

GÖTEBORGS UNIVERSITETSBIKLIOTEK



100164 9001



äroplan
61a



Biblioteket i Mölndal

Läroplan för gymnasieskolan

Lgy⁷⁰

Ellära

fyraårig teknisk linje



Supplement 53

SKOLÖVERSTYRELSEN 1978

Föreliggande supplement i ellära på fyraårig teknisk linje skall tillämpas senast fr o m läsåret 1979/80 och ersätter sidorna 160–165 i Lgy 70:II Supplement 3- och 4-åriga linjer.

54. Kurs för yrkesverksamma inom trav- och galoppssport (specialkurs)
Art nr 40-70183-2
53. Ellära, fyraårig teknisk linje
Art nr 40-70182-4
52. Filosofi
Art nr 40-70181-6
51. Kurs i Skogsbruk för kombinerade jord- och skogsbruksföretag
Art nr 40-70122-0
50. Skogsbruk – grundutbildning 40 veckor (specialkurs)
Art nr 40-70121-2
49. Kemitekniska ämnen fyraårig teknisk linje
Art nr 40-70088-7
48. Psykologi
Art nr 40-70180-8
47. Utbildning till fotvårdsspecialist (specialkurs)
Art nr 40-70082-8
46. Utbildning till barnskötare inom barnomsorgs- och allmän fritidsverksamhet (specialkurs)
Art nr 40-70080-1
45. Påbyggnadskurs för vård av nyfödda barn och sjuka barn (specialkurs)
Art nr 40-70079-8
44. Påbyggnadskurs för arbete bland barn och ungdomar med särskilda behov (specialkurs)
Art nr 40-70077-1
43. Påbyggnadskurs för omsorger om psykiskt utvecklingsstörda (specialkurs)
Art nr 40-70076-3
42. Grundkurs för omsorger om psykiskt utvecklingsstörda (specialkurs)
Art nr 40-70075-5
41. Kemi, treårig naturvetenskaplig linje och fyraårig teknisk linje
Art nr 40-70057-7
40. Religionskunskap
Art nr 40-70043-7
39. Kurs i skogsbruk – arbetsledning vid beståndsanläggning (specialkurs)
Art nr 40-70039-9
38. Samhällskunskap
Art nr 40-70021-6
37. Elteknik Ma, fyraårig teknisk linje
Art nr 40-70007-0
36. Elektronik, fyraårig teknisk linje
Art nr 47-71675-5
35. Kompletteringskurs i läkemedelsadministrering för skötare i psykiatrisk vård (specialkurs)
Art nr 47-71273-4
34. Jordbruk - grundutbildning 40 veckor (specialkurs)
Art nr 47-71270-8
33. Kompletteringskurs i läkemedelsadministrering för undersköterskor (specialkurs)
Art nr 47-71269-4
32. Fysik, treårig naturvetenskaplig linje och fyraårig teknisk linje
Art nr 47-71253-8
31. Reglerteknik EI, fyraårig teknisk linje
Art nr 47-71252-X
30. Utbildning för vårdbiträden med yrkeserfarenhet inom sjukvård och social service (specialkurs)
Art nr 47-71202-3
29. Utbildning till vårdbiträde inom sjukvård och social service (specialkurs)
Art nr 47-71201-5
28. Teckning. Teckning, estetisk specialisering
Art nr 47-71084-5
27. Elmaskiner, fyraårig teknisk linje
Art nr 47-71085-3
26. Utbildning för tandsköterskor i fluorprofylax och professionell tandrengöring (specialkurs)
Art nr 47-71086-1
25. Grundkurs i sjukvård för ambulanspersonal (specialkurs)
Art nr 47-71083-7
24. Kurs för utbildning till barnskötare och dagbarnvårdare inom förskolverksamhet bland barn, 0-7 år (specialkurs)
Art nr 47-70936-7
23. Kurs för utbildning till barnskötare inom förskol- och fritidsverksamhet för barn, 0-12 år (specialkurs)
Art nr 47-70935-9
22. Svenska för tre- och fyraåriga linjer
Art nr 47-02003-2
21. Kurs för utbildning av tandhygienister (specialkurs)
Art nr 47-70862-X
20. Utbildning för tandsköterskor i information och instruktion av munhygieniska åtgärder (specialkurs)
Art nr 47-70861-1
19. Kurs för utbildning av fotopersonal (specialkurs)
Art nr 47-70855-7
18. Hemteknisk kurs (specialkurs)
Art nr 47-70849-2
17. Vårdlinje
Art nr 47-85148-1
- 3-årig kurs för utbildning av frisörer (specialkurs)
Art nr 47-00199-2
- 3-årig, E, H, N och S linje samt 4-årig T linje
Art nr 47-85150-3
- Verkstadsteknisk linje
Art nr 47-85146-5
- Träteknisk linje
Art nr 47-85144-9
- Skogsbrukslinje
Art nr 47-85142-2
- Processteknisk linje
Art nr 47-85140-6
- Livsmedelsteknisk linje
Art nr 47-85138-4
- Konsumtionslinje
Art nr 47-85136-8
- Jordbrukslinje
Art nr 47-85134-1
- Fordonsteknisk linje
Art nr 47-85132-5
- EI-teleteknisk linje
Art nr 47-85130-9
- Distributions- och kontorslinje
Art nr 47-85128-7
- Bygg- och anläggningsteknisk linje
Art nr 47-85126-0
- Beklädnadsteknisk linje
Art nr 47-85124-4
- Arbetslivsorientering
Art nr 47-85158-9
- 2-årig ekonomisk, social och teknisk linje
Art nr 47-85122-8

Lgyll

Läroplan för gymnasieskolan

SKOLEN
BOKSÄLJNING
BOKSÄLJNING

SKOLOVERSTYRELSEN

Liber UtbildningsFörlaget Stockholm

Supplement 53

Fastställt 1978-11-02

Dnr S 77:3423

Nr S 3 78:5



Ellära
fyraårig teknisk linje

Liber UtbildningsFörlaget
162 89 VÄLLINGBY

Separata exemplar kan beställas genom
Liber distribution
Läromedelsorder
162 89 VÄLLINGBY

I förlagets distribution ingår supplementet
även i de abonnemang som omfattar tryckta
läroplanssupplement för landstings-
kommunala specialkurser och högre special-
kurser. Abbonemang kan tecknas hos
Liber distribution
Prenumerationsorder
162 89 VÄLLINGBY

Förord

Läroplanen för gymnasieskolan (Lgy 70) består av en allmän del (del I) som är gemensam för samtliga linjer, samt av supplement (del II) för skilda linjer och ämnen.

Den allmänna delen (del I) innehåller av Kungl Maj: t fastställda mål och riktlinjer, tim- och kursplaner (mål och huvudmoment i enskilda ämnen) samt av SÖ utfärdade allmänna anvisningar för gymnasieskolans verksamhet.

Supplementdelen (del II) återger tim- och kursplaner (mål och huvudmoment), fogar till dessa i förekommande fall delmoment och årskursfördelningar samt ger allmänna riktlinjer för undervisningens bedrivande i de olika ämnena.

Föreliggande supplement i ellära på fyraårig teknisk linje skall tillämpas senast från och med läsåret 1979/80 och ersätter sidorna 160–165 i Lgy 70: II Supplement 3- och 4-åriga linjer. SÖ ger separat ut ett planeringsunderlag avsett att underlätta planeringen av undervisningen i ämnet.

SÖ avser att efter hand revidera och komplettera supplementen med hänsyn till erfarenheterna vid läroplanens tillämpning. Det är därför angeläget att sådana erfarenheter meddelas SÖ.

Stockholm den 2 november 1978

Skolöverstyrelsen

MÅL OCH HUVUDMOMENT

MÅL

Eleven skall genom undervisningen i ellära

öka sin kunskap om elektriska och magnetiska fält,

förvärva förmågan att solvea elektriska nät,

skaffa sig kunskap om viktigare elektriska mätinstrument och mätmetoder samt

utveckla färdigheten att utföra laborativt arbete och förmågan att kritiskt bedöma erhållna mätresultat.

HUVUDMOMENT

Likströmskretsar

Magnetiska fält

Elektriska fält

Växelströmskretsar

Mätteknik

ANVISNINGAR OCH KOMMENTARER

HUVUDMOMENT MED DELMOMENT

Likströmskretsar

Elektrisk laddning, ström, spänning, potential, källspänning (emk), effekt och energi.

Ohms lag, resistans och resistivitet.

Kirchhoffs lagar. Referensriktning för ström och referenspolaritet för spänning. Kopplingsschema och beräkningschema.

Tvåpoler, linjära och olinjära. Tvåpolssatsen och effektanpassning.

Superpositionssatsen.

Nätanalys.

Växelskretsar

Beskrivning av växelförlopp. Karaktäriserande storheter.

Medelvärden.

Visarrepresentation. Fasdifferens. Addition av sinusformade storheter.

De fundamentala tvåpolernas visar-diagram. Systematisk visar-diagramteknik.

Komplex representation av sinusformade storheter.

Den komplexa metoden. Impedans, resistans och reaktans. Nät-analys. Resonans. Växelskretsbryggor.

Effekt: momentaneffekt, medeleffekt, skenbar, aktiv och reaktiv effekt. Effektfaktorn. Additionsteorem för aktiva och reaktiva effekter. Faskompensering. Effektanpassning.

Symmetriska trefasssystem.

Magnetiska fält

Källor för magnetfält.

Magnetisk kraftverkan och magnetisk flödestäthet. Magnetiskt flöde. Permeabiliteten för fria rymden.

Biot-Savarts regel. Superposition av magnetfält.

Amperes lag. Magnetisk fältstyrka.

Elektromagnetisk induktion. Lenz' lag. Virvelströmsförluster. Induktans.

Ferromagnetism. Permeabilitet. Magnetiska kretsar. μ_{mk} och reluktans. Hysteresförluster.

Magnetisk energi.

In- och urkoppling av spole i likströmskrets.

Elektriska fält

Elektrostatisk kraftverkan och elektrisk fältstyrka. Kapacitiviteten för fria rymden.

Elektriskt fält från en punktladdning. Superposition av elektriska fält.

Spänning och potential i ett elektriskt fält.

Kapacitans. Kondensatorer och kondensatorkopplingar.

Egenskaper hos dielektrikum. Elektrisk flödestäthet och flöde. Kapacitivitet.

Elektrostatisk energi.

Upp- och urladdning av kondensator.

Mätteknik

Arbetsplatsens miljöfrågor.

Enheter och enhetssystem. Normaler.

Instrumentprinciper och instrumentegenskaper.

Mätnoggrannhet. Feluppskattning.

Mätmetoder. Kopplingsteknik. Störningar. Säkerhetsaspekter.

Skriftliga redogörelser.

ALLMÄNNA SYNPUNKTER

Synpunkter på ämnesstoffet

Ellära är grundläggande ämne för de båda eltekniska varianterna i åk 4. Ämnet skall vara tekniskt inriktat och anpassat till de krav som de tillämpade ämnena ställer. Detta innebär att elläran skall ge eleverna förståelse för grundläggande eltekniska samband, förmåga att analysera elektriska nät samt kunskap om och erfarenheter av elektriska mätmetoder och instrument.

Delmomentet "arbetsplatsens miljöfrågor" ingår under huvudmomentet "mätteknik" men äger i tillämpliga delar giltighet under alla huvudmoment för att tillgodose säkerhet för person och materiel.

Kursen i ellära innehåller ett omfattande stoff. Nödvändigt är att samtliga elever arbetar med de grundläggande delarna inom kursens samtliga huvudmoment. För att hinna detta krävs en noggrann planering. Som hjälp vid denna kan det av SÖ separat utgivna planeringsunderlaget användas. I planeringsunderlaget ges detaljerade anvisningar om vad som kan anses vara en baskurs i ellära. De baskunskaper och basfärdigheter som varje elev bör behärska återfinns på nivåerna 1 och 2. På nivå 3 och bland de valfria momenten ges förslag till fördjupningar varvid momenten på nivå 3 är att anse som mer angelägna än de valfria momenten.

I planeringsunderlaget är ämnesstoffet indelat i fyra etapper. Dessa är innehållsmässigt så anpassade att de kan utgöra avgränsningar för de fyra obligatoriska skriftliga prov som enligt SÖ:s kommentar till skolförordningen 8 kap 39 § skall förekomma. Under förutsättning att planeringsunderlaget delats ut

till eleverna kan nivågrupperingen utnyttjas vid provkonstruktionerna. Förslag till formler som kan ingå i en formelsamling ges också i planeringsunderlaget.

I läroplanssupplementet ges inga förslag till laborationer. Dessa bör utformas med hänsyn till den egna planeringen och de resurser som står till förfogande. Planeringsunderlagets beskrivningar av laborativa grundmoment kan tjäna som en vägledning.

Metodiska kommentarer

Allmänt gäller att normenliga enheter och benämningar skall användas. Det är angeläget att underlätta inläringen och begreppsbildningen genom val av pedagogiskt lämpliga beteckningar och grafiska symboler. Normerna skall även i detta avseende följas så mycket som möjligt. Dock har normerna ur pedagogisk synpunkt vissa brister. Exempelvis saknas symboler för ideala komponenter.

Komponenters elektriska egenskaper i ett aktuellt sammanhang åskådliggörs med ett beräkningsschema (ersättningsschema) uppbyggt av ideala komponenter. Detta är ett naturligt sätt att införa modeller för analys av elektriska kopplingar. Stor omsorg ägnas definition och diskussion av skillnaden mellan en storhets fysikaliska riktning (alternativt fysikaliska polaritet) och en vald referensriktning (alternativt vald referenspolaritet) för storheten. Därför måste man tidigt i kursen införa och markera referensriktningar och referenspolariteter i figurer och beräkningsscheman.

Det är viktigt att eleverna får arbeta så självständigt som möjligt. Erfarenheten visar emellertid att flertalet av delmomenten kräver en ganska omfattande lärarledd genomgång. Viss försiktighet förordas därför med betingsläsning eftersom många elever har svårigheter med begreppsbildningen.

Många delmoment lämpar sig för experiment och demonstrationer. Experiment som belyser grundläggande fenomen har eleven upplevt i fysikundervisningen. I sådana fall kan det som repetition vara tillfyllest att ersätta experimenten med bilder och resonemang kring försöken.

De mättekniska delmomenten skall, då de inte knyts direkt till laborationerna, integreras med övriga moment. Lämpligt är dock att vid slutet av en etapp eller termin göra en kortfattad, samlad repetition av genomgångna mättekniska moment.

Laborationerna ägnas stor uppmärksamhet. Utformningen bör vara sådan att eleverna blir förtrogna med olika instrument och mätmetoder att mäta elektriska och magnetiska storheter. Eleverna skall ges tillfälle att träna god kopplingsteknik. Enstaka laborationer kan syfta till att finna eller verifiera

ett samband. Laborationerna bör omfatta tre lektionstimmar. Omväxlande kan eleverna få dels detaljerade laborations-PM, dels enkla, praktiska mätuppgifter utan instruktioner.

Bearbetning och redovisning av utförda mätningar bör ske genom redogörelser. Kraven på dessa bör vara desamma som dem som ställs på skriftliga redogörelser i elevernas kommande, praktiska verksamhet. Ofta kan det vara på sin plats att som hjälpmedel vid bearbetningen av erhållna mätvärden använda dator, kalkylator, programmerbar miniräknare etc. Sådan direkt bearbetning av mätresultat (färdiga program) kan bli avslöjande grova mätfel och tjäna som facit för elevernas kommande bearbetning av erhållna mätvärden.

För att anpassa laborationsarbetet till elevernas (gruppernas) olika prestationsförmåga kan det vara lämpligt att till en jämförelsevis begränsad, grundläggande uppgift lägga en eller flera frivilliga uppgifter, eventuellt med större svårighetsgrad. På så sätt ökar möjligheterna för många elever att genomföra en laboration och redovisa mätresultaten utan att finna den förelagda uppgiften alltför svår.

I samband med laborationen men självfallet även i andra sammanhang är det angeläget att uppmärksamma eleverna på riskmoment och att skapa respekt för föreskrifter och anvisningar gällande för laboratorier och andra arbetsplatser med elinriktad verksamhet. Allmänna ordnings- och säkerhetsföreskrifter vid laborationer bör utdelas och genomgås.

Provskrivningar (redovisningar) bör utformas så att flera uppgifter ges med beskrivande text. Mättekniska moment bör ingå. Även elevernas laborativa förmåga skall bedömas.

I samband med proven är det aktuellt med en formelsamling. Det är emellertid viktigt att eleverna genom det kontinuerliga arbetet med ellära automatiskt får en sådan säkerhet att de grundläggande sambanden ej behöver medtas i formelsamlingen.

Miniräknarnas införande har medfört att tiden för den numeriska behandlingen av räkneuppgifter har minskat. Detta bör kunna medföra att mer tid läggs ner dels på begreppsbyggnad, dels på flera och siffermässigt mer realistiska övningsuppgifter. I detta sammanhang bör observeras att formler och traditionella räknetekniker i en del fall kan modifieras så att de bättre ansluter till miniräknarnas möjligheter.

Utrustning

Normalutrustningslista i ellära och elektronik årskurs 3 fastställdes av SÖ 1977-07-04 och har dnr S 76:3394.

Samverkan

Ämnet ellära är bl a en kombination av fysik och matematik varför samverkan med dessa ämnen är en nödvändighet.

För att hinna med ellärans alla moment måste man utnyttja elevernas kunskaper från fysikens åk 2. Samverkan bör utgå från att lärarna i fysik och ellära har god kännedom om varandras kurser. Viktigt är att nomenklatur och symboler samordnas i de båda ämnena.

Mellan matematiken och elläran finns många beröringspunkter. Samverkan bör utformas så att ämnena stöder varandra. Speciellt momenten innehållande medelvärdesbildning, komplexa tal och differentialekvationer (RL- och RC-kretsar) är lämpliga ur samordningssynpunkt. Man bör i undervisningen i ellära eftersträva att vid matematiska lösningar använda matematiskt korrekta uttrycksätt och metoder.

Gränsdragningen mellan elektroniken och elläran i åk 3 framgår av respektive läroplaner. Allmänt gäller att analysmetoderna studeras i elläran och tillämpas i elektroniken. Samverkan underlättas om elektroniken koncentrationsläses på vårterminen i åk 3.

Gränsdragningen mot fackämnena i årskurs 4 liksom avvägningen mellan olika kursmoment bör diskuteras med lärarna i fackämnena. Speciellt bör detta uppmärksammas i de fall då undervisningen i åk 3 och åk 4 bedrivs vid olika skolenheter.

För att samverkan skall fungera tillfredsställande bör lärarna i samma klass diskutera kursuppläggingarna i de aktuella ämnena med varandra. En fördel ur samverkanssynpunkt är ofta om man kan ordna så att samma lärare undervisar i två av ämnena, exempelvis ellära och matematik eller ellära och elektronik.

KOMMENTARER TILL DELMOMENTEN

Nedan angivna delmoment beskriver de baskunskaper och basfärdigheter som varje elev bör behärska.

Delmomenten nedan, med undantag för dem inom huvudmomentet mätteknik, är placerade i en metodiskt lämplig ordningsföljd. Det är naturligtvis inget som hindrar att ordningen omkastas eller att samhörande moment läses parallellt. Speciellt kan detta vara lämpligt vid behandlingen av vissa delmoment inom elstatiken och magnetismen. För mättekniken gäller att momenten fördelas lämpligt på lektions- respektive laborationstid.

Ämnet ellära omfattar sju veckotimmar. Nettoantalet lektioner kan därför beräknas till cirka $32 \times 7 = 224$. Det för huvudmomen-

ten nedan totalt angivna antalet lektioner är 210 varför cirka 14 lektioner utgör reservtid. De angivna tiderna innefattar tid för laborationer.

Likströmskretsar (45 lektioner)

Storheterna elektrisk laddning, ström, spänning, potential, källspänning (emk), effekt och energi är fundamentala för el-läran. De har tidigare införts i fysik- och kemikurserna. Undervisningen i ellära skall fördjupa förståelsen för dessa begrepp och klarlägga sambanden mellan dem.

Storheten strömtäthet införs. Ohms lag repeteras och anknyts till definitionen av linjär resistans. Storheterna konduktans och konduktivitet införs. I anslutning till olika materials klassificering som ledare, halvledare eller isolator diskuteras resistiviteten liksom dess temperaturberoende. NTC- respektive PTC-resistorer kan omnämnas.

Den fysikaliska bakgrunden till Kirchhoffs lagar betonas. De Kirchhoffska lagarna tillämpas på enkla kretsar. Begreppen referensriktning och referenspolaritet har oftast ej behandlats i fysikkursen där man normalt arbetar med storheternas fysikaliska riktningar (alternativt fysikaliska polariteter). Beräkningar gällande elektriska kretsar (spänningar, strömmar, effekter) kräver emellertid ett konsekvent utnyttjande av referenser.

Tvåpolers egenskaper definieras i anslutning till deras karaktäristikor (ström-spänningsgrafer). Begreppen elenergikälla och elenergiförbrukare införs. Med utgångspunkt i karaktäristiken klassificeras en tvåpol som linjär eller olinjär samt aktiv eller passiv. Fortsättningsvis definieras tre linjära komponenter för beräkningsscheman: ideal resistor, ideal spänningsgenerator och ideal strömgenerator. I samband med den senare introduceras begreppet källström.

Tvåpolssatsen formuleras och dess användning ges stort utrymme: bestämning av en enstaka ström eller spänning i ett nät, effektanpassning, linjärt nät belastat av en olinjär komponent. Exempel hämtas från tillämpningsämnena, t ex kretsar med halvledardioder eller varistorer.

Vid kretsanalys betonas vikten av ett systematiskt tillvägagångssätt: beräkningsschema - referenser - ekvationer. Följande metoder behandlas: resistansreduktioner, strömgrening, spänningsdelning, successiva tvåpolsomvandlingar, superpositionssatsen och Maxwells metoder. Störst vikt läggs vid resistansreduktioner, strömgrening, spänningsdelning och successiva tvåpolsomvandlingar. Metoderna tillämpas på kretsar med olika svårighetsgrad. Behandlingen av kretsar med superpositionssatsen bör främst avse att introducera ett betraktelsesätt.

Användningen av datorer har aktualiserat Maxwells metoder. Vid behandlingen av metoderna läggs vikten vid att i uppenbara fall välja rätt metod samt att kunna skriva upp ekvationerna. Eleverna kan motiveras för detta genom att man demonstrerar lösningen av ett större problem med dator om sådan finns. Färdiga program används. Även övriga analysmetoder och sättsatser kan med fördel belysas med hjälp av datorberäkningar, gärna i kombination med mätningar på uppkopplade modeller.

Växelströmskretsar (70 lektioner)

Karaktäriserande storheter för ett allmänt växelförlopp genomgås.

I många sammanhang är det ej nödvändigt med en fullständig beskrivning av en växelstorhets tidvariation (grafiskt eller analytiskt). Det räcker då med ett representativt värde, någon typ av medelvärde, knutet till den fysikaliska verkan som är aktuell. Stor omsorg bör därför ägnas åt den generella definitionen av begreppet medelvärde för ett periodiskt förlopp. Med utgångspunkt i detta definieras de tre för ström och spänning karaktäriserande storheterna medelvärde, medelbelopp och effektivvärde. Exempel kan hämtas från mättekniken: vridspoleinstrument, likriktarinstrument samt effektivvärdeskännande instrument (vridjärnsinstrument, termoinstrument etc).

Hur sinusformade storheter kan representeras med roterande visare demonstreras. Eleverna har tidigare mött denna teknik i fysikkursen. För ellärans del är det viktigt att framhålla kopplingen mellan momentanvärdesuttryck, tidgraf och visare. Som grund för visardiagramtekniken demonstreras och bevisas att summan av två sinusstorheter med samma frekvens kan bestämmas genom addition av motsvarande visare. Fasdifferensen definieras. För att ge ett entydigt tecken åt fasdifferensens tecken kan denna anges med dubbla index. Begreppen ligga före i fas och ligga efter i fas samt ligga i fas med och ligga i motfas med införs.

I samband med genomgången av de fundamentala tvåpolernas visardiagram betonas betydelsen av referenser för spänning och ström. Vid konstruktion av visardiagram för mer sammansatta kretsar är den systematiska arbetsgången: beräkningsschema, referensval, kretsekvationer och uppritning av diagram. För en seriekrets ritas visaren för strömmen först och för en parallellkrets visaren för spänningen först. Om mätningar i diagrammen skall göras anges skalor. Normalt behandlas endast enkla kretsar med visardiagram men även ett något mer omfattande exempel bör demonstreras. Balansen i en växelströmsbrygga kan exempelvis illustreras med visardiagram.

Komplex representation införs i anslutning till den roterande visaren. Momentanvärdesuttrycket identifieras som imaginärdelen

av motsvarande komplexa storhet. Komplex impedans för en tvåpol definieras som kvoten av tvåpolens komplexa spänning och ström. Tvåpolens resistans definieras som den komplexa impedansens realdel och dess reaktans som den komplexa impedansens imaginär-del. Även storheten komplex admittans definieras. Ekvivalens mellan serie- och parallellkretsar diskuteras. Vid kretsanalys med den komplexa metoden utnyttjas de från likströmsläran kända metoderna.

Begreppet resonans i en tvåpol definieras som det tillstånd då ström och spänning ligger i fas med varandra. Resonans i serie- respektive parallellkretsar behandlas och därvid omnämns utnyttjandet av kretsarnas frekvensselektivitet. Beräkningarna kompletteras med visardiagram som belyser kretsarnas funktioner. Godhetstal och bandbredd kan omnämnas. Bestämning av växelströmsbryggor balansvillkor utförs med hjälp av den komplexa metoden.

Behandlingen av växelströmseffekt inleds med studium av den i en tvåpol utvecklade momentaneffekten. Tolkningen av positiv respektive negativ momentaneffekt knyts till valda referenser för spänning och ström så att det klarläggs när tvåpolen är fysikaliskt elenergiupptagande respektive -avgivande. Momentaneffektens medelvärde, medeleffekten, definieras och beräknas för några enkla kurvformer. Vid sinusformad ström och spänning införs begreppen aktiv, reaktiv och skenbar effekt samt effektfaktorn. Additionssatserna för aktiva och reaktiva effekter tillämpas på enkla nät. Faskompensering behandlas. Effektanpassning omnämns.

Karaktäriserande storheter och begrepp för symmetriska trefas-system införs. I övrigt bör behandlingen av trefasystemen uppfattas som tillämpningsövningar på tidigare genomgångna behandlingsmetoder.

Magnetiska fält (35 lektioner)

Växelverkan i form av ömsesidig kraftpåverkan magnet - magnet, magnet - strömbana och strömbana - strömbana diskuteras. Som resultat av diskussionen fastslås att kraftverkan är av magnetisk natur och att magnetfält alstras av makroskopiska eller mikroskopiska strömmar. Fältbegreppet diskuteras ingående.

Magnetisk flödestäthet definieras utgående från kraftverkan mellan två parallella raka strömbanor. I samband härmed utnyttjas definitionen av enheten l A för att definiera permeabiliteten för fria rymden. Uttrycket för kraftverkan på ett rakt strömförande ledarstycke i ett homogent magnetfält generaliseras, $F = I \cdot l \cdot B \cdot \sin \alpha$. Härur framtas uttrycket för ett magnetfälts kraftverkan på en laddning i rörelse. Som tillämpningsexempel kan omnämnas principerna för vrid-, korsspole- och elektrodynamiska instrument, roterande maskiner, krafter på samlingsskenor, magnetisk blåsning och ljusbågsvandring, elektromagnetisk pump, halleffekten etc.

Magnetiskt flöde genom en yta definieras.

Biot-Savarts regel presenteras som utgångspunkt för formler för beräkningar av flödestäthet (eller fältstyrka) i några praktiskt viktiga specialfall. Superpositionsprincipen används tillsammans med formlerna för beräkning av flödestätheten från sammansatta konfigurationer.

Utgående från det kända fältet från en rak ledare görs Amperes lag trolig. Det kan vara naturligt att införa storheten magnetisk fältstyrka som en storhet ingående i Amperes lag. Denna används som minnesregel för beräkning av fältet kring en rak lång ledare och för beräkning av flödestäthet och flöde hos en toroidspole.

Induktionsfenomenen kan introduceras utgående från kraftverkan på fria laddningar i en ledare som rör sig relativt ett magnetfält. Studierna kan därefter utvidgas att gälla en slinga som rör sig i ett magnetfält. Slutligen formuleras Faradays allmänna induktionslag $|e| = \left| N \cdot \frac{d\Phi}{dt} \right|$. Lenz' lag diskuteras noggrant och används för att bestämma den inducerade spänningens polaritet. Ett alternativt sätt att fastställa den inducerade spänningens polaritet är att införa samordnade referenser för flöde, inducerad spänning och ström och därefter formulera induktionslagen $e = -N \cdot \frac{d\Phi}{dt}$. Som exempel på induktionsfenomen kan diskuteras principerna för en ideal transformator samt virvelströmmar och virvelströmsförluster.

I anslutning till induktionslagen klargörs begreppen självinduktion och ömsesidig induktion varvid samtidigt självinduktans och ömsesidig induktans definieras. Beräkning av induktanser begränsas till enkla fall, exempelvis en tunn toroidspole.

Järnets magnetiska egenskaper presenteras. Nykurvan och kommuteringskurvan (magnetiseringskurvan) genomgås. Hysteres och hysteresförluster behandlas. Definitionen av permeabilitet knyts till magnetiseringskurvan. Den formella analogin mellan en magnetisk krets och en elektrisk krets genomgås varvid storheterna mmk och reluktans införs. Beräkningar utförs för enkla magnetiska kretsar. Vid icke-linjära kretsar begränsas beräkningarna till en seriekrets med luftgap varvid grafiska lösningsmetoder är lämpliga.

In- och urkopplingsförlopp i en RL-krets behandlas. I anslutning härtill klarläggs det magnetiska fältets energiinnehåll. Uttrycket för energitätheten i ett magnetiskt fält diskuteras.

Elektriska fält (15 lektioner)

Enbart elektrostatiska fält behandlas.

Kraftverkan enligt Coulombs lag tas som utgångspunkt för definitionen av elektrisk fältstyrka. Kapacitiviteten för fria rymden införs via proportionalitetskonstanten i Coulombs lag.

Begreppet punktladdning definieras. Fältet kring en punktladdning studeras. Superpositionsprincipen vid fältberäkningar belyses genom addition av fältvektorer från enstaka punktladdningar. Enkla fältbilder presenteras.

Spänningen definieras ur det arbete som fältet uträttar vid förflyttning av en provladdning i fältet (repetition av fysikkursens moment). Begreppen ekvipotentiallinje och ekvipotentialyta klarläggs varvid ortogonaliteten mellan fält- och ekvipotentiallinjer (ytor) betonas.

Fysikens diskussion om fältet i dielektrikum i en plattkondensator fördjupas varvid begreppen polarisation, elektriskt flöde och flödestäthet (laddningstäthet) införs. Spetsverkan diskuteras. Gauss' sats kan omnämnas.

Begreppet kapacitans definieras allmänt. Beräkning av kapacitans görs för en plan kondensator. Ersättningskapacitans för serie- och parallellkopplade kondensatorer bestäms. Kondensatorer med skiktade dielektrika behandlas som seriekopplingar av kondensatorer. Uppmärksamhet bör därvid ägnas fältstyrkeförhållandena i de olika skikten. Elektrisk hållfasthet berörs.

Upp- och urladdningsförlopp i en RC-krets ansluten till en likspänningskälla behandlas. I anslutning härtill klarläggs det elektriska fältets energiinnehåll. Uttrycket för energitätheten i ett elektriskt fält diskuteras.

Mätteknik (45 lektioner)

Betydelsen av att använda SI-systemets enheter understryks i samband med en repetition av systemets uppbyggnad. Behovet av normaler, primära och sekundära, diskuteras. Uppbyggnad och egenskaper hos spännings- och resistansnormaler (precisionsresistorer) behandlas.

Viktiga, gemensamma, normenliga begrepp för visande instrument såsom visning, mätvärde, märkvärde, skalfaktor och känslighet genomgås. Avläsnings- och visningsnoggrannhet diskuteras, varvid olika orsaker till felvisning och begränsning i användning berörs översiktligt. Begreppet noggrannhetsklass definieras och klassbeteckning införs. Korrektion definieras.

Vid presentation av en speciell elektrisk instrumenttyp kan följande disposition användas: Fysikalisk princip på vilken instrumentets funktion baseras, kortfattat åskådliggörande av den konstruktiva uppbyggnaden, visningsegenskaper och skalkarakter, strömart, beräkningsschema, egenförbrukning, frekvenssegenskaper, utökning av mätområde och normenlig symbol för mät-systemet.

Instrumenttyper, som bör presenteras på detta sätt är vridspole-instrument inklusive likriktarinstrument och termoinstrument, vridjärnsinstrument, elektrodynamiska instrument (som wattmeter). Universalinstrumentets allmänna elektriska uppbyggnad och mät-möjligheter presenteras.

Galvanometrars speciella egenskaper och användning kan behandlas.

Mättekniska principer som ligger till grund för konstruktionen av förstärkarinstrument, digitala instrument och oscilloskop genomgås. I övrigt behandlas dessa instrument endast med hänsyn till noggrannhet, egenförbrukning och frekvensegenskaper. Handhavandet övas vid laborationerna. Noggrannare genomgång av dessa instrumenttyper sker i ämnet elektronik.

Orsaker till den mätosäkerhet (det mätfel) som alltid existerar vid en mätning presenteras exempelvis under följande rubriker: apparat- och instrumentfel, fel på grund av inverkan från omgivningen, fel på grund av vald mätmetod, fel att hänföra till den mätande personen. Begreppen noggrannhet och precision införs.

Olika feltyper med hänsyn till sättet att uppträda vid mätningar kan anges: grova, systematiska och tillfälliga fel.

Möjligheter att korrigera för systematiska fel och därefter uppskatta de slumpmässiga felens inverkan diskuteras varvid begreppen absolut och relativt fel introduceras. Angivande av mätresultat med absolut och relativt maximalfel genomgås.

Uppskattning av den maximala osäkerheten vid indirekta mätningar (sammansatta fel, felfortplantning) behandlas vid renodlade fall som gäller bildande av summa, differens, produkt och kvot av storheter. Möjligheten att genom maximalfelsberäkning på förhand bedöma en vald metods och valda instruments inverkan på resultatet för en tilltänkt mätning bör uppmärksammas.

Anknytande till genomgången av instrumentens egenförbrukning diskuteras den inverkan inkopplingen av mätinstrument har på den ursprungliga kretsen och hur inkopplingen ger upphov till systematiska mätfel.

För likförlopp i fortvarighetstillstånd behandlas mätning av spänning, ström och effekt med direktvisande instrument. I anslutning härtill kan innebörden av direkta och indirekta mätningar klargöras. Vid effektmätning uppmärksammas den indirekta bestämningen genom mätning av spänning och ström.

Av metoder för resistansbestämning genomgås följande: voltampere-metermetoden, substitutionsmetoden, ohmmetern (ett användnings-sätt av universalinstrument), wheatstonebryggan, mätning med megger. Thomsonbryggan kan behandlas. De olika metodernas användbarhet med hänsyn bl a till storleken hos den mätta resistansen

diskuteras. Wheatstonebryggans användning som obalansbrygga vid mätning med givare av olika slag, t ex temperatur-, töjnings- och lägesgivare, kan omnämnas.

Vid genomgången av volt-ampere-metermetoden införs de kopplingsbeskrivande benämningarna spänningsriktig och strömriktig koppling. Benämningarna rekommenderas allmänt vid samtidig mätning av spänning och ström, t ex effektmätning och uppmätning av tvåpolskaraktäristik. I anslutning till diskussionen av bryggmätningar med balanserade bryggor kan innebörden och fördelarna med så kallade nollmetoder behandlas.

Principen för spänningskompensering genomgås. Likströmskompensatorns konstruktion med utnyttjande av en referensspänningskälla presenteras. Kompensatorns användning som instrument för noggrann spännings-, ström- och resistansmätning behandlas.

Principkopplingar för kontroll, "kalibrering", av direktvisande mätinstrument behandlas.

Mätningar för bestämning av växelförlopps karaktäriserande storheter (frekvens, period, topp- och bottenvärde etc) med oscilloskop behandlas och utförs. Fasvinkel- och fasdifferensmätningar kan utföras genom oscilloskopmätningar i ett symmetriskt trefas-system. Vid genomgång av spännings- och strömmätning med direktvisande instrument poängteras den betydelse valet av instrumenttyp har för mätning av olika medelvärden. Även kurvformens betydelse för instrumenttypens användbarhet diskuteras.

Effektmätning med wattmeter i enfaskretsar genomgås, varvid ström- och spänningsriktig koppling definieras.

Impedansbestämning bör behandlas och utföras på följande sätt: mätning av spänning, ström och effekt, trevolt- och treampere-metermetod, mätning med någon växelströmsbrygga. Något sätt att bestämma impedansvinkelns tecken diskuteras.

Mätning av magnetiska storheter begränsas till mätning av flöde och flödestäthet. I första hand diskuteras användning av fluxmeter och hallsond.

Arbetsplatsens miljöfrågor: Som inledning till laborationskursen genomgås de grunder av elfaran som är nödvändig för förståelsen av de utdelade säkerhetsföreskrifterna. Så ofta tillfälle ges i samband med laborationer diskuteras och vidtas åtgärder för att minska skaderiskerna för person och utrustning, t ex användning av isolertransformator och skyddsjordning.

Det är viktigt att påpeka de olika leden vid genomförandet av en mätuppgift: val av mätmetod och mätutrustning, mätningarnas utförande samt analys av de erhållna mätvärdena.

Störande återverkan från omgivningen behandlas, bl a hur den uppkommer genom kapacitiv och induktiv koppling och hur den kan påverka en mätning. Åtgärder för att reducera störningarna (användning av skärmade kablar, lämplig jordning, lämplig placering av apparater, lämplig ledningsdragning etc) diskuteras.

Viktigt är det moment i mättekniken som behandlar hur man skriver en klart disponerad och koncis redogörelse för en utförd mätuppgift. Krav ställs sålunda på elevens förmåga att skriva redogörelse där rubriker visar redogörelsens disposition, t ex avsikten med mätuppgiften, materielförteckning, kopplingsscheman, dimensionering och val av komponenter, mätningarnas utförande, mätresultat, bearbetning av mätdata, feluppskattningar, ritning av diagram och tolkning av slutresultat.

Läroplan för gymnasieskolan

Lgy⁷⁰



Supplement 53

GÖTEBORGS
UNIVERSITETSBIBLIOTEK
BIBLIOTEKET I MÖLNDAL

Eab

Ex. nr. /

SKOLÖVERSTYRELSEN

Läroplan för gymnasieskolan

Suppl. : 53

