

PAUL HÅKANSSON | ANDERS SÄLLBERG

# MOTORSTYRNING

FAKTABOK

MOTORSTYRNING · FAKTABOK

PAUL HÅKANSSON | ANDERS SÄLLBERG

# **MOTORSTYRNING**

**HÅKANSSON · SÄLLBERG**

## Introduktion

Författarpresentation	6-7
Välkommen!	8
Motorer ute i samhället	9
En vanlig dag »stys« av motorer...	9
Historik	11
Motordrift bör vara effektiv	11

## 1 Motorstyrning, teknik i förändring

Mycket har hänt	12
Reläteknik	12
Mikrodatorbaserade system	13
Reläer och kontaktorer	13
Märkspänning	14
Tillbehör	14
Kontaktfunktioner	15
Tidsstyrda till- och fränslag	15
Uttagmärkning	15
Kontaktorns märkström/belastningsförmåga	16
Kontaktorns typbeteckning	16
Statiska reläer	17
Montagealternativ	17
Överlastskydd	18
Tryckknappar	18
PLC - Programmable Logical Controller	19
Styrmodul	19

## 2 Schema, schemaläsningens grunder

Elanläggningar kräver dokumentation!	20
Rita enligt standard	21
Kretsschema	22
Manöverspänning	22
Enkel styrkrets	23
Referensbeteckningar	24
Larm	25
Signallampa	25
Symboler	26
Kretsschemaexempel	27
Start och stopp (1-fas)	27
Start och stopp (3-fas)	28
Schemahänvisningar	29
Förbindningsschema och förbindningstabeller	30
Enlinjeschema	31
Inte bara motorstyrning	32
Nivåstyrning	32

## 3 Trefas, växelströmsmotorer

Trefas asynkron växelströmsmotorer	33
Stator	34
Rotor	35
Hyr kan motorn rotera?	35
Poltal	36
Asynkronmotorns inkoppling	37
Y- eller D-koppling?	38
400/690V	40
Inkoppling till elnätet	40
Inställningar och kontroll efter inkoppling	40
Handmanövrerat överlastskydd	41
Kontaktormanövrerat överlastskydd	41
Motorns märkskylt	43
Monteringssätt	43
Märkspänning och märkström vid Y- respektive D-koppling samt märkeffekt	43
Effektfaktor	44
Axeldiameter-Centrumhöjd	44
Temperaturklass	44
Märkvarvtal	45
Kapslingsklass	45
Växelströmssynkronmotor	46
Trefasmotorer för enfasdrift	46

## 4 Startalternativ

Påverkande faktorer	47
Tillgången på elkraft	48
Startström – Startmoment	48
Elleverantören	49
Ekonomi	49
Säkerheten	49
Startalternativ	50
Direktstart, start och stopp	50
Fram och backstyrning	52
Y-D start	53
Schema till Y-D start	54
Mjukstart	55
Frekvensomriktare	56
Nackdelar	58
Schema till frekvensomriktare	59
Polomkopplare	60
Schema till motor med 2 skilda stator- lindningar	61
Släpningad motor	63
PLC	64

## 5 Motorer installeras med ansvar

Ansvarsfördelning	65
Elinstallationsföretaget–elektrikern	66
Anläggningsinnehavaren	66
Att tänka på vid en motorinstallation	66
Välj motor	67
Välj säkring/Avsäkring av motorer	68
Välj kabel	69
Installera elsäkert	69
Frånkoppling vid elarbete	70
Montage av motorer	71
Kontroll före idrifttagning	72
Uppstart av elmotorer	73
Val av installationsmaterial är ditt ansvar	74
Kabeltyper	74
Förskruvningar	75
Installationsmaterial för störningar	76
EMC-skåp	76
Potentialutjämning	77
Maskinsäkerhet	77
Föreskrifter och standarder	77
Maskindirektivet	77
EMC-direktivet	77
Hur uppnås maskinsäkerhet?	78
Val av kategori	78
Exempel på skyddsåtgärder	79
Hur redovisas att gällande regler följts?	80
Maskinsäkerhet och styrsäkerhet	80
Säkerhetsrelä en bra »säkerhets- och ordningsvakt«	81
Stoppa säkert och snabbt	82
Nollspänningsutlösning	83

## 6 Skåpsbyggnad

Apparatskåp	84
Vem skapar underlaget?	85
Lagar och regler kring skåpsbyggnad	85
Märkning och indikering	86
Kapslingsklass	87
Skåpslayout	87
Materialval	88
Kablar	88
Kabelkanaler	89
Plint	89
Märkning av kablar och parter	91
Apparitmärkning	91
Märkning av apparatskåp	92

Kontrollera arbetet	93
---------------------	----

## 7 Produkter inom motorstyrning

Många komponenter finns det...	94
Takogenerator	94
Tiddon	94
Tidrelä	95
Givare–Sensor–Detektor–Vakt?	95
2- eller 3-trådstyp, PNP eller NPN	95
Det mesta kan detekteras	96
Belastningsvakt	96
Flödesvakt	96
Tryckvakt	97
Varvtalsvakter	97
Gränslägesbrytare	98
Beröringsfria givare	98
Optiska givare–fotoceller	100
Givare för mätning och reglering	102

## 8 Likströmsmotorn

Användningsområden för likströmsmotorer	103
Olika typer av likströmsmotorer	103
Likströmsmotorns konstruktion	104
Motoralternativ	106
Separatmagnetiserad motor	106
Permanentmagnetiserad motor (PM-motor)	107
Shuntmotorn	107
Seriemotorn	107
Kompoundmotorn	108
Bortslösa DC-motorer	108
Omvänd rotation	108

## 9 Servomotorer, specialmotorer och bromssystem

Grundtyper	110
Servo	110
Likström eller växelström	112
Specialmotorer	111
Enfas asynkronmotor	111
Stegmotorn	112
Linjärmotorn	112
Reluktansmotor	112
Skärmpolmotor	112
Högfrequensmotor	113
Bromsning av motorer	113
Motströmsbromsning	113
Mekanisk bromsning	113
Bromsmotor	113



Regenerativ bromsning	114
Bromsmotstånd	114
<b>10 Felsökning och underhåll</b>	115
Felsökningsmetodik	115
Felsökning med eller utan spänning?	118
Använd rätt instrument!	116
Felsökning på kretsar	116
Huvudkretsen	117
Styrkretsen	118
Felsökning av en motor	119
Felkällor	119
Isolationsprova	119
Mätning med motortestinstrument	120
Kontrollera säkerheten	120
Felsökning på startapparater	121
Får motorn full spänning?	121
Är några anslutningar lösa?	121
Är motorskyddet rätt inställt?	121
Löser motorskyddet ut vid vibrationer?	121
Service och underhåll	122
Regelbundna inspektioner	122
Sprängskiss	124
Demontering och montering av lager	125
Ordlista, sve-eng	126
Sakordsregister	127

Som författare »brottas« man ständigt med vilket faktainnehåll ett läromedel ska innehålla.

- Vilka grundkunskaper har läsaren?
- Vad säger kursplanen?
- Vad har hänt sen kursplanen skrevs?
- Vad anser branschen ska behandlas?
- Vad anser lärarkåren ska behandlas?
- Hur mycket dåtid respektive framtid ska beskrivas?

Efter ett omfattande researcharbete hoppas vi nu att vi hamnat rätt.

Eftersom vår faktabok innehåller en del grundläggande faktadelar kan delar av innehållet även finnas i övriga böcker i serien. Vi har sett det som ofrånkomligt och hoppas att det mottas väl. Det kan ha varit länge sen du läste om motorer i Elektromekanik och Elkraftteknik så minnet kan behöva »fräschas upp«. Det ger en naturlig repetition och det ger ett faktaunderlag som är samstämmigt i hela läromedelserien »Arbeta med el«.

En faktabok utan de »motoravsnitt« som finns i seriens andra böcker hade inte blivit en komplett motorstyrningsbok. Läromedlet ska även passa utbildningar där man har elever som bara ska läsa om motorstyrning.

Det finns också ett stort värde i att kunna erbjuda elbranschens aktörer en motorstyrningsbok som redogör för standarders direktiv i form av exempelvis schemans utförande.

Det är alltså vår förhoppning att vi skapat ett läromedel som kommer att passa dig som läsare.

Mycket nöje, önskar

*Paul Håkansson och Anders Sällberg*

## Författarpresentation



Paul Håkansson

# PEALLKONSULT

Pedagogik och El-Teleteknik

Jag är författare till ett flertal titlar inom det el- och teletekniska området. Titlar som jag nu i egen regi kan ge ut. Att själv få ta hand om framställan, produktion och försäljning har länge lockat mig och nu har det blivit verklighet. Jag hoppas innerligt att du ska finna mina böcker intressanta och lärorika.

Parallellt med mitt skrivande driver jag företaget PE Allkonsult AB med konsultverksamhet inom pedagogik och el-teleteknik. Att hjälpa företag, kommuner och organisationer med nya elsäkerhetslagen samt utbilda i egna framtagna kurser är då min huvudsyssla. Jag har tidigare arbetat som elektriker i ett 15-tal år samt varit yrkeslärare på Elprogrammet i 15 år.

Att som yrkeslärare få följa de studerande i sin utveckling har varit ett sant nöje. Jag hoppas få dela den resan även med dig, så tveka inte att höra av dig om du vill veta mer, så kan jag lotsa dig på vägen.

Med vänlig hälsning

*Paul Håkansson*

[www.elotele.se](http://www.elotele.se)



Anders Sällberg

Mina 30 år som elektriker, arbetsledare, platschef och egen företagare inom elbranschen har givit mig ett gediget brett kunskapsområde inom el-teknik.

Drygt 20 år som certifierad yrkeslärare på Elprogrammen i Vetlanda, Växjö och Värnamo har ytterligare stärkt mitt CV inom branschen. Att ständigt varit på hugget och delaktig att utveckla de olika skolornas elprogram, som jag arbetat på, har varit mitt signum.

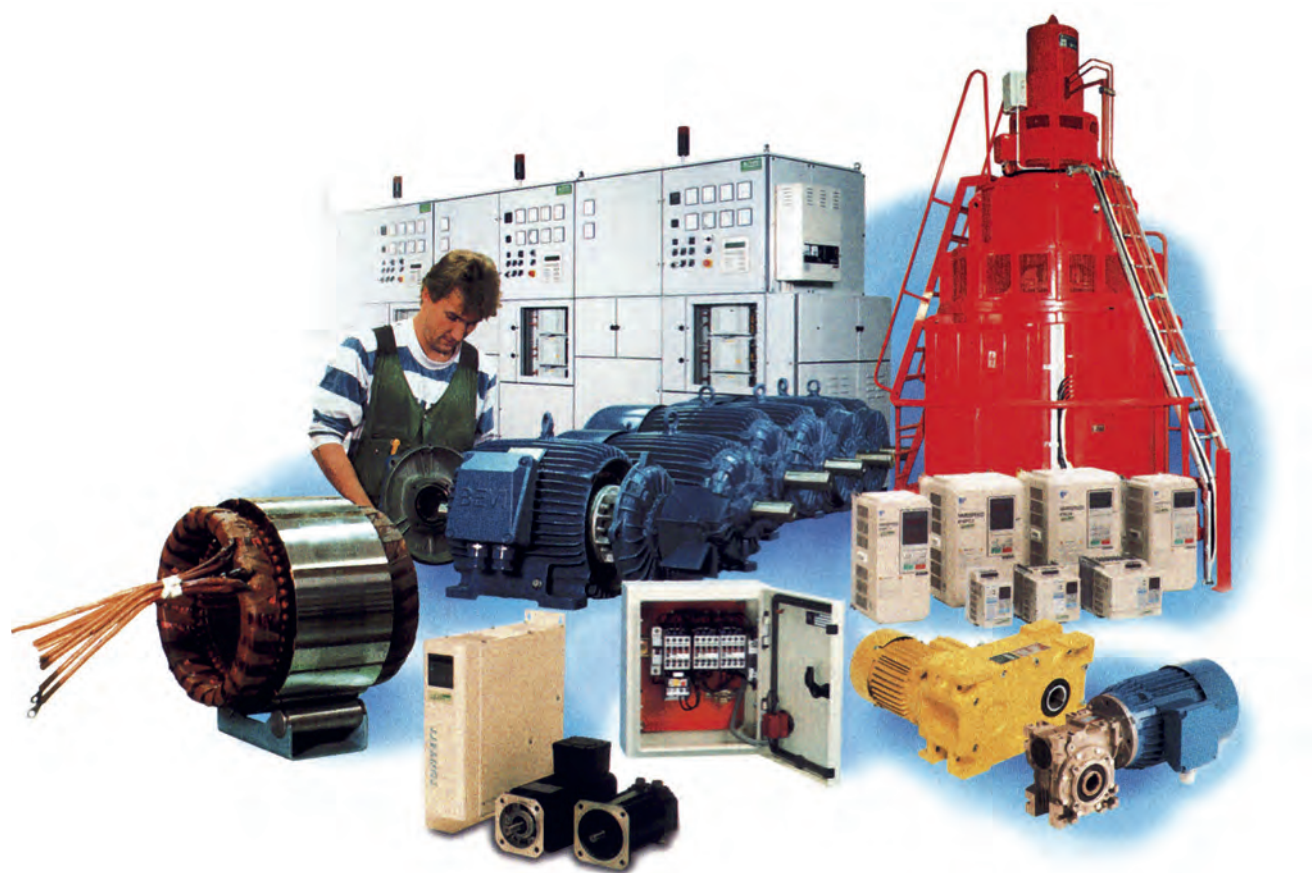
Dessa år med all erfarenhet gör att jag med säkerhet kan säga att denna bok, tillsammans med de andra i denna nya fräscha serie av böcker, för framtida el-tekniker, kommer att bli ett bra tillskott till våra skolor.

Lycka till och god läsning

*Anders Sällberg*

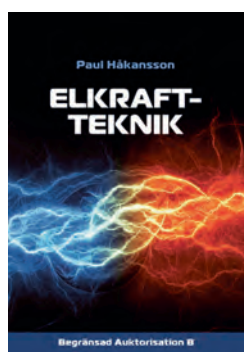
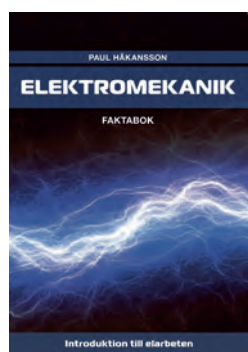
# Introduktion till Motorstyrning

*För den som vet vad som krävs är valet lätt. Snart vet du!*



## Välkommen!

Välkommen till denna bok som kommer att ge dig ny, spännande kunskap inom ämnet motorstyrning. Tanken är att du ska lära dig mer om motorstyrning och bli ordentligt tränad i konsten att rita och tolka scheman. För dig som tidigare läst någon av böckerna i serien »Arbeta med el« finns det en del fakta i boken som du redan känner till.



Läromedelsserien »Arbeta med el«



# MOTORSTYRNING, teknik i förändring

*Mycket händer inom motorstyrning.*



## Mycket har hänt

Utvecklingen har gått snabbt framåt inom motorstyrning. I dagens anläggningar används därför mindre och mindre traditionell reläteknik och mer och mer moderna mikrodatorbaserade system. Vi kommer därför att behandla både ny och äldre teknik.

## Reläteknik

Sedan länge har man vid mätning och styrning av händelseförlopp/skeenden använt den så kallade relätekniken, dvs en kombination av kontaktorer, reläer, tidreläer, räknare och annat. För mer invecklade processer användes tidigare dyr specialutrustning, ofta i samverkan med specialbyggda datorer. I motorsammanhang innebär reläteknik att man bygger upp styrningen av t ex en motor med reläer och/eller kontaktorer.

# SCHEMA, schema-läsningens grunder

*Lär dig läsa och rita scheman, det är en nödvändighet!*



## Elanläggningar kräver dokumentation!

När du gör en installation, en uppkoppling eller bygger en styrutrustning är det mycket viktigt att du samtidigt dokumenterar ditt arbete. Oberoende av om det är du eller någon annan som är konstruktör ska dokumentationen åtminstone bestå av ett kretsschema. Gäller det en skåpsbyggnation (se sid 84) ska dokumentationen bestå av:

Kopplingsutrustningar innefattar:

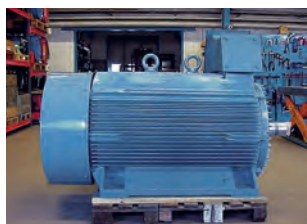
- Styrutrustning som placeras i ett separat apparat-skåp.
- Centraler.
- Centraler hopmonterade till en stor central-kombination.
- Centralkombinationer som även innehåller utrymmen för styrutrustning.

# TREFAS, växelströmsmotorer

*Asynkronmotorn, billig, driftsäker och standardiserad. Man ser den överallt.*



Asynkront = Icke samtidigt



En ABB-motor 500kW.

## Trefas asynkron växelströmsmotor

Detta kapitel kommer främst att beröra den vanligast förekommande typen av växelströmsmotor, nämligen asynkronmotorn.

Benämningen asynkron har uppstått eftersom rotorns varvtal, den roterande delen av motorn, avviker från det varvtal som det »drivande« magnetfältet har, det sk synkrona varvtalet. Senare i kapitlet ska vi reda ut detta fenomen.

Asynkronmotorn förekommer i storlekar från några watt till tusentals kilowatt. Eftersom motortypen är så vanlig i alla världsdelar har man i internationell teknisk standard kommit överens om viktiga standardmått, så att en motor av ett visst fabrikat lätt kan bytas ut mot en motor av annat fabrikat.



# STARTALTERNATIV för växelströmsmotorer

*Det är din uppgift att förklara och komma med goda råd när kunden har frågor om olika startalternativ.*



## Påverkande faktorer

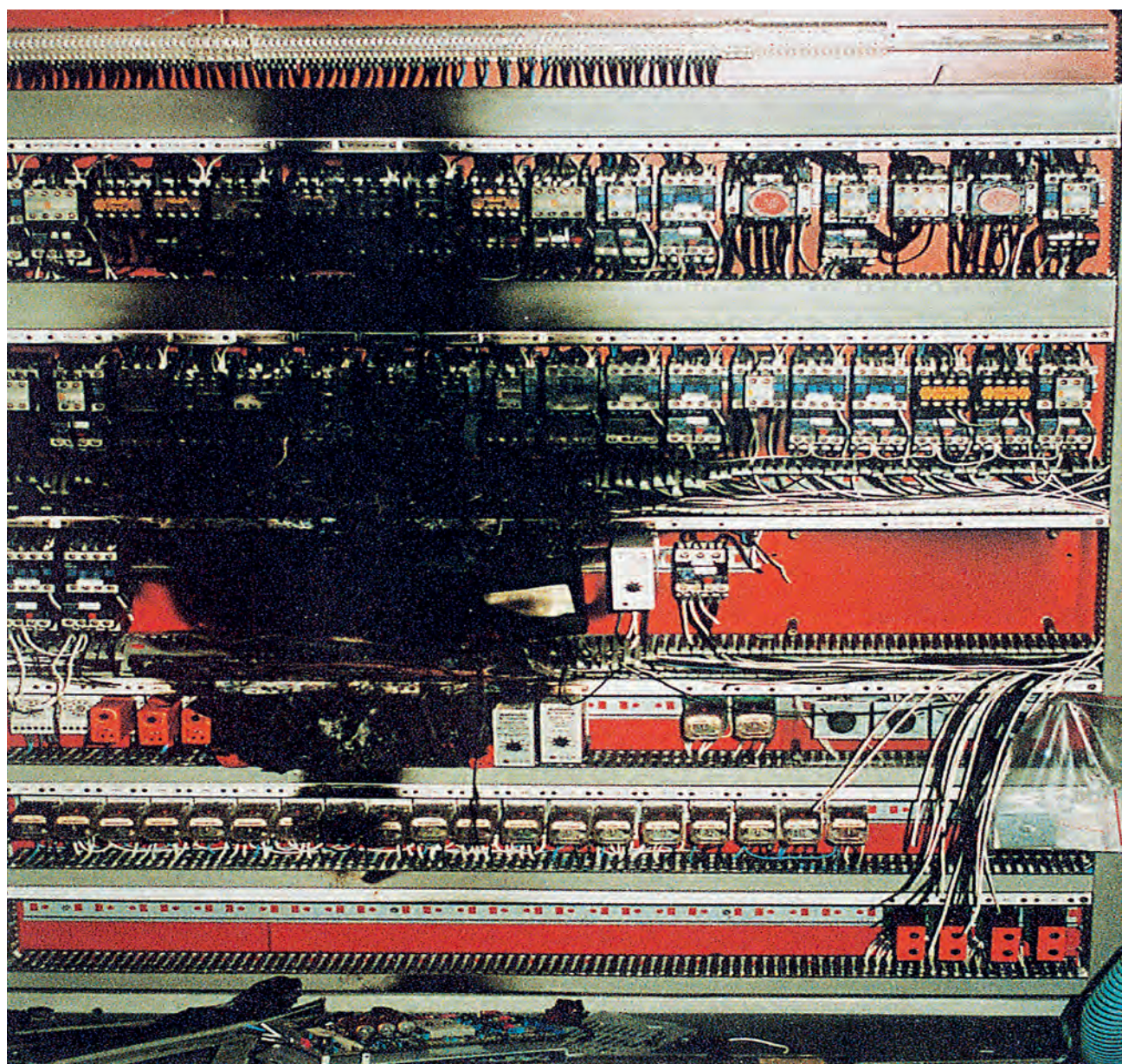
Det finns många olika sätt att starta motorer på. I egenskap av fackman är det oftast du som kommer att ge kunden yrkesmässiga råd om start- och motoralternativ. Faktorer som spelar in när du väljer startmetod är:

- Tillgången på elkraft (klarar anläggningen den nya motorns förbrukning?)
- Startmomentet på din motor (hur mycket kraft krävs i startögonblicket?)
- Elleverantörens krav
- Ekonomin
- Säkerheten



# MOTORER installeras med ansvar

*Det är som allt annat inom elinstallation, det får inte bli fel!*



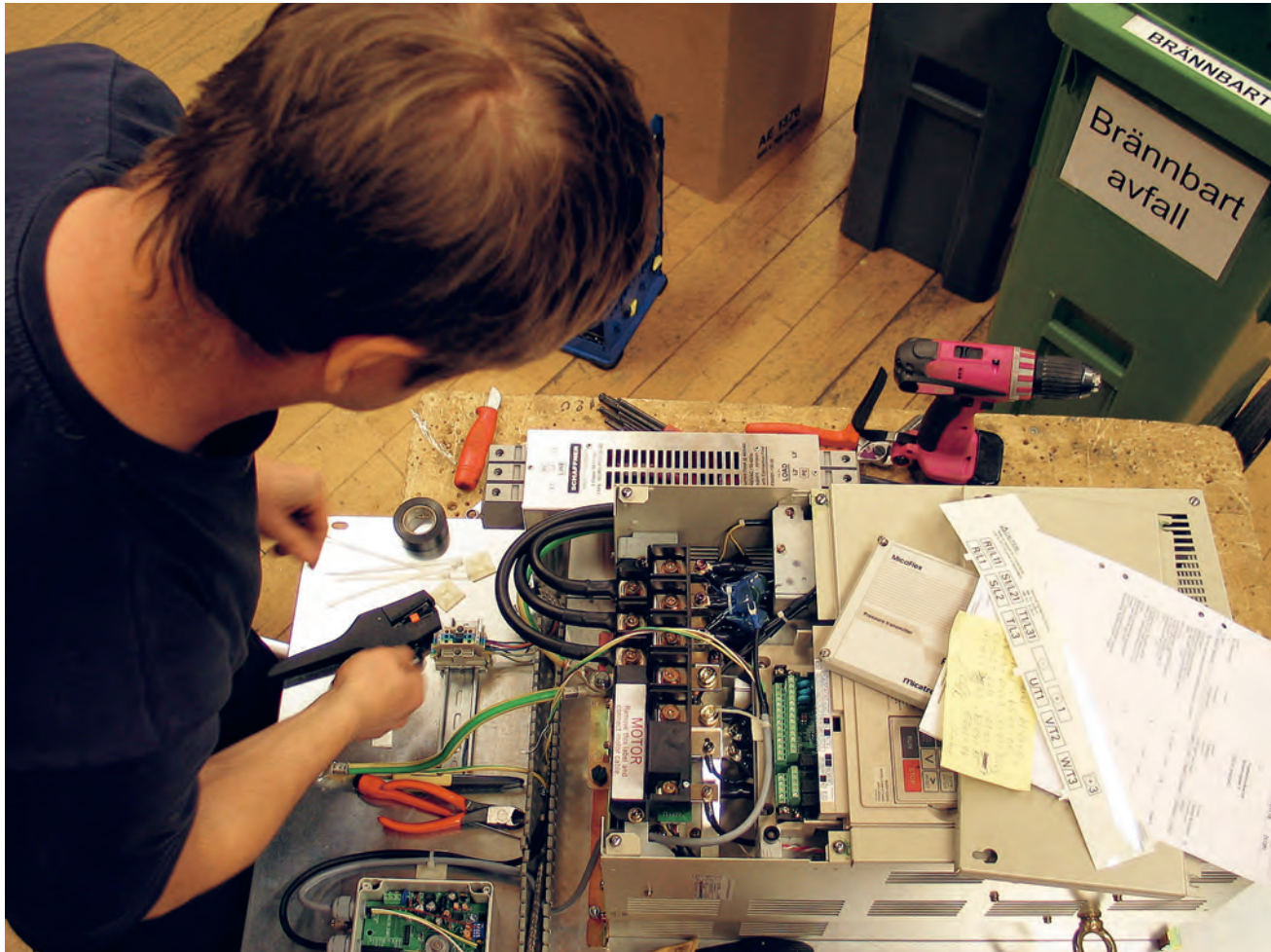
## **Ansvarsfördelning**

I de inledande kapitlen har vi behandlat kretsscheman och asynkronmotorn och du har fått börja koppla motorer i de inledande arbetsövningarna. Övningarna har inledningsvis varit styrda i fråga om materialval, arbetssätt och märkning.



# SKÅPSBYGGNAD

*Ett skåp med styrutrustning kan köpas färdigt eller byggas.*



## Apparatskåp

En styrutrustning kan placeras i en central, i ett separat apparatskåp eller i en mindre så kallad normlåda.

Det är behovet av lämplig och praktisk placering för användaren, kraven på kapslingsklass och eventuella EMC-krav som avgör om styrutrustningen ska byggas in i ett fristående apparatskåp (kapsling) eller ingå som en av »lådorna« i en stor centralkombination. Detta kapitel behandlar de speciella regler och metoder som du måste känna till om du ska bygga eller komplettera ett apparatskåp.

**EMC = elektromagnetisk kompatibilitet.**

Med detta menas en elektrisk eller elektronisk apparats förmåga att inte avge, eller störas av, elektromagnetiska fält.





# LIKSTRÖMSMOTORN

*Likströmsmotor från 1930.*

*Det var med likströmsmotorn som det hela började ...*



## Användningsområden för likströmsmotorer

Likströmsmotorer är generellt sett ovanliga men i vissa speciella miljöer mycket vanliga. Oftast matas DC-motorerna i industriell miljö från växelspänningsnätet via strömriktare. DC-motorer kan även finnas som batteridrivna småmotorer i leksaker och hushållsutrustningar eller i batteridrivna fordon som truckar och elbilar.

## Olika typer av likströmsmotorer

Det finns en mängd olika DC-motorer:

- separatmagnetiserad
- permanentmagnetiserad
- shuntmagnetiserad
- seriemagnetiserad
- borstlös likströmsmotor

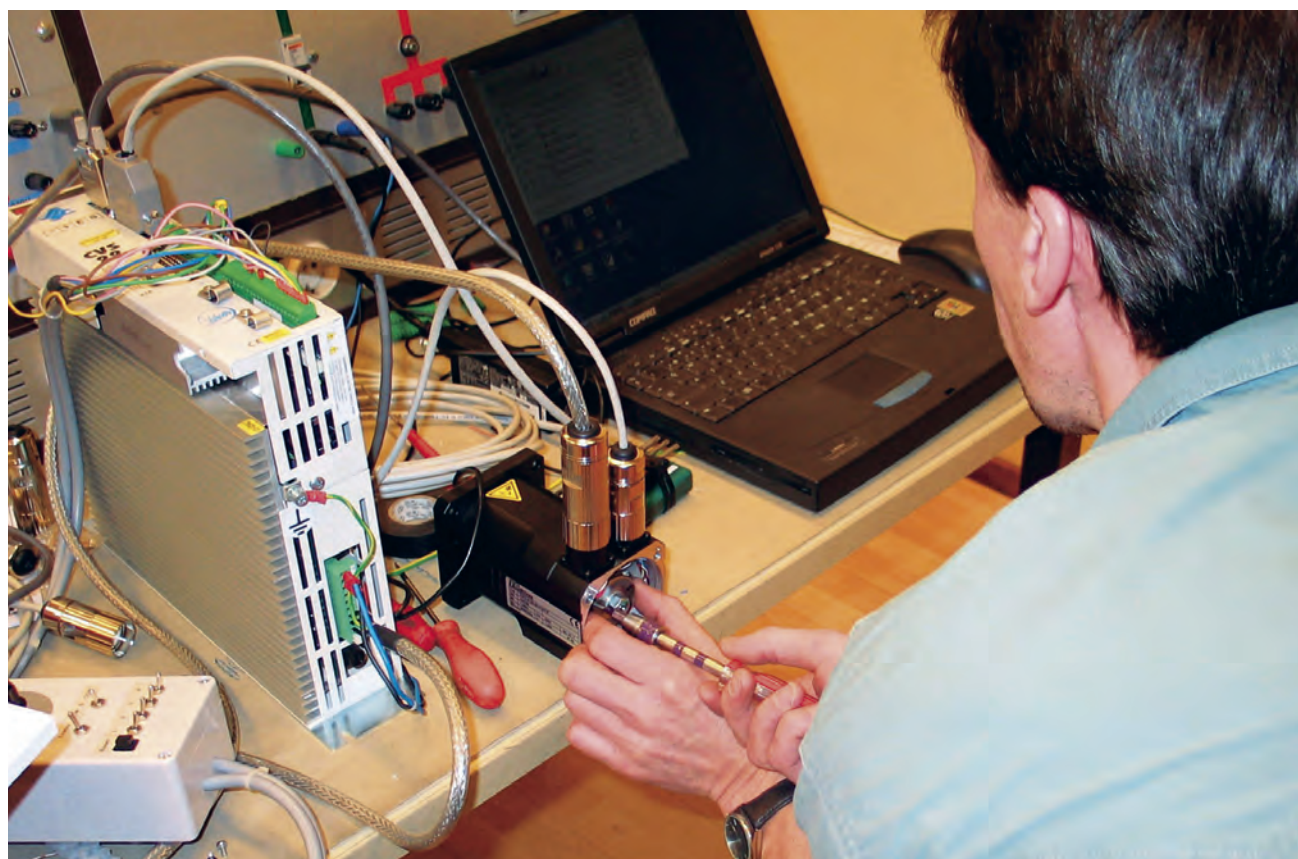
Likströmsmotor = DC-motor.

Växelspänningsmotor = AC-motor



# SERVOMOTORER, specialmotorer och bromssystem

*Det finns alternativ till asynkronmotorn!*



## Grundtyper

Elektriska motorer finns i ett flertal grundtyper. Dessa skiljer sig åt när det gäller:

- Matning: Lik- eller växelströmsmatade.
- Rörelse: Roterande motorer eller motorer som »går« linjärt.
- Kommutering: Mekaniskt (»borstar«) eller elektronisk kommutering.
- Magnetisering: Elektriskt eller med permanenta magneter.

# FELSÖKNING och underhåll

*Trots att motorval, startval och installationen varit perfekt snurrar det inte i all evighet!*



## Felsökningsmetodik

Den snabbaste vägen vid felsökning är att arbeta lugnt och sansat efter ett metodiskt mönster. Det finns ett ordspråk: »Genvägar äro senvägar« detta stämmer många gånger inom felsökning.

Det är alltid en fördel att veta hur anläggningen fungerar i normalfall. Det kan i regel de personer som arbetar vid maskinen upplysa dig om. Fråga gärna om felet uppstått innan, och vad som då i så fall var fel. Komplettera sedan med informationen från maskinens dokumentation.

Vilken felsökning du än utför så gäller det att hålla sig lugn och tänka logiskt.



# MOTORSTYRNING

## FAKTABOK

Läromedlet Motorstyrning riktar sig till både yrkesverksamma elektriker och utbildning inom gymnasieskola och vuxenutbildning. Läromedlet består av faktabok och en övningsbok som behandlar följande områden:

- Motorstyrning, en teknik i förändring
- Schema, schemaläsningens grunder
- Växel- och likströmsmotorer
- Specialmotorer och bromsanordningar
- Produkter inom motorstyrning
- Startalternativ vid motordrift
- Ansvarsfrågor kring motorinstallationer
- Maskinsäkerhet
- Felsökning och underhåll

Paul Håkansson's utgivning, numera i egen regi, består av nedanstående läromedel med tillhörande arbetsmaterial.

Elektromekanik, Elkraftteknik, Elinstallation – Yrkesmannaskap, Faktabok och Montörshandbok, Motorstyrning samt Kommunikationsteknik, Faktabok och Installationshandbok.



Elektromekanik  
Faktabok



Elkraftteknik  
Faktabok



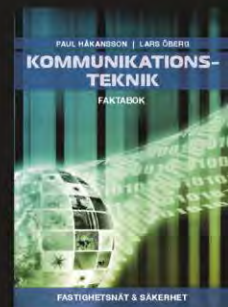
Elinstallation  
Faktabok



Elinstallation  
Montörshandbok



Motorstyrning  
Faktabok



Kommunikationsteknik  
Faktabok



Kommunikationsteknik  
Installationshandbok

**PEALLKONSULT**

Pedagogik och El-Teleteknik

