spænding bliver mindre i hjælpefasen end i hovedfasen.



ev011-21.CDR

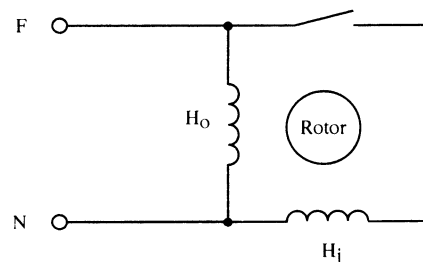
Viklingen vil nu frembringe et drejefelt, og motoren kan starte selv.

Motorens startdrejningsmoment er på ca. 150%, men startstrømmen er relativ stor, ca. $5 \times 7 I_n$. Motortypen fremstilles sjældent til mere end 200 W.

Ved små motorer dimensioneres hjælpeviklingen således, at den kan være indkoblet også under drift.

Ved større motorer udkobles hjælpeviklingen, når motoren har nået ca. 80% af normalhastigheden.

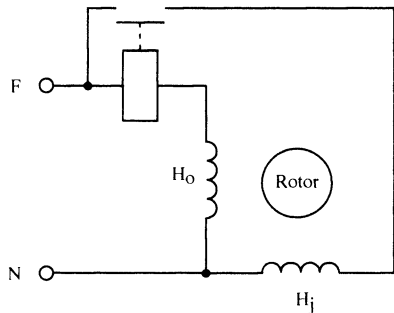
Denne udkobling kan ske ved hjælp af en centrifugalafbryder, der er indbygget i motoren.



ev011-20.CDR

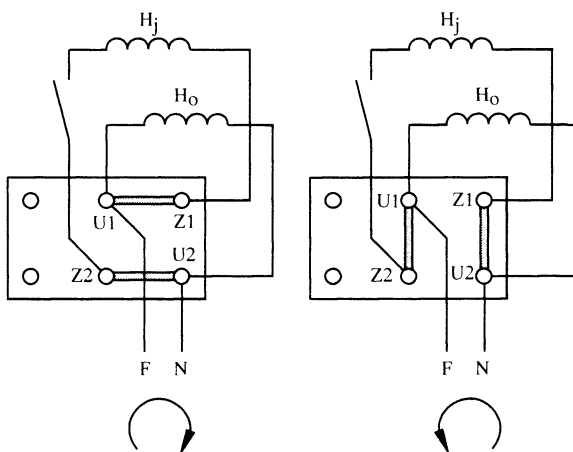
Enfasede motorer

Udkoblingen kan også ske ved hjælp af et startrelæ, der indkobles af startstrømmen i hovedfasen og udkobles ved normalstrømforbruget.



ev011-19.CDR

Viklingerne kan være indkoblet i klemkassen, som vist på denne tegning, og motoren reverseres ved at bytte kortslutningerne fra U1-Z1, U2-Z2 til U1-Z2, U2-Z1.



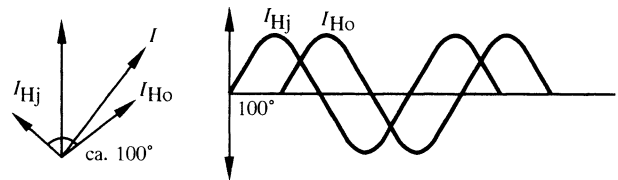
ev011-18.CDR

Motoren anvendes bl.a. i oliefyr og køleskabe, og motorerne er ofte elastisk ophængt på grund af brum fra det pulserende felt.

Enfaset motor med kondensatorstart Kondensatormotoren

Ved at indskyde en kondensator i serie med hjælpefasen kan man opnå en større faseforskel mellem de to felter.

Det induktive hovedfelt vil være forskudt ca. 50° til 70° efter spændingen, mens hjælpefeltet på grund af kondensatoren forskydes 40 til 50° forud for spændingen.



ev011-17.CDR

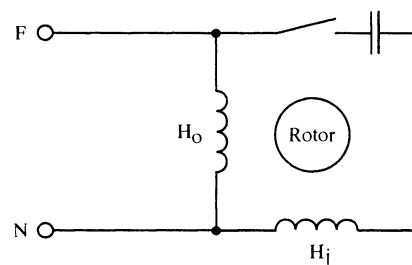
Derved opnås et bedre drejefelt og en mindre startstrøm end i motorer med modstandsstart, og kondensatormotorer kan derfor fremstilles op til ca. 500 W.

Denne motor anvendes fx i vaskemaskiner.

Motor med startkondensator

Kondensatormotoren kan være udført med en svagere hjælpevikling, der kun tåler at være indkoblet under start.

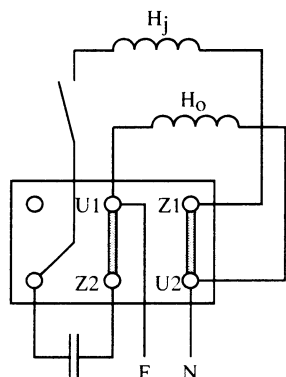
Kondensatoren kan da være en bipolar elektrolytkondensator, og hjælpeviklingen afbrydes ved 80% af normalhastigheden.



ev011-13.CDR

Motorens startdrejningsmoment er på 300 til 400% ved en startstrøm på ca. $4 \times I_n$, men den vil have samme normalmoment som modstandsmotoren.

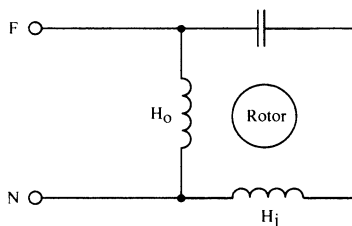
Motorens klembræt kan være indkoblet, som vist på tegningen.



ev011-14.CDR

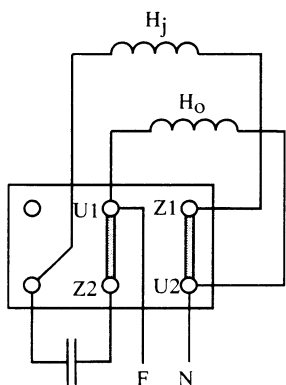
Motor med driftskondensator

Kondensatormotorer kan også udføres med ens dimensionerede viklinger, og hjælpefasen er i så fald også indkoblet under drift.



ev011-15.CDR

Kondensatoren skal være en metaliseret polyesterkondensator, og denne motor vil både have et bedre start- og normalmoment.

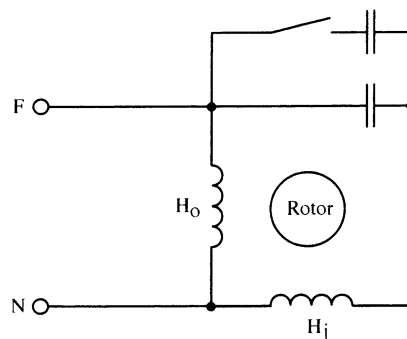


ev011-12.CDR

Motor med start- og driftskondensator

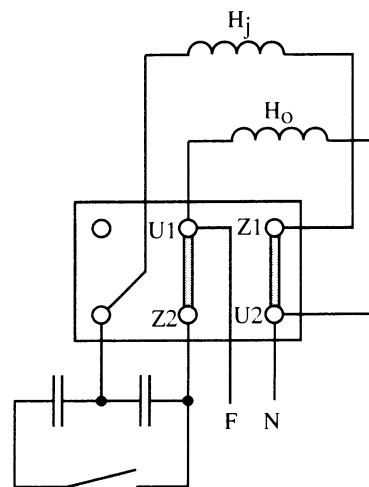
Til særlige driftsforhold kan motoren være forsynet med både en start- og en driftskondensator.

Startkondensatoren er da en bipolar elektrolytkondensator, der udkobles efter start.



ev011-11.CDR

Denne motor har et meget højt startdrejningsmoment, der kan være større end for en tilsvarende trefaset motor.



ev011-10.CDR

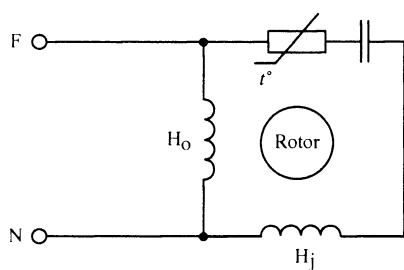
Enfasede motorer

Halvlederkontakter

Centrifugalafbryderen og startrelæet kan erstattes af halvledere som fx TRIAC eller en PTC-modstand.

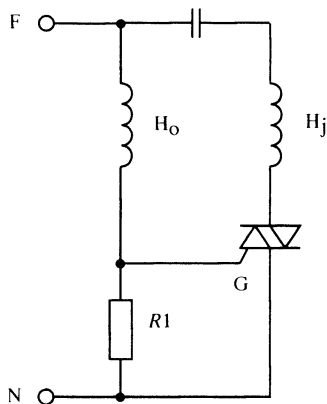
En PTC-modstand er en ulineær modstand med positiv temperaturkoefficient.

Når denne modstand forbindes i serie med hjælpefasen, opvarmes den af strømmen, og dens modstandsværdi stiger hurtigt fra ca. 40 til 50 Ω til 5 til 10 k Ω og begrænser derved strømmen i hjælpefasen, når motoren er startet.



ev011-08.CDR

TRIAC'en er en bipolarstyret ensretter, der leder ved en spænding på gaten, G.



ev011-09.CDR

Når motoren startes, vil strømmen gennem R1 frembringe en spænding på gaten, der styrer TRIAC'en ON.

Når motoren er startet, falder strømmen gennem R1, og TRIAC'en går OFF og afbryder hjælpefasen.

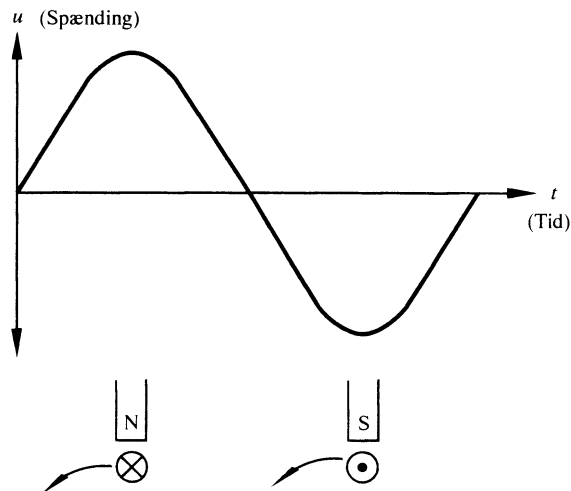
Begge metoder kan bruges både til modstandsstart og til kondensatorstart.

Enfaset kommutatormotor

Seriemotoren

Den enfasede kommutatormotor kaldes også universalmotoren, da den kan anvendes til både jævnstrøm og vekselstrøm.

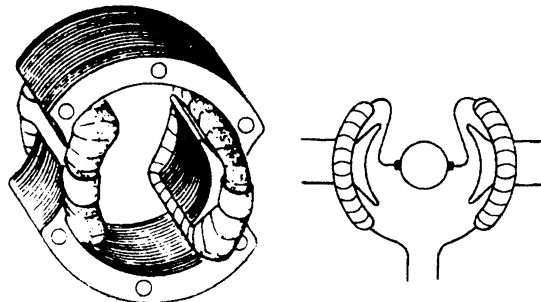
Motortypen er en seriemotor, og i seriemotoren er strømmen fælles for feltet og ankret. Motoren vil derfor have samme omløbsretning, også ved vekselspænding.



ev011-07.CDR

Dette vil fx ikke kunne lade sig gøre med en shuntmotor på grund af forskellen i faseforskydningen i feltet og i ankerkredsen.

Magnetkranen skal være lamelleret af hensyn til jerntabene. Den er ofte udført, som vist på tegningen.



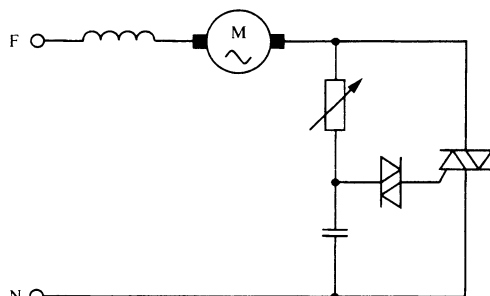
ev011-02.PCX

Omløbsretningen ændres ved at bytte ledningerne til kulholderne.

Ankret er viklet som et almindeligt sløjfeviklet anker, men det har flere delspoler og derfor flere lameller på kommutatoren end et rent jævnstrømsanker.

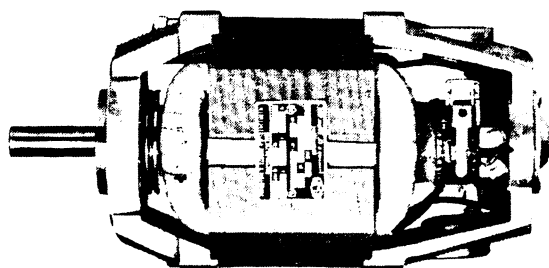
Seriemotorens start- og belastningsmoment er 8 til 10 gange normalmomentet og således væsentligt større end modstands- og kondensatormotorens momenter.

Motoren anvendes bl.a. i husholdningsmaskiner og i håndboremaskiner og kan med en simpel elektronisk styring hastighedsreguleres.



ev011-06.CDR

En typisk universalmotor er i praksis opbygget, som vist i dette eksempel.

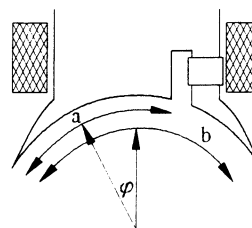


ev011-01.PCX

Skyggepolsmotoren Motorens opbygning og virkemåde

Skyggepolsmotoren kaldes også skærmpolsmotoren eller spaltepolsmotoren.

Motoren har fået dette navn, fordi der i en spalte i hovedpolskoene er monteret et kobberbånd, der danner en kortsluttet vinding.



em038-10.GEM

Når magnetspolen tilsluttes vekselspænding, vil der i hver halvperiode, på grund af den modinducerede strøm og spænding i skyggepolen, først dannes en pol, der spænder over a og efter en kort tidsforsinkelse over b.

Denne lille polforskydning, φ , giver et simpelt drejefelt, der kan starte rotoren.

Startmomentet er kun på 30% af normalmomentet, og motoren anvendes til mindre belastninger som fx:

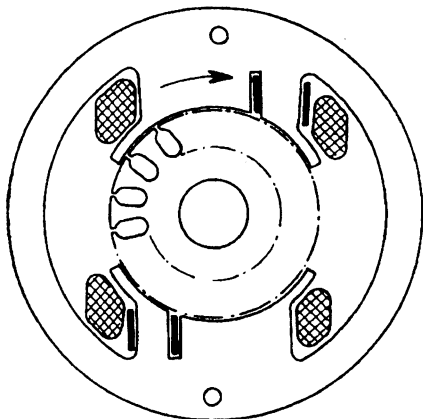
- Pumpemotorer
- Ventilatorer
- Grammofonværker

Motoren er asynkron, og omløbshastigheden bestemmes af poltal og frekvens.

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

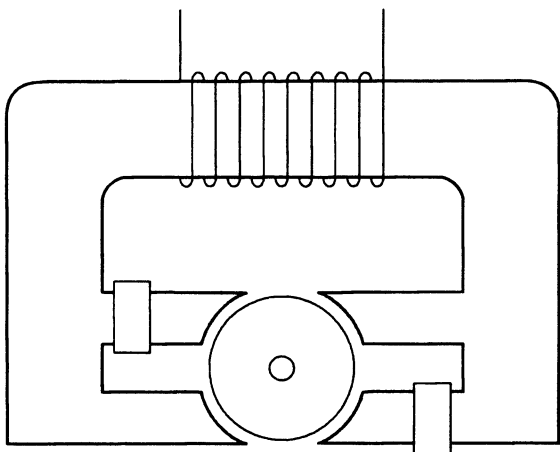
Enfasede motorer

Motoren fremstilles bl.a. med udprægede poler som i viste eksempel.



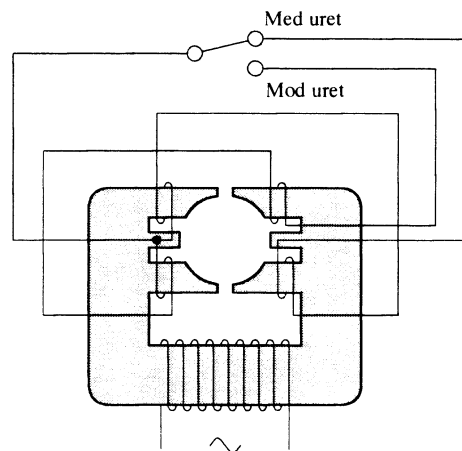
em038-09.PCX

Men almindeligvis anvendes motoren i en mere simpel konstruktion, som vist.



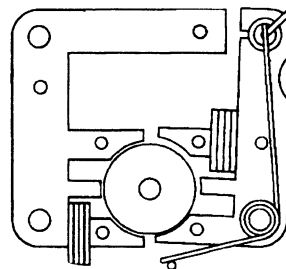
em038-09.GEM

Omløbsretningen kan kun vendes ved at adskille motoren og vende rotoren en halv omgang. Men der fremstilles motorer med dobbeltviklede skyggepoler til opgaver, hvor reversering er nødvendig.



em038-08.GEM

Motoren kan til specielle formål være forsynet med en bremseanordning, der udløses af magnetfeltet.



em038-06.GEM

Isolationsprøveapparat

Generelt

Måleinstrument

Til isolationsmåling, på fx en el-installation, benyttes et måleinstrument, kaldet en "megger".

Meggeren består af et viserinstrument og en højspændingsgenerator, som kan være hånd- eller batteridrevet.

Meggeren anvendes til måling af modstande i området 10 k Ω til 100 M Ω .

Da apparatet arbejder ved ca. 500 V, virker det samtidig som isolationsprøveapparat, da en delvis defekt isolation vil slå igennem.

Målinger foretages uden spænding på installationen og uden brugsgenstande tilsluttet. Disse kan ødelægges.

Dette gælder også elektroniske komponenter i den faste installation.

Isolationsmåling

Der måles mellem de enkelte ledere og jord.

Mål isolationsmodstanden.

Husk, at meggeren afgiver op til 500 V.

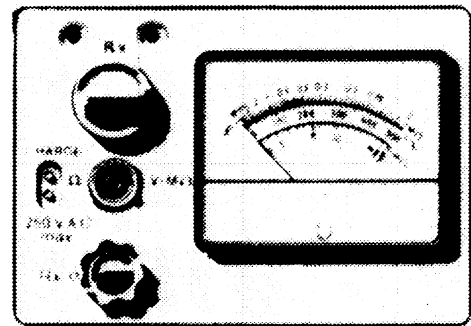
Isolationsmodstanden skal være mindst 0,5 M Ω for at kunne godkendes.

Normalt vil isolationsmodstanden være væsentlig større.

Isolationsmåleapparater

Isolationsmåleapparat med transistorkonverter for batteridrift

Transistorernes fremkomst har bevirket, at det mest anvendte isolationsmåleapparat i dag er opbygget med transistorer, idet man på den måde undgår kontaktslid.



md135-02.RES





Kontrol af HFI-relæ

Generelt om ekstrabeskyttelse

Krav

Stærkstrømsreglementet stiller krav om ekstrabeskyttelse af visse brugsgenstande og i visse lokaler.

Definition

Ved ekstrabeskyttelse af en installation forstår man, at fejl eller lignende, der opstår på en brugsgenstand og/eller installation, ikke kan medføre livsfare for brugeren.

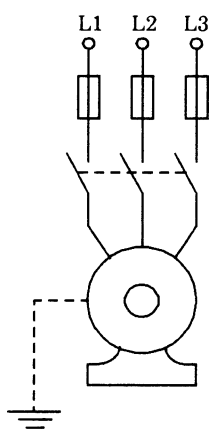
Former for ekstrabeskyttelse

Generelt

Der findes forskellige former for ekstrabeskyttelse, hvoraf nogle vil blive gennemgået i det følgende.

Direkte jord

Direkte jord vil sige, at kappen (apparatstel) på den eller de brugsgenstande, der ønskes beskyttet, forbindes direkte til en jordelektrode med en beskyttelsesledning.

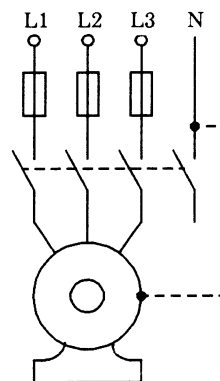


ei003-01.*GEM

Nulling

Nulling vil sige, at kappen på den eller de brugsgenstande, der ønskes beskyttet, forbindes med en beskyttelsesledning til nulledningen i den hovedledning, der forsyner den pågældende installation.

Beskyttelsesledningen må ikke kunne afbrydes.

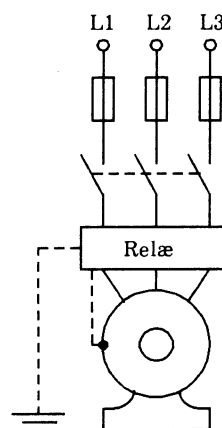


ei003-02.*GEM

Nulling må **kun** udføres efter tilladelse fra elværket.

Relæbeskyttelse

Relæbeskyttelse vil sige, at et specialrelæ afbryder installationen eller brugsgenstanden i tilfælde af isolationsfejl.



ei003-03.*GEM

FU-relæer

Opbygning

FU-relæet indeholder en spole, der indskydes i beskyttelsesledningen mellem den eller de brugsgenstande, der ønskes ekstrabeskyttet, og jord (jordelektrode).

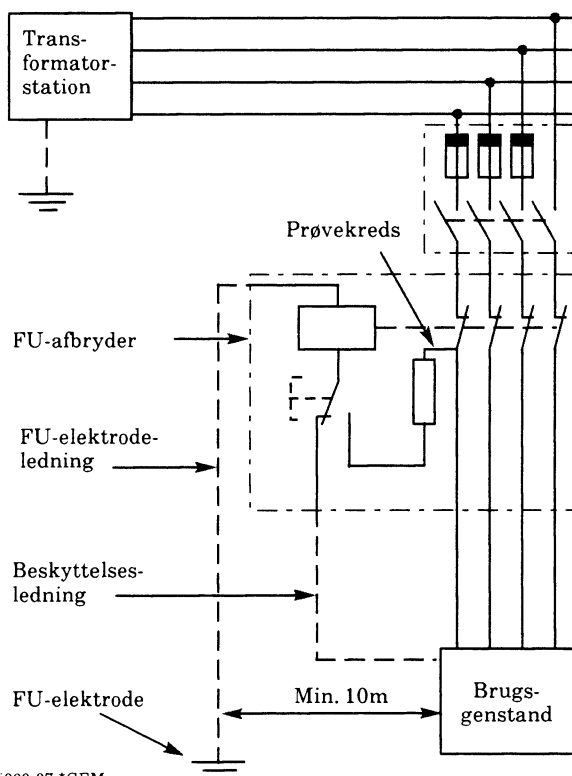
Denne spole måler ligesom et voltmeter spændingen mellem brugsgenstandens stel og jord.

Funktion

Et FU-relæ er et fejlspændingsrelæ, dvs. at det afbryder, inden spændingen mellem jord og brugsgenstanden bliver 50 V.

Afbrydningsprincippet

Ved afbrydningsprincippet afbrydes faser og nul ved fejlspænding.



ei003-07.*GEM

Sikkerhedsafstanden mellem jordelektrode og andre metaldele skal altid være mindst 10 m.

Prøvekreds

Afbryderen er forsynet med en prøve-kreds, der skal betjenes med en prøveknop.

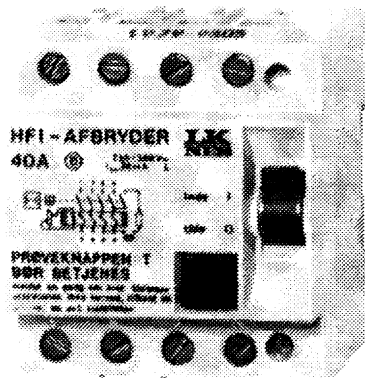
Afprøvning foretages jævnligt og min. to gange om året.

FI- og HFI-relæer

Relætyper

Et FI-relæ er en fejlstrømsafbryder.

Et HFI-relæ er en højfølsom fejlstrømsafbryder (HFI).



ei003-06.RES

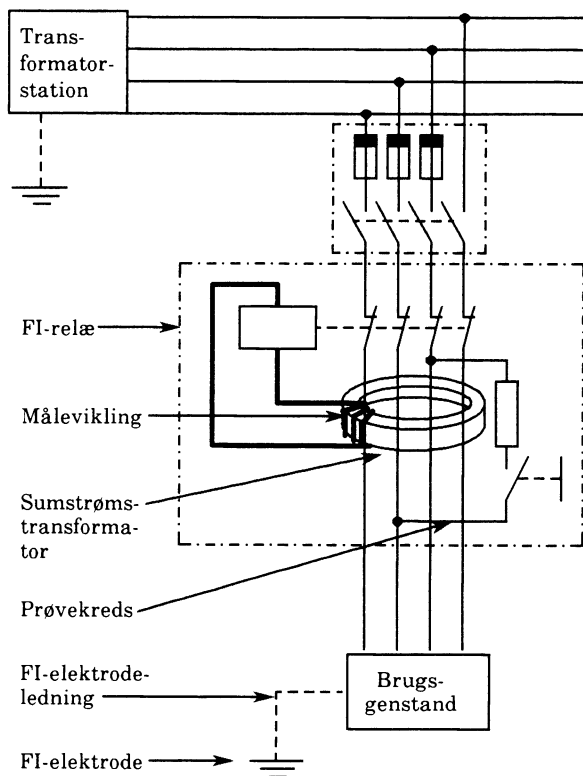
Funktion

FI- og HFI-relæ indeholder en sumstrømstransformator, hvorigennem faser og nul til brugsgenstanden føres. Denne kontrollerer, at den strøm, der løber til brugsgenstanden, er lig den, der løber tilbage.

Hvis dette ikke er tilfældet, grundet isolationsfejl eller lignende, afbryder relæet. FI-relæet afbryder, inden fejlstrømmen bliver maks. 500 mA. HFI-relæet afbryder, inden fejlstrømmen bliver maks. 30 mA.

Afbrydningsprincippet

Relæet afbryder fase og nul for den beskyttede brugsgenstand eller installation, hvis der opstår fejlstrøm.



ei003-07.*GEM

Prøveknop

Prøveknappen bør benyttes mindst to gange om året.

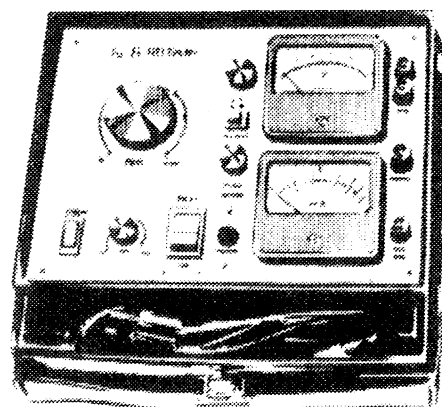
Afprøvning

Før ibrugtagning

Inden en ekstrabeskyttet installation eller brugsgenstand afleveres til brugeren, skal det ved prøve kontrolleres, at ekstrabeskyttelsen er effektiv.

FU-FI-HFI-tester

Afprøvningen kan foretages med en FU-FI-HFI-tester. Man skal overholde fabrikantens vejledning for prøveapparatet.

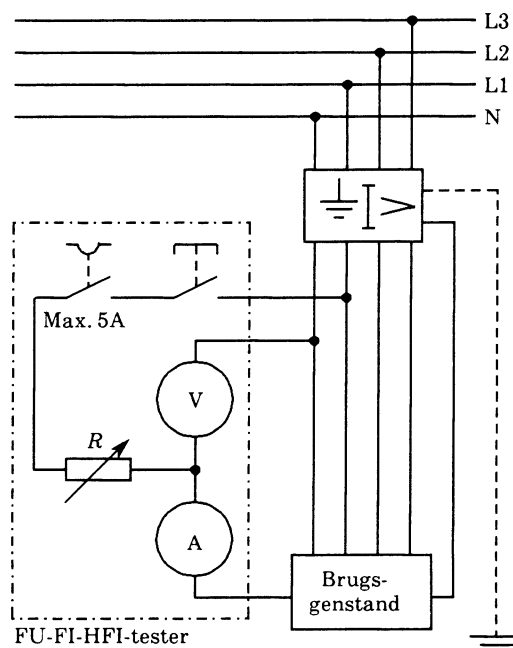


ei003-08.TIF

Afprøvning af FU-beskyttelse

Spændingsmåling mellem stel og en nulleder:

- Før prøvestrømmen slutes, aflæses voltmetret. Ved eventuelt udslag noteres U_0
- Prøvespændingen slutes, og der reguleres på modstand R
- Afbryderen skal udløse, inden spændingen overstiger $50 V - U_0$



ei003-09.GEM

FI-elektrode

Der findes andre metoder, men de skal ikke gennemgås her.

Kontrolmåling

Før aflevering af FI-beskyttelse skal jordelektrodens overgangsmodstand kontrolleres ved måling.

Modstanden må ikke overstige

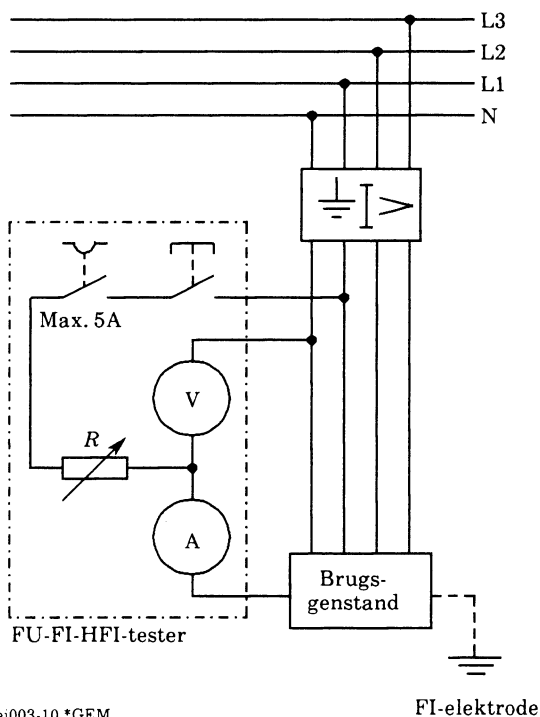
$$\frac{50}{I} = \Omega,$$

hvor I er afbryderens udløsestrøm.

Afprøvning af FI-beskyttelse

Spændingsmåling mellem stel og en nulleleder:

- Prøvestrømmen tilsluttes. Eventuelt udslag på voltmeter aflæses og noteres som U_0
- Efter at prøvestrømmen er sluttet, reguleres der på modstand R
- Afbryderen skal udløse, inden spændingen overstiger $50 \text{ V} - U_0$



□

Tangamperemeter

Generelt

Tangamperemeter

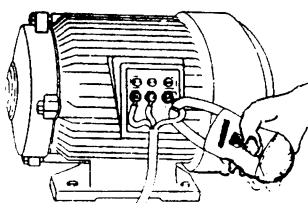
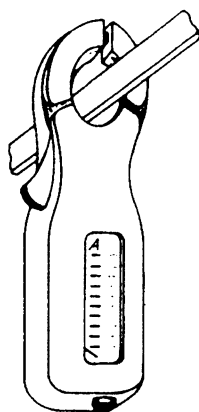
Til måling af vekselspænding og vekselstrøm bruges undertiden et tangamperemeter.

Tangen kan åbnes og derefter slutte omkring den ledning eller skinne, som man ønsker at måle strømmen i.

Ledningen virker derved som primærvinding, mens tangen er kerne, og instrumentet er tilsluttet en sekundærvikling.

Er instrumentet et drejespoleinstrument, ensrettes målekredsens strøm over en Graetz-kobling.

Tanginstrumentet kan have flere måleområder for spænding og strøm.



ek319-01.RES

Spændingsmåling

Spændingsmåling kan foretages med nogle typer tangamperemetre.

Man bruger dog ikke selve tangen, fordi en spænding måles mellem to punkter.

Ved spændingsmåling udnytter man blot det måleinstrument, som er indbygget i tangampere- metret og laver så egentligt et universalinstru- ment.

Til spændingsmåling er der i tangampere- metret anbragt to telefonbøsninger for montering af måleledninger.

Nøjagtighed

Man bør være opmærksom på, at tangampere- metret kan have temmelig stor målefejl, når man måler på små strømme.

For at bedre dette forhold kan man lægge måle- ledningen flere gange gennem strømtangen.

Målingen bliver da lig med udslaget divideret med antallet af vindinger.

Forskellige typer

Tangamperemetre med viserinstrument og display for digitaludlæsning



ek319-03.RES

Viserinstrumenter



ek319-02.RES

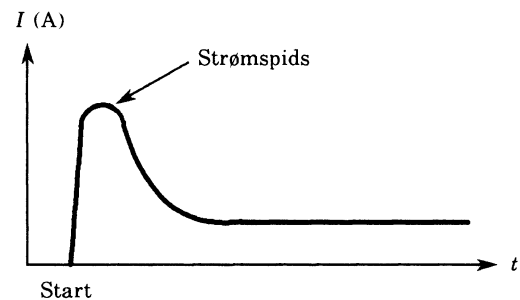
Digitaludlæsning

Tangamperemetre med digitaludlæsning

Hvis et tangamperemeter har digitaludlæsning, er det ensbetydende med, at det er et elektronisk styret instrument.

Ved hjælp af elektronikken kan man indbygge forskellige faciliteter i instrumentet.

En af disse faciliteter kan være, at instrumentet kan måle en strøms spidsværdi. Dette udnytter man, hvis man skal måle en motors startstrøm.



ek319-04

Ved at indstille tangamperemetret er man i stand til at måle strømspidsen på kurven for en motors startstrøm.

Amperemetret slår ud på spidsværdien, som bliver stående på instrumentet, til man nulstiller det.

Et viserinstrument kan ikke vise dette, da instrumentet er for langsomt til at følge strømspidsen.

Strømtang

Ved hjælp af en strømtang er det muligt at ændre et almindeligt universalinstrument til tangamperemeter.

Her forbindes strømtangen med universalinstrumentet ved hjælp af to prøveledninger.



ek319-05.RES





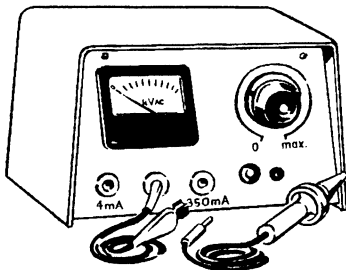
Højspændingsprøveapparat

Krav til apparatet

Stærkstrømsreglementet

Apparatet skal ifølge Stærkstrømsreglementet opfylde visse krav.

Højspændingen skal kunne reguleres fra 500 til 2 500 V.



ek318-01.RES

Kortslutningsstrømmen skal være mindst 300 mA ved indstilling på 2 500 V og mindst 150 mA ved indstilling på 1 500 V.

Apparatets primærkreds skal indeholde en afbryder og en signallampe, der lyser, når primærkredsen er sluttet.

Endvidere skal primærkredsen indeholde en smeltesikring eller en automatisk afbryder.

Prøvespændingens tilslutning til brugsgenstanden skal ske ved isolerede ledninger, hvoraf mindst den ene skal være afsluttet i en prøvepind, der automatisk bliver berøringssikker, når den slippes.

I stedet for berøringssikker prøvepind tillades der dog anvendt prøvepind med fast uisolert spids, såfremt apparatets primære afbryder er anbragt på en lodret frontplade og kun kan forblive sluttet ved aktivt tryk.

Apparatets brug

Aflæsning

Prøvespændingen aflæses på et ventilinstrument.

Angående prøvespændingsstørrelser, se Stærkstrømsreglementet.

Sikkerhedsregler

Under prøven er det livsfarligt at berøre metaldele, der er i forbindelse med afgangsklemmerne.

Højspændingsprøveapparater må **kun** benyttes af særligt instrueret personale.

Højspændingsprøveapparatet må aldrig anvendes til fejlfinding på installationer.

□

Støjdæmpning

Støjtyper

Elektrisk støj

Elektrisk støj kan både forplante sig gennem ledningsnettet og overføres trådløst over kortere afstande.

Det er til gene for radio- og fjernsynsmodtagelse og kan virke meget forstyrrende på elektroniske apparater som fx industrielt mikroprocessorudstyr og edb-udstyr i øvrigt.

Elektrisk støj, der kan opstå som følge af elektriske gnister eller som transienter, kortvarige spændings-spids, skal dæmpes efter regler udsendt af Post- og Telegrafvæsenet.

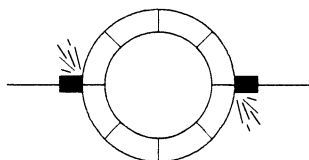
Kontaktstøj

Kontaktstøj forårsages af:

- Gnister fra afbrydere
- Igangsætningsmekanismer
- Elektromotorer
- Specielt kommutatormotorer

Støj fra afbrydere og lignende giver kun en kortvarig gene og støjdæmpes derfor kun, når det kan påvirke andet udstyr.

Motorstøj fra kommutatormotorer giver derimod en længerevarig gene. Den frembringes af gnisterne mellem kommutatoren og motorens kul og skal altid støjdæmpes.

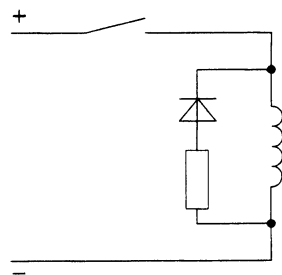


ek193-08.GEM

Transientstøj

Når store magnetfelter afbrydes, vil der i afbrydelsesøjeblikket induceres en meget høj spændings-spids i spolen, fx ved relæspoler.

Denne transient kan ødelægge elektronisk udstyr, som fx ensretterkoblingen. Den kortsluttes derfor enten ved hjælp af en diode ved DC, med en VDR-modstand eller med to modsatrettede zenerdioder i serie ved AC.



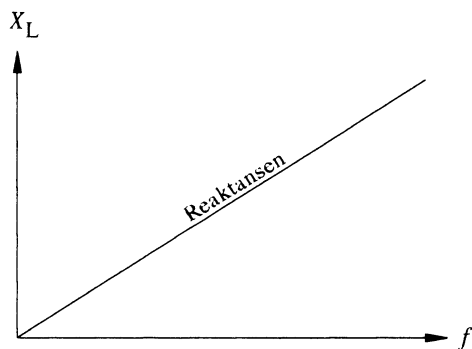
ek193-07.GEM

Transientstøj forekommer også som en vedvarende støj i forbindelse med elektroniske motorstyringer, tyristorstyringer, og i så tilfælde skal både motor og styring støjdæmpes.

Dæmpningsmidler

Spolen

En spole vil over for spændingsændringer have en modstand, reaktans X_L , der stiger proportionalt med spændingsændringshastigheden, frekvensen.

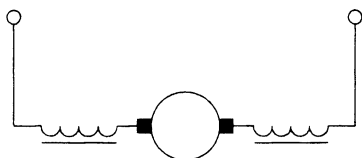


ek 193-06.GEM

$$(X_L = 2 \pi \cdot f \cdot L)$$

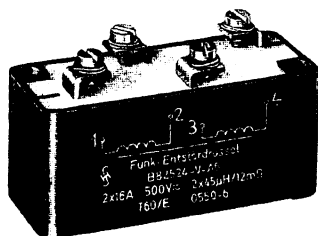
En spole yder derfor en stor modstand over for elektrisk støj.

Ved motorstøjdæmpning anvender man sjældent særskilte spoler, idet motorens vendepoler eller magnetpoler også kan udfylde denne opgave, når de forbindes symmetrisk med ankret.



ek 193-05.GEM

I forbindelse med elektronisk udstyr kan det være nødvendigt at anvende støjdæmpningsspoler i fx denne udførelse.

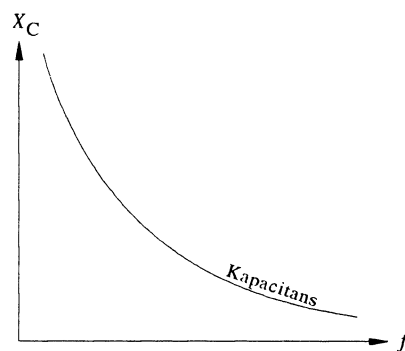


ek 193-11.PCX

Kondensatoren

En kondensator er karakteristisk ved at have en lav modstandsværdi, kapacitans X_C , over for høje frekvenser.

Kapacitansen falder efter denne kurve ved stigende frekvens.



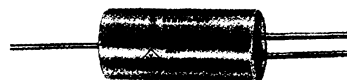
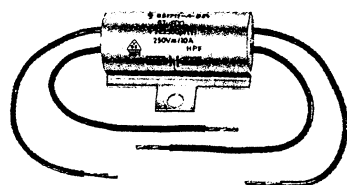
ek 193-04.GEM0

$$(X_C = \frac{1}{2 \pi \cdot f \cdot C})$$

Kondensatoren er derfor velegnet til at kortslutte eller jorde elektrisk støj.

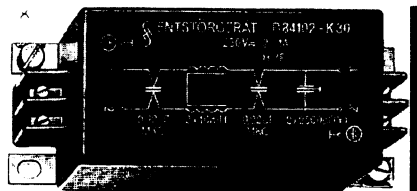
Dæmpningsmidler

Støjdæmpningskondensatorer findes i mange forskellige udførelser, fx som nedenstående.



ek 193-10.PCX

Kombinerede støjdæmpningsmidler med både kondensatorer og spoler til elektroniske formål kan fx være udført, som vist.

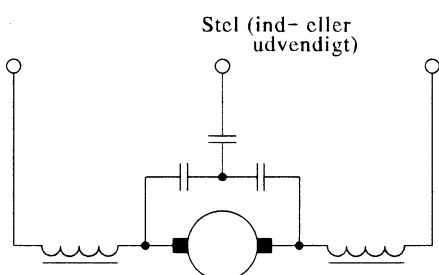


ek193-09.PCX

Støjdæmpning Anvendelse

Alle fabriksfremstillede støjdæmpningsmidler er forsynet med udførlige forbindelsesdiagrammer, og princippet for deres virkemåde er følgende.

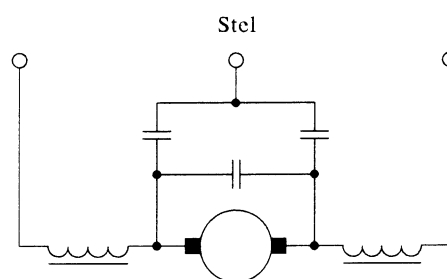
Til små kommutatormotorer og apparater med jordforbundet stel anvendes fx denne kombination.



ek193-03.GEM

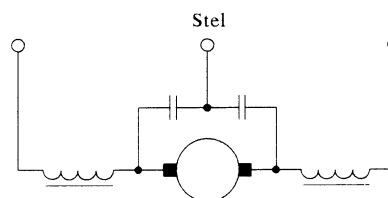
Støjdæmpningsmidlet forbindes direkte over kulholderne, og kondensatorerne vil kortslutte og jorde gniststøjen fra kullene, samtidig med at magnetspolerne vil spærre mod nettet.

Til små motorer og apparater uden jordforbindelse anvendes denne kombination.



ek193-02.GEM

Støjdæmpningsmidlet til større jævnstrømsmotorer er ofte udført, som vist.



ek193-01.GEM

Ud over de her viste eksempler findes der et stort udvalg af støjdæmpningsmidler og støjdæmpningsområder, og man må sikre sig, at man anvender det korrekte støjdæmpningsmiddel.

Af hensyn til berøringsfaren på grund af en kortsluttet stelforbundet kondensator findes der støjdæmpningsmidler med indbygget sikringsanordning.

Reglerne for anvendelse af denne type findes i Stærkstrømsreglementet.

□

Stikordsregister

A

Apparat af klasse 9
Apparater til forsyningsnet 7
Arbejde på tavleanlæg 11
Asynkronmotor 45

B

Batterieliminatør 9
Beskyttende isolation 9
Byggesæt 8

D

Dansk Standard 19
DEMKO 8
Direkte jord 67
Dobbelt isolation 9
Drejefelt 46
Drejningsmoment 49
DS 5008 19
DS 5009 19
Dæmpningsmidler 78

E

Ekstrabeskyttelse 67
Elektrisk støj 77
El-ulykke 3
Elektroteknisk dokumentation 13
Etstregsskema 27

F

FI- og HFI-relæer 68
Flerstregsskema 27
Forsyningsnet 8
FU-relæer 68
Førstehjælp 4

G

Grundisolation 9

H

Hovedstrømsskema 15

I

Installationstegning 14

K

Klemmemærkning 41
Kommutatormotor 62
Kondensatorstart 60
Kontaktstøj 77
Krybestrækning 8
Kunstigt åndedræt 4

L

L-AUS arbejde 11
Luftafstand 8

M

Modstandsstart 59

N

Nulling 67

P

Personlige beskyttelsesmidler 12
Prøvepind 75

R

Referencenet 23
Referencesystem 24
Relæ 39
Relæbeskyttelse 67
Reparation af stærkstrømsmateriel 9
Rotor 45

S

Sikkerhedsbestemmelserne 7
Skyggepolmotoren 63
Slutte/brydekors 31
Startkondensator 57
Stator 45
Statorvikling 48
Steinmetz-kobling 57
Stjerne/trekantstarter 51
Strømforsyningsenhed 9
Strømmens virkning 3
Strømtang 73
Strømveje 30
Strømvæjsnummerering 30
Stærkstrømsreglementet 3

T

Transportabelt apparat 9
Transientstøj 77

V

Virkningsgrad 54

Y

Y/ Δ omskifteren 52

