**4 Elektriske motoranlegg**

Figur 4.1viser blokkskjema for et enkelt motoranlegg som drives av trefase vekselstrøm. De tre fasene er merket L1, L2 og L3 og er koblet til en trefase stikkontakt. Fra stikkontakten blir elektrisiteten ført via en plugg (støpsel) og kabel til overstrømsvernet for styrestrømkretsen og overstrømsvernet for hovedstrømkretsen. Hvilken oppgave har et overstrømsvern?

4.2

Hvilke elektriske komponenter inngår i et enkelt motoranlegg som vist på figur 4.1?

4.3

Figur 4.2 viser prinsippet for elektrisk induksjon. Det er elektrisitet som dannes ved påvirkning av magnetisme. Den elektriske spenningen som dannes kalles indusert spenning. Når magneten blir skjøvet inn i spolen vil det magnetiske feltet rundt magneten skjære over ledningene i spolen og indusere en elektrisk spenning. Samtidig som det induseres elektrisk spenning dannes det et magnetisk felt som virker mot bevegelsen til magneten. Hva skjer når magneten trekkes ut av spolen?

4.4

Figur 4.3 viser en prinsippskisse for en trefase vekselstrømsgenerator. Den består av en stator med tre statorviklinger plassert 120º i forhold til hverandre. Når den magnetiske rotoren roterer induseres det spenning i hver av viklingene. Kobles viklingene sammen som vist på figur 4.4 summeres spenningene og danner en trefase vekselspenning. For hver omdreining av rotoren dannes en periode av vekselspenningen. Hvilken frekvens har vekselspenningen når rotoren roterer med 50 omdreininger i sekundet?

4.5

Figur 4.5 viser skjema for et IT- fordelingssystem. Fra energiverkets transformator føres elektrisiteten ut på lavspenningsnettet. Spenningen er 2 x 230 V 50Hz eller 3 x 230 V 50 Hz. Hva står bokstavene IT for?

4.6

En elektrisk installasjon er koblet til et IT-fordelingsnett. Hvordan skal elektrisk ledende deler som ved feil kan bli spenningssatt jordes?

4.7

Beskyttelsesjording av elektrisk utstyr gjøres ved å koble en beskyttelsesleder (PE-leder) mellom utstyret og en jordforbindelse. Hvordan beskytter beskyttelseslederen mennesker og dyr mot elektrisk støt?

4.8

Figur 4.6 viser skjema for et TN-S fordelingssystem. Her er en beskyttelsesleder (PE-leder) ført gjennom hele ledningsnettet. Elektrisk utstyr som er koblet til installasjonen og som kan bli spenningssatt ved feil på utstyret må jordes. Det gjøres ved å koble en beskyttelsesleder mellom utstyret og PE- lederen som er ført gjennom hele ledningsnettet. Hvilken trefase spenning og hvilken enfase spenning kan det tas ut fra koblingen på figur 4.6?

4.9

På figur 4.6 er en leder merket med bokstaven N. Det er en nøytralleder (N-leder). Den er koblet til nøytralpunktet for nettransformatorens sekundærviklinger, det er punktet hvor transformatorens sekundærviklinger er koblet sammen. Hvor stor spenning kan tas ut mellom faselederen L1 og N-lederen?

4.10

Figur 4.7 viser hvordan en varmeovn med tre varmeelementer er koblet til trefase vekselspenning i en trekantkobling. Figuren viser at hovedstrømmen (nettstrømmen) deles i to fasestrømmer. Hovedstrømmen i en trekantkobling er lik den vektorielle summen av fasestrømmen i to av elementene. Det er fordi fasestrømmene er 120º innbyrdes faseforskjøvet.

a Hvor stor er fasespenningen når nettspenningen er 230 V?

b Hvor stor er hovedstrømmen I når fasestrømmen If er 20 A?

4.11

Figur 4.8 viser hvordan en varmeovn med tre varmeelementer er koblet i stjernekobling. Figuren viser at hovedspenningen (nettspenningen) er fordelt på to fasespenninger over to seriekoblede elementer. Hovedspenningen er lik den vektorielle summen av fasespenningen over to seriekoblede elementer. Det er fordi spenningene er 120 º innbyrdes faseforskjøvet.

a Hvor stor er fasespenningen når nettspenningen er 230 V?

b Hvor stor er hovedstrømmen I når fasestrømmen If er 20 A?

4.12

Tre like varmeelementer med resistans 20 Ω er trekantkoblet til 3 x 230V. Hvor stor er den samlede effekten på elementene?

4.13

Tre like varmeelementer med resistans 20 Ω er stjernekoblet til 3 x 230V. Hvor stor er den samlede effekten på elementene?

4.14

Figur 4.10 viser skisse av rotorviklingen til en asynkronmotor. Hvorfor kalles trefase asynkronmotorer vanligvis kortslutningsmotorer?

4.15

Figur 4.11 viser oppbygningen av en trefase asynkronmotor. Den elektriske delen av motoren består av en stator med tre faseviklinger og en rotor. Fra hver av faseviklingene er viklingsendene ført fram motorens klemmebrett. I spor rundt rotoren er det plassert en vikling av aluminium. Hvilke mekaniske deler består motoren av?

4.16

Figur 4.13 viser hvordan faseviklingene er koblet til motorens klemmeberet. Hvordan er begynnelsen og slutten på faseviklingene merket?

4.17

Figur 4.14 viser hvordan motoren kan kobles til elnettet i trekantkobling eller stjernekobling ved å flytte lasker (koblingsplater) på klemmebrettet. Trekantkobling er symbolisert med bokstaven D eller ∆ (delta), mens stjernekobling er symbolisert med bokstaven Y. En motor er merket med 230 V ∆ /400 V Y. Hvordan skal viklingene som er ført fram til motorens klemmebrett, sammenkobles med lasker når motoren skal kobles til en nettspenning på 230 V?

4.18

En motor har dette merkeskiltet:

|  |  |
| --- | --- |
| Motor 3~ 50Hz | IEC 34-1 |
| 4 kW | 2910 r/min |
| 400V Y 9,2 A | 230V ∆ 16A |
|  | IP 54 |
|  | cosφ = 0,8 |

Hva forteller merkeskiltet om motoren?

4.19

På klemmebrettet til en motor er det seks tilkoblinger. Tilkoblingene er merket U1, V1, W1, W2, U2, V2. Hvilke av de seks tilkoblingene skal kobles sammen med lasker når statorviklingene skal stjernekobles?

4.20

Figur 4.16 viser rotasjonsretningen på rotorakselen på en asynkronmotor. Rotasjonsretningen (dreieretningen) på rotorakselen kan enten være moturs eller medurs. Hvordan kan rotasjonsretningen på rotorakselen på en trefase asynkronmotor endres?

4.21

Når statorviklingene kobles til trefasenettet dannes et roterende magnetisk felt i statoren. Det får rotoren til å rotere. Rotasjonsfrekvensen til magnetfeltet i statoren er bestemt av nettfrekvensen og av antall poler på statorviklingene. Figur 4.19 viser hvordan rotasjonsfeltet danner poler for en periode av nettspenningen. Ved tidspunkt 1 er strømretningen gjennom L1 slik at den danner en nordpol mot rotoren. Hvordan dannes det nordpol mot rotoren ved tidspunkt 3?

4.22

I startøyeblikket passerer det roterende magnetfeltet i statoren de stillestående rotorviklingene. Det magnetiske rotasjonsfeltet skjærer over rotorviklingene og det induseres spenning i rotorviklingene. Den induserte spenningen fører til at det går strøm gjennom rotorviklingene og at det dannes et magnetisk felt rundt hver av rotorviklingene. Magnetfeltet rundt rotorviklingene tiltrekkes av det roterende magnetfeltet i statoren og rotoren begynner å rotere. Hvorfor kan ikke rotasjonsfrekvensen til rotoren bli lik rotasjonsfrekvensen til det magnetiske dreiefeltet?

4.23

En asynkronmotor driver en vannpumpe. Driften av vannpumpa belaster motoren. Det fører til at rotasjonsfrekvensen til rotoren minker noe ved økende belastning. Hvorfor vil økende belastning føre til at strømmen til motoren øker?

4.24

I en trefase asynkronmotor er rotasjonsfrekvensen til rotoren mindre enn rotasjonsfrekvensen til det magnetiske feltet i statoren. Forskjellen mellom de to rotasjonsfrekvensene kalles sakking. En topolet asynkronmotor har følgende data: 3 kW, 230V, 50Hz, 2910 r/min. Beregn sakkingen ved merkeeffekt (3 kW).

4.25

Figur 4.20 viser prinsippskisse av en kontaktor. Det er en elektromagnetisk styrt bryter. Den består av en fast og en bevegelig jernkjerne. Til den bevegelige jernkjernen er det festet to sett med kontakter. Et sett med hovedkontakter som brukes for å slutte å bryte hovedstrømmen, og et sett med hjelpekontakter for å slutte å bryte styrestrømmen. Hva er forskjellen på en brytekontakt og en sluttekontakt?

4.26

Figur 4.21 viser det grafiske symbolet for en kontaktor. Hvordan er tilkoblingene på kontaktorspolen merket?

4.27

Figur 4.23 viser eksempel på klemmemerking på en kontaktor. Hovedkontaktene er merket med tallene 1-3-5 på inngangssiden og tallene 2-4-6 på utgangssiden. Hjelpekontaktene er merket med plassiffer og funksjonssiffer. En hjelpekontakt er merket 23-24. Hva forteller det om kontakten?

4.28

Det som bestemmer den elektriske størrelsen på en kontaktor er hvor stor strøm hovedkontaktene kan slutte å bryte ved ulike typer belastninger. Belastningen på hovedkontaktene er delt inn i ulike driftskategorier. Hva betyr driftskategori AC3?

4.29

En trefase asynkronmotor skal kobles til og fra elenettet med en kontaktor. På merkeskiltet til motoren står det: 3-fase, 230 V, 2,2 A, cosφ 0,7. Bestem størrelsen på kontaktoren som kan brukes når driftskategorien er AC3.

4.30

En trefase asynkronmotor skal kobles til et 3 x 230 V 50 Hz elnett. Motoren skal kobles til og fra elnettet med en kontaktor. Motoren har dette merkeskiltet:

|  |  |
| --- | --- |
| Motor 3~ 50Hz | IEC 34-1 |
| 4 kW | 2910 r/min |
| 400V Y 9,2 A | 230V ∆ 16A |
|  | IP 54 |
|  | cosφ 0,8 |

Hvor stor merkestrøm må kontaktoren være godkjent for når motoren skal brukes i et anlegg med driftskategori AC3?

4.31

Figur 4.25 viser skisse av et termisk motorvern. Det brukes for å beskytte motoren mot overbelastning, skjevbelastning eller fasebrudd. Hvordan virker motorvernet når strømmen til motoren blir større enn det motoren er beregnet for?

4.32

Et motorvern er vanligvis utstyrt med en sluttekontakt og en brytekontakt for tilkobling av styrestrøm. Sluttekontakten er merket med tallene 97-98. Hvilke tall er brytekontakten merket med?

4.33

På termiske motorvern er det innstillingsskrue for innstilling av strømmen det skal løse ut ved. Hvilken strømverdi skal motorvernet stilles inn på?

4.34

Hvorfor må termiske motorvern alltid ha et forankoblet overstrømsvern?

4.35

Figur 4.26 viser symbolet for termisk trefase motorvern. På inngangssiden er tilkoblingene for hovedstrømmen merket med tallene 1, 3 og 5. Hvilke tall er tilkoblingene på utgangen merket med?

4.36

For å hindre skadelig oppvarming av ledninger og utstyr i elektriske anlegg utstyres anleggene med elektriske overstrømsvern. Det skal bryte strømmen gjennom anlegget dersom strømmen er større enn det anlegget er beregnet for. Figur 4.27 viser en prinsippskisse av en automatsikring med to utløsermekanismer: en termisk overstrømsutløser basert på termisk effekt og en elektromagnetisk kortslutningsutløser basert på elektromagnetisk effekt. Hvordan virker den elektromagnetiske kortslutningsutløseren?

4.37

I elektriske anlegg brukes overstrømsvern (automatsikringer) med ulike utløserkarakteristikker. Hvilken type automatsikringer er det vanlig å bruke i styrestrømskretser for elektriske motoranlegg?

4.38

Figur 4.28 viserer norm for utløsegrenser automatsikringer. Normen angir hvilke krav som stilles til termisk og elektromagnetisk utløsning for automatsikringer. Hvor stor strøm kan en 16 A automatsikring med B karakteristikk belastes med før den gir garantert utkobling i løpet av en time?

4.39

Hvor stor strøm kan en 16 A automatsikring med B karakteristikk belastes med før garantert elektromagnetisk utkobling?

4.40

Hva er den elektriske forskjellen på en automatsikring med B- og C-karakteristikk?

4.41

Hvor lang tid tar det før en 10 A automatsikring med C-karakteristikk løser ut når strømmen gjennom sikringen er 20 A?

4.42

I følge normen (NEK 400) kreves det tilleggsbeskyttelse med strømstyrt jordfeilbryter for stikkontakter med merkestrøm til og med 20 A, som er montert på forbrukerkurser for allmenn bruk. Jordfeilvernets utløserstrøm skal ikke overstige 30 mA, kravet gjelder for alle fordelingssystemer. Hvorfor er det ikke nødvendig å utstyre de elektriske anleggene på øvingene med tilleggsbeskyttelse i form av strømstyrt jordfeilvern?

4.43

Betjeningsbrytere er manuelle signalgivere som brukes for å styre elektriske anlegg. Figur 4.31 viser symbolet for monostabil trykknapp bryter og bistabil bryter. Hvilke kontakter er vanligvis montert på en trykknappbryter?

4.44

Betjeningsmateriell merkers med ulike farger som angir ulike forhold. Fargen rød angir at det er en nødsituasjon, og kan også brukes for en stoppfunksjon. Fargen grønn angir at det er en sikker situasjon. Kan også brukes for en startfunksjon. Hva angir betjeningsutstyr med blå farge?