

Metodik

Övningarna genomförs med ”verklig” spänning. Detta innebär att man måste iakttä samma säkerhetsåtgärder som då eleven arbetar med installationsarbeten.

Tack vare att man i övningarna arbetar med samma förutsättningar som en elanläggning bör eleverna kunna tillägna sig rätt säkerhetstänkande genast. En annan fördel är att utrustningen kan användas flexibelt och att alla mätvärden är helt realistiska. Eleven måste alltså inte senare ”översätta” mätvärden från en laborationsmiljö till verkliga förhållanden.

Vi har valt att låta eleven skriva in mätvärden i bilderna på uppkopplingarna. Detta bör göra det enklare att jämföra mätvärden mellan olika delar i övningen när eleven ska analysera och dra slutsatser. Att ge denna visuella helhet bör också underlätta repetition och analys länge efter det att mätningarna görs. Det bör också vara ett kraftfullt verktyg för dig som lärare att kunna ta upp bilderna av uppkopplingarna på teorigeneomgångar och diskutera mätvärden och principer.

Vi har dessutom valt att, i flera övningar, gå stegvis fram för att underlätta inläringen. Detta ger i och för sig fler mätningar, vilket tar tid, men om eleven lär sig snabbare och bättre spar detta också tid.

Elsäkerhet

Innan eleverna börjar arbetet i boken bör de få en genomgång av hur övningarna utförs på ett elsäkert sätt. Signera i boken att en säkerhetsgenomgång gjorts och eleven bör också signera att hen fått en sådan. Används EE-Test Enas och Trefas, låt eleverna göra först kunskapstestet innan arbetet med övningarna börjar.

Övningarna

För att du och dina elever ska få ut så mycket som möjligt av läromedlet och övningsutrustningen xxxx så följer här en beskrivning av övningarna, syftet och tankarna bakom samt kopplingen mellan övningarna och Skolverkets ämnes- och kursmål.

Eftersom övningarna spänner över hela ämnet Ellära tar vi även med kursmålen för Ellära 1 och 2 i beskrivningen.

Mål för övningen

”Kunna redogöra för” är formulerade som frågor eleven bör kunna besvara efter övningen. En genomgång av dessa mål rekommenderas före och efter övningen. Målformuleringarna kan ses som en tolkning av kursmålen.

Lärowebb

I *lärowebben* finns bl.a. bedömningsanvisningar (facit) för bokens frågor. Mätvärden kan inte ges exakt eftersom de kan variera, men i de fallen ges anvisningar om vad eleven bör få fram. Exempelvis att två olika mätvärden bör visa en sådan skillnad att eleven ska förstå en viss princip.

Uppföljning

EE-Test Ellära Enfas och Trefas är ett kunskapstest kopplat till boken och övningarna. I det inledande testet får eleven svara på frågor kring elsäkert arbete i övningsutrustningen. Detta inledande test ger en dokumentation att eleven förstått grundläggande säkerhetsföreskrifter.

För varje övning i boken finns ett deltest. Frågorna rättas automatiskt och eleven får direkt återkoppling. Genom lärarlicensen där en rapportfunktion ingår kan du fortlöpande följa elevernas resultat. Eleven kan, i sin inloggning, se sina senaste resultat på respektive övning.

1 Resistansmätning – Kontinuitetskontroll av PE-ledaren

Mål för övningen

Kunna redogöra för/besvara:	Kunna utföra:
Vilka elsäkerhetsrisker kan finnas i övningen?	Bedöma elsäkerhetsrisker i övningen
Vilken betydelse har PE-ledaren för elsäkerheten?	Resistansmätning med multimeter
Vad menas med att en PE-ledare inte har kontinuitet?	Kontrollera att PE-ledarens är ansluten till utsatt del
Vad menas med att en PE-ledare har kontinuitet?	Tolka resistansvärdet vid kontinuitetsmätning
Varför är det viktigt att säkerställa en PE-ledares kontinuitet?	Felsöka avbrott i en krets
Vad är en utsatt del?	
Hur fungerar en multimeter vid resistansmätning?	

Syfte och målsättning

Under arbetet med utrustningen MÅSTE eleven vara helt införstådd med vad det skulle innebära att koppla en fasledare till PE-uttaget på utrustningen, därför inbegriper första övningen att förstå vad en utsatt del är och att PE-uttaget på utrustningen är anslutet till utrustningens metallhölje.

Förutom förståelsen av utsatt del, kommer eleven att förstå vikten av kontinuitet på PE. Från transformatorn till utsatt del. Kontinuitetsmätning ska enligt föreskrifterna göras före ibrucktagning av en elanläggning. I övningen bör eleven få en klar uppfattning om PE-ledarens funktion i en elanläggning.

Här får eleven möjlighet att träna inställning av multimetern, samt förstå multimeterns funktion vid resistansmätning. Tolka resistansvärde vid kontinuitet, förstå summerns funktion och vad den kan användas för.

Med sig efter övningen bör eleven få en grunduppfattning av resistansmätning som metod för felsökning, främst vad gäller avbrott.

Tips

Även om multimetern inte används vid en kontinuitetskontroll före ibrucktagning av en elanläggning så ger övningen ett tillfälle att ta upp vikten av kontinuitet, speciellt vad gäller PE. ”Utsatt del” kan med fördel konkretiseras med exempel från miljöer som är kända av eleven.

I övningen ingår en teoretisk uppgift, att kontrollmäta kontinuitet på en skarvsladd. Eventuellt kan detta även göras som en praktisk övning.

Ämnes- och kursmål som tillämpas i övningen

Ämnesmål

- U1 Kunskaper om elsystemets uppbyggnad och funktion.
- U5 Förmåga att söka och avhjälpa fel i lik- och enfasväxelskretsar.
- U7 Kunskaper om säkerhetsfrågor och om bestämmelser och standarder inom elområdet.

Praktisk ellära

- PC2 Elektriskt material, till exempel ledare, halvledare och isolatorer.
- PC3 Elektriska storheter och samband.
- PC10 Skyddsledarens funktion och verkan.

Ellära 1

- 1C1 Ledare, halvledare och isolatorer.
- 1C2 Elektriska storheter i lik- och enfasväxelskretsar.
- 1C5 Lik- och enfasväxelström.
- 1C9 Olika mättekniker samt metoder för att analysera mätvärden och utföra felsökning och felavhjälpning.

Ellära 2

- 2C9 Skyddsledarens funktion och verkan.

2 Spänningsmätning

Mål för övningen

Kunna redogöra för/besvara:	Kunna utföra:
Vilka elsäkerhetsrisker kan finnas i övningen?	Bedöma elsäkerhetsrisker i övningen
Hur fungerar en multimeter vid spänningsmätning?	Mäta spänning med multimeter.
Vad är potentialskillnad?	Välja rätt referenspotential utifrån spänningsmätningens syfte.
Vad är referenspotential vid spänningsmätning?	
Vilken betydelse har valet av referenspotential?	
Vad är skillnaden mellan spänningsmätning av AC och DC.	
När är det viktigt att alltid mäta spänning?	

Syfte och målsättning

Övningen har två huvudsyften: Dels att träna spänningsmätning, dels att ge grundläggande kunskaper om elnätets spänningar och konstruktion.

Övningen är indelad i tre delar:

1. Spänningsmätning mellan fas-, N- och PE-ledare
2. Spänningsmätning på grundenheten
3. Kompletterande uppgift

Övningen har två huvudsyften: dels att träna mätteknik (spänningsmätning), dels genom spänningsmätning förstå att PE och N är sammankopplade på någon punkt. Är det en TNC-anläggning finns den punkten i närmsta central och på en TNS-anläggning i transformatorns neutralpunkt. Begreppet potential och potentialskillnad tränas.

Begreppet referenspotential vid spänningsmätning (COM och GND) presenteras och vad valet av referenspotential innebär för det mätresultat som visas. Skillnaden mellan spänningsmätning på AC och DC tas också upp.

Att verkligen förstå att spänningsmätning är en mätning av skillnad mellan elektrisk potential på två mätpunkter är avgörande för att kunna använda spänningsmätning som kontroll om anläggningen (del av anläggning) är spänningssatt inför ett elarbete. Det är också avgörande för att kunna använda spänningsmätning i felsökning och analys.

Kunskap om hur multimetern fungerar vid resistansmätning visas vilket har stor betydelse vid mätning av resistanser och felsökning.

Orsaken till att spänningen mäts på olika ställen i del 3 är att visa att spänningen är lika på olika ställen då det inte finns något spänningsfall

Tips

Övningen är en bra utgångspunkt för att diskutera potentialbegreppet. Eftersom eleven upptäcker att PE och N är sammankopplade i transformatorn kan man ta upp att den är Y-kopplad på sekundärsidan för att kanske ge en förförståelse inför kommande övningar av Y-kopplad trefaslast.

Ämnes- och kursmål som tillämpas i övningen

Ämnesmål

U1 Kunskaper om elsystemets uppbyggnad och funktion.

U5 Förmåga att söka och avhjälpa fel i lik- och enfasväxelskretsar.

Praktisk ellära

PC1 Elsystemets uppbyggnad och funktion från transformator till belastning.

PC3 Elektriska storheter och samband.

PC7 TN-C-systemets och TN-S-systemets uppbyggnad, funktion och användning.

PC10 Skyddsledarens funktion och verkan.

Ellära 1

1C2 Elektriska storheter i lik- och enfasväxelskretsar.

1C5 Lik- och enfasväxelström.

1C9 Olika mättekniker samt metoder för att analysera mätvärden och utföra felsökning och felavhjälpning.

Ellära 2

2C6 TN-C-systemets samt TN-S-systemets uppbyggnad, funktion och användning.

2C9 Skyddsledarens funktion och verkan.

3 Spänning- och strömmätning med ansluten last

Mål för övningen

Kunna redogöra för/besvara:	Kunna utföra:
Vilka elsäkerhetsrisker kan finnas i övningen?	Bedöma elsäkerhetsrisker i övningen
Hur mäter tångamperemetern ström?	Mäta spänningen (spänningsfallet) över en ansluten last.
Vilka är förutsättningarna för att en ström ska kunna uppstå?	Mäta ström med en tångamperemeter.
Hur kan en elanläggning som tycks "livlös" ha farlig spänning?	

Syfte och målsättning

Övningen är indelad i två delar:

Del 1: Strömtångens användning och funktionsprincip. Här används kanske strömtången av eleven första gången. Eleven ser tydligt i övningen att man måste skilja ut den ledare man ska mäta strömmen i. Om man mäter kring både matnings- och återledare tar magnetfälten ut varandra och man kan förledas att tro att ingen ström finns. Grundprincipen om att motriktade magnetfält "balanserar" varandra syns vid mätningen.

Del 2: Träna inställning av multimetern. Grundläggande felsökning. Strömmen i en krets har samma styrka överallt i kretsen oavsett var man mäter. Det måste finnas en spänning samt en sluten krets för att en ström ska kunna uppstå. Förståelsen att strömmen i en krets är lika stor var man än mäter.

Det kan finnas spänning i mätpunkter fastän det inte går en ström. Viktigt för att dels förstå att man alltid måste bryta fasledaren till en last, dels viktigt för att arbeta elsäkert som elektriker.

Tips

Detta kan vara ett bra tillfälle att diskutera magnetfält kring strömförande ledare och grundprincipen som beskrivs i faktaboken att motriktade magnetfält "balanserar" varandra

Ämnes- och kursmål som tillämpas i övningen

Ämnesmål

U5 Förmåga att söka och avhjälpa fel i lik- och enfasväxelskretsar.

U7 Kunskaper om säkerhetsfrågor och om bestämmelser och standarder inom elområdet.

Praktisk ellära

PC2 Elektriskt material, till exempel ledare, halvledare och isolatorer.

PC3 Elektriska storheter och samband.

PC8 Elektriska och magnetiska fälts uppkomst och verkan.

Ellära 1

1C1 Ledare, halvledare och isolatorer.

1C2 Elektriska storheter i lik- och enfasväxelskretsar.

1C5 Lik- och enfasväxelsström.

1C6 Elektriska och magnetiska fält.

1C9 Olika mättekniker samt metoder för att analysera mätvärden och utföra felsökning och felavhjälpning.

4 Kurvform – toppvärde och effektivvärde

Mål för övningen

Kunna redogöra för/besvara:	Kunna utföra:
Vilka elsäkerhetsrisker kan finnas i övningen?	Bedöma elsäkerhetsrisker i övningen
Vad är topp-, topp-bottenvärde för spänning och ström samt deras beteckningar?	Mäta spänning och ström med oscilloskop samt tolka kurvorna.
Vad är effektivvärde och hur betecknas det för spänning och ström?	Utifrån spänningens toppvärde beräkna effektivvärdet.
Vad är skillnaden mellan AC och DC?	Utifrån mätvärden beräkna frekvens.

Syfte och målsättning

Undersöka skillnaden mellan växel- och likspänning (-ström). Träna mätning och att tolka resultatet av mätningen. Att se spännings- och strömkurvor är viktigt för att följa beskrivningar kring bl.a. effektivvärde, fasförskjutning, reaktiv effekt mm.

Storheterna: period, frekvens, effektivvärde samt topp- och bottenvärde. Beräkna frekvens och effektivvärden.

Se skillnaden på AC och DC genom kompletterade mätningar på ett batteri.

Tips

Poängtera för eleven att man vid spänningsmätning på AC aldrig kan få ”negativa mätvärden” och vad detta innebär vid felsökning i AC respektive DC-kretsar.

Ämnes- och kursmål som tillämpas i övningen

Ämnesmål

- U1 Kunskaper om elsystemets uppbyggnad och funktion.
- U2 Kunskaper om lik- och enfasväxelströmskretsars uppbyggnad och funktion samt färdigheter i att mäta och beräkna elektriska storheter i dessa med belastningar av olika slag.
- U3 Kunskaper om trefassystems uppbyggnad och funktion samt färdigheter i att mäta och beräkna elektriska storheter i dessa med belastningar av olika slag.
- U5 Förmåga att söka och avhjälpa fel i lik- och enfasväxelströmskretsar.

Praktisk ellära

- PC1 Elsystemets uppbyggnad och funktion från transformator till belastning.
- PC3 Elektriska storheter och samband.
- PC4 Likströmskretsars och enfasväxelströmskretsars funktion.

Ellära 1

- 1C2 Elektriska storheter i lik- och enfasväxelströmskretsar.
- 1C5 Lik- och enfasväxelström.
- 1C9 Olika mättekniker samt metoder för att analysera mätvärden och utföra felsökning och felavhjälpning.

5 Spänning, ström, resistans och effekt

Mål för övningen

Kunna redogöra för/besvara:	Kunna utföra:
Vilka elsäkerhetsrisker kan finnas i övningen?	Bedöma elsäkerhetsrisker i övningen.
Vilka storheter samverkar då effekt utvecklas?	Mäta spänning, ström och utifrån mätvärden beräkna utvecklad effekt.
Vad är en lasts märkeffekt?	Utifrån mätvärden beräkna lasters resistans.
Vad är Ohms lag och hur används den?	Utifrån märkeffekt beräkna ström.
Vilken betydelse har temperaturen för lastens resistans?	Utföra beräkningar med Ohms lag.

Syfte och målsättning

Träning i att överföra uppkopplingen till elschema som påminner om en elanläggning.

Tre lampor med olika märkeffekt parallellkopplas till en fasledare. Här upptäcker eleven att de lyser olika starkt, att spänningen över lamporna är lika, men att strömmen genom dem är olika. Sambandet ström-spänning-utvecklad effekt ger ingången till beräkningsformeln.

Eleven beräknar lampornas resistans vid arbetstemperatur och sambandet mellan resistansen och den ström som passerar respektive lampa. Här tillämpas Ohms lag. Lampan med högst märkeffekt har lägst resistans.

Genom att mäta resistansen i avsvalnande lampa slås fast att resistansen är temperaturberoende. Vi hakar på en fråga om andra faktorer som påverkar resistansen i en ledare.

Tips

Gå gärna genom begreppen märkeffekt och märkspänning före övningen. Skillnaden mellan märkeffekt och utvecklad effekt.

Betona betydelsen av temperaturen inverkan på ledare och vad det kan innebära i en elanläggning. Även area och material. Ledares och laster resistans är beroende av dess temperatur. Vad uppvärmning av en ledare kan innebära för risker. Säkringars funktionsprincip.

Ämnes- och kursmål som tillämpas i övningen

Ämnesmål

- U1 Kunskaper om elsystemets uppbyggnad och funktion.
- U5 Förmåga att söka och avhjälpa fel i lik- och enfasväxelströmskretsar.
- U7 Kunskaper om säkerhetsfrågor och om bestämmelser och standarder inom elområdet.

Praktisk ellära

- PC3 Elektriska storheter och samband.

Ellära 1

- 1C2 Elektriska storheter i lik- och enfasväxelströmskretsar.
- 1C9 Olika mättekniker samt metoder för att analysera mätvärden och utföra felsökning och felavhjälpning.

6 Seriekopplade laster

Mål för övningen

Kunna redogöra för/besvara:	Kunna utföra:
Vilka elsäkerhetsrisker kan finnas i övningen?	Bedöma elsäkerhetsrisker i övningen.
Hur lyder Kirchhoffs andra lag?	Seriekoppla laster.
Hur fördelas tillförd spänning mellan seriekopplade laster?	Utifrån uppmätt värde för ström och beräknade värden för resistans, beräkna spänningen över en last.
Under vilka förutsättningar kan en last utveckla sin märkeffekt?	Utifrån uppmätta värden för spänning över enskild last samt strömmen genom lasten beräkna lastens resistans.
Vad är ersättningsresistans?	Beräkna ersättningsresistansen i en seriekrets.
Vilken betydelse har referenspotential vid spänningsmätning?	Utifrån uppmätt värde för spänning över hela seriekretsen samt beräknade totala resistansen beräkna strömmen genom kretsen

Övningen är indelad med olika rubriker så att eleven lättare ska få grepp om de olika mätningarna och dra slutsatser i en bestämd följd. Varje del har frågor ”Analys och slutsatser”. Övergripande syfte är att eleven ska lära sig Kirchhoffs spänningslag.

Seriekopplade laster med samma effekt

Syfte och målsättning

Seriekoppling av tre lampor med samma effekt/resistans på samma gruppledning. Övningen inleds med att eleven överför övningens uppkoppling till ett schema som påminner om en elanläggning (samma upplägg som i faktaboken). Detta underlättar en överföring av det eleven lär sig på övningsutrustningen till en verklig elanläggning och gör det enklare att analysera övningen med hjälp av faktaboken.

Genom att seriekoppla in lampa efter lampa upptäcker eleven att strömmen minskar i kretsen och att lamporna lyser allt svagare. Begreppet märkspänning etableras och därmed betydelsen av att en last får tillgång till rätt spänning för att utveckla märkeffekt.

Spänningsmätningen i övningen visar att ”tillförd” spänning fördelas lika över lamporna. Att tillförd spänning är summan av delspänningarna. Det slås fast att Kirchhoffs andra lag kan användas här (tillämpas). Begreppet spänningsdelning etableras.

Seriekopplade laster med olika effekt

Syfte och målsättning

På samma sätt som i övningen tidigare kopplas först en lampa upp, sedan seriekopplas ännu en lampa och slutligen en tredje. Spänningsmätningen visar att spänningen fördelas olika över lamporna, men att tillförd spänning fortfarande är summan av delspänningarna. Genom att jämföra med tidigare uppkoppling där lamporna hade samma effekt blir skillnaden tydlig. Strömmen vid varje givet tillfälle är samma överallt i kretsen.

Effektberäkningen visar att lamporna inte utvecklas sin märkeffekt då de seriekopplas eftersom de inte får tillgång till sin märkspänning.

Resistansen i respektive lampa beräknas med uppmätt ström och spänning. Detta är ett led i att sedan beräkna den totala resistansen och etablera begreppet ersättningsresistans i seriekretsar. Här blir det tydligt att strömmen i kretsen minskar i takt med att den totala resistansen ökas.

Kunskapen om spänningsdelning och effektutveckling appliceras på förståelsen att det i viss mån utvecklas effekt i ledare till och från en last. Detta är en viktig grund för bl.a. felsökningsteknik.

Tips

Be eleven lossa en lampa för att visa att en seriekrets bryts om en lampa går sönder. Sluten krets är en förutsättning för ström. Orsaken till att vi undviker att seriekoppla laster.

Diskutera med eleven varför lyser lampan med högst märkeffekt lyser svagast vilket effektberäkning med mätvärden visar. Visa att spänningsfallet är proportionellt med resistanserna.

Slutsatser om att spänningsfallet över en ledare påverkar andra ledare och laster i kretsen kan behöva betonas extra. Viktigt för att förstå hur exempelvis spänningsfallet över PEN-ledaren i servisledningen förändrar potentialen i anläggningens referenspunkt och kan orsaka exempelvis vagabonderande ström. Ett stort spänningsfall över PE-ledare kan påverka elsäkerheten.

Spänningsmätning med N som referenspotential

Syfte och målsättning

Spänningsmätning med N som referenspotential kan ses som förtydligande av Kirchhoffs spänningslag. genom att använda N-potentialen som referenspotential ser eleven tydligt hur spänningen faller stegvis över lasterna. Mätningen ger också kunskaper i grundläggande felsökningsteknik.

Spänningsmätning vid avbrott

Syfte och målsättning

Mätningen visar tydligt att det trots att inte någon lampa lyser finns spänning fram till avbrottet. Främsta syftet här är att visa hur viktigt det är att efter man gjort anläggningen spänningslös inför ett elarbete måste kunna kontrollmäta på ett korrekt sätt.

Mätningen ger också förståelse för varför man bryter spänningen med säkringar på fasledningarna och varför man med strömställare bryter fasen och inte N-ledaren.

Tips

Gör gärna felsökningsövningen flera gånger så att eleven blir säker på sin mätteknik.

Spänningsmätning – annan referenspotential

Syfte och målsättning

Genom att placera referenspotentialen vid spänningsmätning på ett annat ställe än N-potentialen får eleven tillfälle att ytterligare förstärka sina kunskaper i spänningsmätning.

Tips

Genom att låta eleven prova olika referenspotentialer och mätpunkter samt beräkna resistansen i lamporna, ersättningsresistans, kontrollberäkning av ström och spänningar kan eleven förstärka och fördjupa sina kunskaper.

Ämnes- och kursmål som tillämpas i övningen

Ämnesmål

- U1 Kunskaper om elsystemets uppbyggnad och funktion.
- U2 Kunskaper om lik- och enfasväxelsströmskretsars uppbyggnad och funktion samt färdigheter i att mäta och beräkna elektriska storheter i dessa med belastningar av olika slag.
- U5 Förmåga att söka och avhjälpa fel i lik- och enfasväxelsströmskretsar.

Praktisk ellära

- PC1 Elsystemets uppbyggnad och funktion från transformator till belastning.
- PC3 Elektriska storheter och samband.
- PC4 Likströmskretsars och enfasväxelsströmskretsars funktion.

Ellära 1

- 1C2 Elektriska storheter i lik- och enfasväxelsströmskretsar.
- 1C4 Elektrisk serie och parallellkoppling.
- 1C9 Olika mättekniker samt metoder för att analysera mätvärden och utföra felsökning och felavhjälpning.

7 Parallellkopplade laster

Mål för övningen

Kunna redogöra för/besvara:	Kunna utföra:
Vilka elsäkerhetsrisker kan finnas i övningen?	Bedöma elsäkerhetsrisker i övningen.
Vad innebär Kirchhoffs första lag?	Parallellkoppla laster.
Vilka är förutsättningarna för att en last ska kunna utveckla sin märkeffekt?	Utifrån uppmätta värden för spänning över enskild last samt strömmen genom lasten beräkna den effekt lasten utvecklar.
Vilka är skillnaderna vad gäller ström- och spänningsdelning i serie- och parallellkopplingar?	Utifrån uppmätta värden för spänningen över en enskild last och ström beräkna lastens resistans i driftläge.
Varför parallellkopplas laster i elanläggningar?	Beräkna ersättningsresistansen för parallellkopplade laster.
	Utifrån uppmätt värde för spänning och beräknad resistans, beräkna strömmen genom varje enskild last.
	Utifrån uppmätt värde för spänning över hela seriekretsen samt beräknade totala resistansen beräkna strömmen genom kretsen

Övningen är indelad med olika rubriker så att eleven lättare ska få grepp om de olika mätningarna och dra slutsatser i en bestämd följd. Varje del har frågor ”Analys och slutsatser”. Övergripande syfte är att eleven ska lära sig Kirchhoffs strömlag.

Parallellkoppling laster med samma effekt

Syfte och målsättning

Främsta syftet i denna del är att genom spänning- och strömmätningar visa att alla parallellkopplade laster får samma spänning över sig. Därför få lasterna också förutsättningen att utveckla sin märkeffekt. När alltfler laster parallellkopplas in i kretsen förändras spänningen inte över de tidigare inkopplade. Däremot ökar strömmen till förgreningspunkten och från strömmarnas samlingspunkt när alltfler laster kopplas in. Detta är också en viktig grundförståelse för dimensionering av ledare. Principen i Kirchhoffs andra lag visas i praktisk tillämpning.

Genom att tidigare ha gjort övningar med seriekoppling ska eleven nu ha förutsättningar att redogöra för skillnader i serie- och parallellkopplade kretsar.

Träning i att överföra en uppkoppling till elschema.

Tips

Betona hur viktig principen Kirchhoffs strömlag är för dimensionering av ledare. Här kan man även ta upp frågan med stabil matningsspänning till fastigheter.

Be eleven lossa och skruva i en lampa i kopplingen för att visa att de andra fortfarande lyser.

Parallellkoppling av laster med olika effekt

Syfte och målsättning

Genom att använda samma mätningar som i tidigare uppkoppling, men med laster med olika effekt visas tydligt att det går olika stor ström genom lasterna. Spänningsmätningarna över respektive last visar att den inte påverkas vid bytet av laster.

Här får eleven beräkna de olika lasternas resistans och se sambandet mellan resistans och den ström som går genom respektive last.

Genom att beräkna parallellkretsens ersättningsresistans visas varför strömmen i matnings- och återledare ökar när allt fler laster kopplas in i parallellkopplingen.

Träning i att överföra en uppkoppling till elschema.

Ämnes- och kursmål som tillämpas i övningen

Ämnesmål

- U1 Kunskaper om elsystemets uppbyggnad och funktion.
- U2 Kunskaper om lik- och enfasväxelskretsars uppbyggnad och funktion samt färdigheter i att mäta och beräkna elektriska storheter i dessa med belastningar av olika slag.
- U5 Förmåga att söka och avhjälpa fel i lik- och enfasväxelskretsar.

Praktisk ellära

- PC1 Elsystemets uppbyggnad och funktion från transformator till belastning.
- PC3 Elektriska storheter och samband.
- PC4 Likströmskretsars och enfasväxelskretsars funktion.

Ellära 1

- 1C2 Elektriska storheter i lik- och enfasväxelskretsar.
- 1C4 Elektrisk serie och parallellkoppling.
- 1C9 Olika mättekniker samt metoder för att analysera mätvärden och utföra felsökning och felavhjälpning.

8 Induktiva och kapacitiva laster - Fasförskjutning

Mål för övningen

Kunna redogöra för/besvara:	Kunna utföra:
Vilka elsäkerhetsrisker kan finnas i övningen?	Bedöma elsäkerhetsrisker i övningen.
Vad är fasförskjutning?	Mäta fasförskjutning med oscilloskop och tolka mätvärden.
Vad är positiv och negativ fasförskjutning?	

Syfte och målsättning

Övergripande syftet är att visa vad fasförskjutning är och presentera begreppen induktiva och kapacitiva laster. Här visas också att de olika lasterna ger olika slags fasförskjutning.

Ämnes- och kursmål som tillämpas i övningen

Ämnesmål

- U1 Kunskaper om elsystemets uppbyggnad och funktion.
- U2 Kunskaper om lik- och enfasväxelsströmskretsars uppbyggnad och funktion samt färdigheter i att mäta och beräkna elektriska storheter i dessa med belastningar av olika slag.
- U5 Förmåga att söka och avhjälpa fel i lik- och enfasväxelsströmskretsar.

Praktisk ellära

- PC1 Elsystemets uppbyggnad och funktion från transformator till belastning.
- PC3 Elektriska storheter och samband.
- PC4 Likströmskretsars och enfasväxelsströmskretsars funktion.

Ellära 1

- 1C2 Elektriska storheter i lik- och enfasväxelsströmskretsar.
- 1C3 Grundläggande principer för motorer, generatorer och transformatorer samt för överföring av elenergi.
- 1C5 Lik- och enfasväxelsström.
- 1C8 Resistiva, induktiva och kapacitiva kretsar.
- 1C9 Olika mättekniker samt metoder för att analysera mätvärden och utföra felsökning och felavhjälpning.

9 Induktiva och kapacitiva laster – Växelströmseffekter

Mål för övningen

Kunna redogöra för/besvara:	Kunna utföra:
Vilka elsäkerhetsrisker kan finnas i övningen?	Bedöma elsäkerhetsrisker i övningen.
Vilka är de olika växelströmseffekterna (-storheterna), deras beteckningar och enheter?	Utifrån ström och spänning beräkna skenbar effekt.
Vad är en effektriangel och hur används den?	Utifrån skenbar effekt och aktiv effekt beräkna reaktiv effekt och effektfaktor $\cos\varphi$.
Vad är fasförskjutningsvinkel och effektfaktor?	

Syfte och målsättning

De två första mätningarna visar att det inte utvecklas så hög effekt i en kondensator och en spole som det ”skenbart borde”. Här slås fast att det inte utvecklas aktiv effekt när ström och spänningen har olika polaritet beroende på fasförskjutning. Begreppen skenbar, aktiv och reaktiv effekt etableras.

Därefter detaljstuderas (mäts), beräknas och jämförs effektutvecklingen i induktiv, kapacitiv och resistiv last. Visuellt kopplas effektriangeln till uppkopplingen på grundenheten.

Ämnes- och kursmål som tillämpas i övningen

Ämnesmål

- U1 Kunskaper om elsystemets uppbyggnad och funktion.
- U2 Kunskaper om lik- och enfasväxelströmskretsars uppbyggnad och funktion samt färdigheter i att mäta och beräkna elektriska storheter i dessa med belastningar av olika slag.
- U5 Förmåga att söka och avhjälpa fel i lik- och enfasväxelströmskretsar.

Praktisk ellära

- PC1 Elsystemets uppbyggnad och funktion från transformator till belastning.
- PC3 Elektriska storheter och samband.
- PC4 Likströmskretsars och enfasväxelströmskretsars funktion.

Ellära 1

- 1C2 Elektriska storheter i lik- och enfasväxelströmskretsar.
- 1C3 Grundläggande principer för motorer, generatorer och transformatorer samt för överföring av elenergi.
- 1C5 Lik- och enfasväxelström.
- 1C8 Resistiva, induktiva och kapacitiva kretsar.
- 1C9 Olika mättekniker samt metoder för att analysera mätvärden och utföra felsökning och felavhjälpning.

10 Beräkna ström till laster

Mål för övningen

Kunna redogöra för/besvara:	Kunna utföra:
Vilka elsäkerhetsrisker kan finnas i övningen?	Bedöma elsäkerhetsrisker i övningen.
Varför kan man inte summera strömmar till och från en förgreningspunkt enligt Kirchhoffs strömlag om inte alla laster är resistiva utan även kapacitiva och induktiva?	Beräkna strömmen till eller från en förgreningspunkt vid blandades laster.
Varför måste en ny effekttriangel göras när man ska beräkna summan av blandade laster till eller från en förgreningspunkt?	

Syfte och målsättning

Tidigare övning visade att man kan summera strömmar till en förgreningspunkt och från en samlingspunkt om lasterna är rent resistiva. I tidigare övningar har eleven också lärt sig vad induktiva och kapacitiva laster är och de olika växelströmseffekterna.

Denna övnings syfte är att visa att när lasterna inte är resistiva kan inte Kirchhoffs strömlag användas för att beräkna strömmar till en förgreningspunkt eller från en samlingspunkt. Detta har naturligtvis betydelse för beräkningar av dimensioner på ledare.

Tips

Betona hur viktigt detta är vid dimensionering av ledare genom praktiska exempel. Ta upp att fasskenan i en central är en förgreningspunkt så att eleven förstår hur kunskaperna här tillämpas i en elanläggning.

Ämnes- och kursmål som tillämpas i övningen

Ämnesmål

- U1 Kunskaper om elsystemets uppbyggnad och funktion.
- U2 Kunskaper om lik- och enfasväxelströmskretsars uppbyggnad och funktion samt färdigheter i att mäta och beräkna elektriska storheter i dessa med belastningar av olika slag.
- U5 Förmåga att söka och avhjälpa fel i lik- och enfasväxelströmskretsar.

Praktisk ellära

- PC1 Elsystemets uppbyggnad och funktion från transformator till belastning.
- PC3 Elektriska storheter och samband.
- PC4 Likströmskretsars och enfasväxelströmskretsars funktion.

Ellära 1

- 1C2 Elektriska storheter i lik- och enfasväxelströmskretsar.
- 1C3 Grundläggande principer för motorer, generatorer och transformatorer samt för överföring av elenergi.
- 1C5 Lik- och enfasväxelström.
- 1C8 Resistiva, induktiva och kapacitiva kretsar.
- 1C9 Olika mättekniker samt metoder för att analysera mätvärden och utföra felsökning och felavhjälpning.

11 Faskompensering

Mål för övningen

Kunna redogöra för/besvara:	Kunna utföra:
Vilka elsäkerhetsrisker kan finnas i övningen?	Bedöma elsäkerhetsrisker i övningen.
Vad är faskompensering?	Faskomensera med olika kondensatorer och utvärdera resultatet.
Varför görs faskompensering?	Beräkna reaktansen, resultatet av faskompensering.

Syfte och målsättning

Eleven har i tidigare övningar studerat fasförskjutning och sett att en sådan innebär att det går en större ström än den som utvecklar den aktiva effekten i lasten. En del av den ström som lasten mats med åtgår till att utveckla en reaktiv effekt.

I övningen presenteras faskompensering som ett sätt att minska den ström som åtgår till en reaktiv effekt.

I övningen finns möjlighet att faskompensera på enbart *Grundenheten* eller på *Lysrörsenheten* som kanske ger en lite tydligare bild av faskompensering.

Ämnes- och kursmål som tillämpas i övningen

Ämnesmål

- U1 Kunskaper om elsystemets uppbyggnad och funktion.
- U2 Kunskaper om lik- och enfasväxelskretsars uppbyggnad och funktion samt färdigheter i att mäta och beräkna elektriska storheter i dessa med belastningar av olika slag.
- U5 Förmåga att söka och avhjälpa fel i lik- och enfasväxelskretsar.

Praktisk ellära

- PC1 Elsystemets uppbyggnad och funktion från transformator till belastning.
- PC3 Elektriska storheter och samband.
- PC4 Likströmskretsars och enfasväxelskretsars funktion.

Ellära 1

- 1C2 Elektriska storheter i lik- och enfasväxelskretsar.
- 1C3 Grundläggande principer för motorer, generatorer och transformatorer samt för överföring av elenergi.
- 1C5 Lik- och enfasväxelsström.
- 1C7 Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC), övertoner och faskompensering.
- 1C8 Resistiva, induktiva och kapacitiva kretsar.
- 1C9 Olika mättekniker samt metoder för att analysera mätvärden och utföra felsökning och felavhjälpning.

12 Växelströmsmotstånd - impedans

Mål för övningen

Kunna redogöra för/besvara:	Kunna utföra:
Vilka elsäkerhetsrisker kan finnas i övningen?	Bedöma elsäkerhetsrisker i övningen.
Vilka storheter förekommer vid reaktans?	Beräkna induktiv och kapacitiv reaktans samt impedans.
Vilka storheter, enheter och beteckningar används för växelströmsmotstånd?	

Syfte och målsättning

Övningen är helt teoretisk och innehåller inga praktiska mätningar förutom en uppmaning om att eleven själv kan resistansmäta spolen i utrustningen.

Kunskapen om att reaktans, och därmed impedans, är frekvensberoende är en viktig kunskap att ta med sig när man ska studera bl.a. högfrekventa störningar och filtrering av sådana.

Övningen kan delvis ses som en fördjupning och möjlighet att få kännedom och kunskap om hur impedans beräknas med hjälp av impedanstriangeln.

Tips

I övningen anges induktansen för en spole så att beräkningen kan genomföras. Om det finns möjlighet att göra de nödvändiga mätningarna av induktans och resistans kan utrustningens spole användas i beräkningen.

Ämnes- och kursmål som tillämpas i övningen

Ämnesmål

- U1 Kunskaper om elsystemets uppbyggnad och funktion.
- U2 Kunskaper om lik- och enfasväxelströmskretsars uppbyggnad och funktion samt färdigheter i att mäta och beräkna elektriska storheter i dessa med belastningar av olika slag.

Praktisk ellära

- PC1 Elsystemets uppbyggnad och funktion från transformator till belastning.
- PC3 Elektriska storheter och samband.
- PC4 Likströmskretsars och enfasväxelströmskretsars funktion.

Ellära 1

- 1C2 Elektriska storheter i lik- och enfasväxelströmskretsar.
- 1C5 Lik- och enfasväxelström.
- 1C7 Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC), övertoner och faskompensering.
- 1C8 Resistiva, induktiva och kapacitiva kretsar.
- 1C9 Olika mättekniker samt metoder för att analysera mätvärden och utföra felsökning och felavhjälpning.

13 Spänningar i elanläggningar

Mål för övningen

Kunna redogöra för/besvara:	Kunna utföra:
Vilka elsäkerhetsrisker kan finnas i övningen?	Bedöma elsäkerhetsrisker i övningen.
Vad är skillnaden mellan huvud- och fasspänning?	Mäta huvud- och fasspänning.
Vilka storhetsbeteckningar används för huvud- och fasspänning?	Mäta fasföljd.
Vad innebär begreppet fasföljd?	Utifrån huvudspänning beräkna fasspänning och omvänt.
Fördjupning: Varför används roten ur tre vid omvandling mellan huvud- och fasspänning?	

Syfte och målsättning

Här får eleven möjlighet att mäta huvud- och fasspänning samt lära sig hur de vanligen skrivs (betecknas). I övningen ingår även att omvandla en huvudspänning till en fasspänning och omvänt med hjälp av roten ur tre.

En fasföljdmätning ingår för att eleven ska förstå att faserna har en bestämd ordning och att en felkoppling kan innebära funktionsstörningar.

Sist finns en fördjupning som visar varifrån omvandlingstalet roten ur tre kommer från.

Tips

Konkretisera gärna med exempel vad en felkoppling av faserna kan innebära i konkreta fall.

Ämnes- och kursmål som tillämpas i övningen

Ämnesmål

- U1 Kunskaper om elsystemets uppbyggnad och funktion.
- U2 Kunskaper om lik- och enfasväxelskretsars uppbyggnad och funktion samt färdigheter i att mäta och beräkna elektriska storheter i dessa med belastningar av olika slag.
- U3 Kunskaper om trefasssystemets uppbyggnad och funktion samt färdigheter i att mäta och beräkna elektriska storheter i dessa med belastningar av olika slag.
- U6 Förmåga att söka och avhjälpa fel i trefasssystem.

Praktisk ellära

- PC1 Elsystemets uppbyggnad och funktion från transformator till belastning.
- PC3 Elektriska storheter och samband.
- PC6 Olika spänningssystemets funktion inom distribution och industri.

Ellära 1

- 1C2 Elektriska storheter i lik- och enfasväxelskretsar.
- 1C5 Lik- och enfasväxelström.
- 1C9 Olika mättekniker samt metoder för att analysera mätvärden och utföra felsökning och felavhjälpning.

Ellära 2

- 2C1 Trefasssystemets uppbyggnad och funktion från transformator till belastning.

14 D- och Y-kopplade laster

Mål för övningen

Kunna redogöra för/besvara:	Kunna utföra:
Vilka elsäkerhetsrisker kan finnas i övningen?	Bedöma elsäkerhetsrisker i övningen.
Vad är huvudspänning, fasspänning, huvudström samt fasström i Y-och D-kopplingar?	D-koppla en trefaslast.
Vilken funktion har N-ledaren i en Y-koppling?	Y-koppla en trefaslast.
Vad är symmetriskt respektive osymmetrisk belastning?	Beräkna huvud- och fasspänning, samt huvud- och fasström i olika typer av kopplingar.
Vad är det som driver en ström i N-ledaren?	
Vad händer med spänningar och strömmar om Y-kopplingens neutralpunkt (nollpunkt) "flyter"?	

Syfte och målsättning

Här lär sig eleven koppla upp och se skillnaden mellan D- och Y-koppling av en resistiv trefaslast. Övningen tydliggör att det i en D-kopplad trefaslast finns en spänning (huvudspänning), men två slags strömmar: fasström och huvudström. Att det i en Y-kopplad trefaslast finns en ström (huvud- och fasström är densamma), men två slags spänning: huvudspänning och fasspänning. Eleven omvandlar också mellan huvud- och fasspänning med hjälp av roten ur tre.

Frågan om symmetrisk och osymmetrisk belastning i Y-koppling berörs, men utforskas djupare i senare övningar.

Fel i bokens första tryckning

På sidan 115 i denna övning ska inte frågorna 22-23 besvaras. Dessa frågor kommer att strykas i tryckning två.

Ämnes- och kursmål som tillämpas i övningen

Ämnesmål

- U1 Kunskaper om elsystemets uppbyggnad och funktion.
- U2 Kunskaper om lik- och enfasväxelsströmskretsars uppbyggnad och funktion samt färdigheter i att mäta och beräkna elektriska storheter i dessa med belastningar av olika slag.
- U3 Kunskaper om trefassystems uppbyggnad och funktion samt färdigheter i att mäta och beräkna elektriska storheter i dessa med belastningar av olika slag.
- U6 Förmåga att söka och avhjälpa fel i trefassystem.

Praktisk ellära

- PC1 Elsystemets uppbyggnad och funktion från transformator till belastning.
- PC3 Elektriska storheter och samband.
- PC5 Skillnader mellan symmetrisk och osymmetrisk belastning.
- PC6 Olika spänningssystemens funktion inom distribution och industri.

Ellära 1

- 1C2 Elektriska storheter i lik- och enfasväxelsströmskretsar.
- 1C5 Lik- och enfasväxelsström.
- 1C9 Olika mättekniker samt metoder för att analysera mätvärden och utföra felsökning och felavhjälpning.

Ellära 2

- 2C1 Trefassystemets uppbyggnad och funktion från transformator till belastning.
- 2C3 Skillnader mellan symmetrisk och osymmetrisk belastning.

15 Effekt vid D- och Y-koppling

Mål för övningen

Kunna redogöra för/besvara:	Kunna utföra:
Vilka elsäkerhetsrisker kan finnas i övningen?	Bedöma elsäkerhetsrisker i övningen.
Hur förändras effektutvecklingen i en trefaslast vid omkopplingen mellan Y-och D-koppling?	Beräkna effektutveckling vid D-koppling.
Hur förändrar omkopplingen mellan Y- och D-koppling strömstyrkan i faserna?	Beräkna effektutveckling vid Y-koppling.

Syfte och målsättning

Genom att vi i övningen använder lampor som faslaster ser eleven tydligt förändringen i effektutveckling när trefaslasten förändras från D- till Y-koppling. Med hjälp av mätvärden från ström- och spänningsmätningar beräknas också effektutvecklingen i de olika kopplingarna.

Ämnes- och kursmål som tillämpas i övningen

Ämnesmål

- U1 Kunskaper om elsystemets uppbyggnad och funktion.
- U2 Kunskaper om lik- och enfasväxelsströmskretsars uppbyggnad och funktion samt färdigheter i att mäta och beräkna elektriska storheter i dessa med belastningar av olika slag.
- U3 Kunskaper om trefassystems uppbyggnad och funktion samt färdigheter i att mäta och beräkna elektriska storheter i dessa med belastningar av olika slag.
- U6 Förmåga att söka och avhjälpa fel i trefassystem.

Praktisk ellära

- PC1 Elsystemets uppbyggnad och funktion från transformator till belastning.
- PC3 Elektriska storheter och samband.
- PC5 Skillnader mellan symmetrisk och osymmetrisk belastning.
- PC6 Olika spänningssystemens funktion inom distribution och industri.

Ellära 1

- 1C2 Elektriska storheter i lik- och enfasväxelsströmskretsar.
- 1C9 Olika mättekniker samt metoder för att analysera mätvärden och utföra felsökning och felavhjälpning.

Ellära 2

- 2C1 Trefassystemets uppbyggnad och funktion från transformator till belastning.
- 2C3 Skillnader mellan symmetrisk och osymmetrisk belastning.

16 Felsökning i Y-kopplad trefaslast

Mål för övningen

Kunna redogöra för/besvara:	Kunna utföra:
Vilka elsäkerhetsrisker kan finnas i övningen?	Bedöma elsäkerhetsrisker i övningen.
Vilka konsekvenser får det om en Y-kopplad last förändras från symmetrisk till osymmetrisk?	Y-koppla trefaslast.
Hur kan man upptäcka att en av faslasterna i en Y-kopplad trefaslast skadats?	Mäta spänningar och strömmar i Y-kopplad trefaslast vid felsökning.
	Felsökning med kontinuitetsmätning.

Syfte och målsättning

Denna övning visar vad som händer om en av de tre faslasterna i en Y-kopplad resistiv trefaslast faller bort eller skadas, så att dess effektutveckling (resistans) förändras. Här görs också en enkel felsökning. I övningen tänker vi oss ett trefas värmeelement i en varmvattenberedare. Paren med lampor U, V och W på grundenheten motsvarar de tre anslutna värmeelementen i trefaslasten.

Varje element (par med lampor) utvecklar normalt 80 W. Övningen genomförs i tre steg:

Först en felfri Y-kopplad trefaslast, eleven gör ström- och spänningsmätningar. Vi skapar sedan ett avbrott i en faslast för att simulera ett fel. Samma ström- och spänningsmätningar görs där eleven ser skillnaderna. Övningen avslutas med en resistansmätning på de tre faslasterna.

Tips

Genom att skapa nya avbrott, och täcka över grundenheten kan eleven ges tillfälle att träna felsökning.

Ämnes- och kursmål som tillämpas i övningen

Ämnesmål

- U1 Kunskaper om elsystemets uppbyggnad och funktion.
- U2 Kunskaper om lik- och enfasväxelsströmskretsars uppbyggnad och funktion samt färdigheter i att mäta och beräkna elektriska storheter i dessa med belastningar av olika slag.
- U3 Kunskaper om trefassystems uppbyggnad och funktion samt färdigheter i att mäta och beräkna elektriska storheter i dessa med belastningar av olika slag.
- U6 Förmåga att söka och avhjälpa fel i trefassystem.

Praktisk ellära

- PC1 Elsystemets uppbyggnad och funktion från transformator till belastning.
- PC3 Elektriska storheter och samband.
- PC5 Skillnader mellan symmetrisk och osymmetrisk belastning.
- PC6 Olika spänningssystemens funktion inom distribution och industri.

Ellära 1

- 1C2 Elektriska storheter i lik- och enfasväxelsströmskretsar.
- 1C9 Olika mättekniker samt metoder för att analysera mätvärden och utföra felsökning och felavhjälpning.

Ellära 2

- 2C1 Trefassystemets uppbyggnad och funktion från transformator till belastning.
- 2C3 Skillnader mellan symmetrisk och osymmetrisk belastning.

17 Felsökning i D-kopplad trefaslast

Mål för övningen

Kunna redogöra för/besvara:	Kunna utföra:
Vilka elsäkerhetsrisker kan finnas i övningen?	Bedöma elsäkerhetsrisker i övningen.
Vilka konsekvenser får det om en D-kopplad last förändras från symmetrisk till osymmetrisk?	D-koppla trefaslast.
Hur kan man upptäcka att en av faslasterna i en D-kopplad trefaslast skadats?	Mäta spänningar och strömmar i D-kopplad trefaslast vid felsökning.
	Felsökning med kontinuitetsmätning.

Syfte och målsättning

Denna övning visar vad som händer om en av de tre faslasterna i en D-kopplad resistiv trefaslast faller bort eller skadas, så att dess effektutveckling (resistans) förändras. Här görs också en enkel felsökning. I övningen tänker vi oss ett trefas värmeelement i en varmvattenberedare. Paren med lampor U, V och W på grundenheten motsvarar de tre anslutna värmeelementen i trefaslasten.

Varje element (par med lampor) utvecklar normalt 80 W. Övningen genomförs i tre steg:

Först en felfri D-kopplad trefaslast, eleven gör ström- och spänningsmätningar. Vi skapar sedan ett avbrott i en faslast för att simulera ett fel. Samma ström- och spänningsmätningar görs där eleven ser skillnaderna. Övningen avslutas med en resistansmätning på de tre faslasterna.

Tips

Genom att skapa nya avbrott, och täcka över grundenheten kan eleven ges tillfälle att träna felsökning.

Ämnes- och kursmål som tillämpas i övningen

Ämnesmål

- U1 Kunskaper om elsystemets uppbyggnad och funktion.
- U2 Kunskaper om lik- och enfasväxelsströmskretsars uppbyggnad och funktion samt färdigheter i att mäta och beräkna elektriska storheter i dessa med belastningar av olika slag.
- U3 Kunskaper om trefassystems uppbyggnad och funktion samt färdigheter i att mäta och beräkna elektriska storheter i dessa med belastningar av olika slag.
- U6 Förmåga att söka och avhjälpa fel i trefassystem.

Praktisk ellära

- PC1 Elsystemets uppbyggnad och funktion från transformator till belastning.
- PC3 Elektriska storheter och samband.
- PC5 Skillnader mellan symmetrisk och osymmetrisk belastning.
- PC6 Olika spänningssystemens funktion inom distribution och industri.

Ellära 1

- 1C2 Elektriska storheter i lik- och enfasväxelsströmskretsar.
- 1C9 Olika mättekniker samt metoder för att analysera mätvärden och utföra felsökning och felavhjälpning.

Ellära 2

- 2C1 Trefassystemets uppbyggnad och funktion från transformator till belastning.
- 2C3 Skillnader mellan symmetrisk och osymmetrisk belastning.

18 N-ledarens funktion i elanläggningar

Mål för övningen

Kunna redogöra för/besvara:	Kunna utföra:
Vilka elsäkerhetsrisker kan finnas i övningen?	Bedöma elsäkerhetsrisker i övningen.
Vilken funktion har neutralledaren i en elanläggning?	
Vad händer med spänningar och strömmar om elanläggningens neutralpunkt har en annan potential än elnätets?	

Syfte och målsättning

Fremsta syftet är att eleven ska förstå att det är potentialskillnaden mellan elanläggningens neutralpunkt och transformatorns neutralpunkt driver ström i servisledningens N-Ledare. Man kan säga att detta är en potentialutjämning mellan elanläggningen och transformatorns neutralpunkter.

Denna förståelse är viktig att ha med sig när eleven senare ska förstå skyddsutjämning och vagabonderande strömmar.

Tips

Vi har bildmässigt försökt göra övningen så att det tydligt ska framgå att man här ska föreställa sig en elanläggning och en matande transformator. Men denna "illusion" kan behöva förstärkas genom verkliga exempel eleven kan relatera till.

Ämnes- och kursmål som tillämpas i övningen

Ämnesmål

- U1 Kunskaper om elsystemets uppbyggnad och funktion.
- U2 Kunskaper om lik- och enfasväxelsströmskretsars uppbyggnad och funktion samt färdigheter i att mäta och beräkna elektriska storheter i dessa med belastningar av olika slag.
- U3 Kunskaper om trefassystems uppbyggnad och funktion samt färdigheter i att mäta och beräkna elektriska storheter i dessa med belastningar av olika slag.
- U6 Förmåga att söka och avhjälpa fel i trefassystem.

Praktisk ellära

- PC1 Elsystemets uppbyggnad och funktion från transformator till belastning.
- PC3 Elektriska storheter och samband.
- PC5 Skillnader mellan symmetrisk och osymmetrisk belastning.
- PC6 Olika spänningssystemens funktion inom distribution och industri.
- PC7 TN-C-systemets och TN-S-systemets uppbyggnad, funktion och användning.
- PC9 Vagabonderande strömmars uppkomst och utbredning.

Ellära 1

- 1C2 Elektriska storheter i lik- och enfasväxelsströmskretsar.
- 1C9 Olika mättekniker samt metoder för att analysera mätvärden och utföra felsökning och felavhjälpning.

Ellära 2

- 2C1 Trefassystemets uppbyggnad och funktion från transformator till belastning.
- 2C3 Skillnader mellan symmetrisk och osymmetrisk belastning.

Ellära Praktiska övningar Elnätet i praktiken

Här kommer att kompletteras med beskrivningar av övningarna i övningsboken Elnätet i praktiken.

Ämnes och kursmål. Beteckningarna är inte Skolverkets utan interna i läromedlet.

	Ämnesmål
U1	Kunskaper om elsystemets uppbyggnad och funktion.
U2	Kunskaper om lik- och enfasväxelskretsars uppbyggnad och funktion samt färdigheter i att mäta och beräkna elektriska storheter i dessa med belastningar av olika slag.
U3	Kunskaper om trefassystems uppbyggnad och funktion samt färdigheter i att mäta och beräkna elektriska storheter i dessa med belastningar av olika slag.
U4	Kunskaper om uppkomsten av störningar och om deras verkan på elsystemet.
U5	Förmåga att söka och avhjälpa fel i lik- och enfasväxelskretsar.
U6	Förmåga att söka och avhjälpa fel i trefassystem.
U7	Kunskaper om säkerhetsfrågor och om bestämmelser och standarder inom elområdet.
	Praktisk ellära, centralt innehåll
PC1	Elsystemets uppbyggnad och funktion från transformator till belastning.
PC2	Elektriskt material, till exempel ledare, halvledare och isolatorer.
PC3	Elektriska storheter och samband.
PC4	Likströmskretsars och enfasväxelskretsars funktion.
PC5	Skillnader mellan symmetrisk och osymmetrisk belastning.
PC6	Olika spänningssystemens funktion inom distribution och industri.
PC7	TN-C-systemets och TN-S-systemets uppbyggnad, funktion och användning.
PC8	Elektriska och magnetiska fälts uppkomst och verkan.
PC9	Vagabonderande strömmars uppkomst och utbredning.
PC10	Skyddsledarens funktion och verkan.
PC11	Övertonearnas verkan på elnätet.
PC12	Kraftelektroniska utrustningars användning och verkan på nätet.
	Ellära 1, centralt innehåll
1C1	Ledare, halvledare och isolatorer.
1C2	Elektriska storheter i lik- och enfasväxelskretsar.
1C3	Grundläggande principer för motorer, generatorer och transformatorer samt för överföring av elenergi.
1C4	Elektrisk serie och parallellkoppling.
1C5	Lik- och enfasväxelström.
1C6	Elektriska och magnetiska fält.
1C7	Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC), övertoner och faskompensering.
1C8	Resistiva, induktiva och kapacitiva kretsar.
1C9	Olika mättekniker samt metoder för att analysera mätvärden och utföra felsökning och felavhjälpning.
	Ellära 2, centralt innehåll
2C1	Trefassystemets uppbyggnad och funktion från transformator till belastning.
2C2	Resistiva, induktiva och kapacitiva kretsar i trefasnät.
2C3	Skillnader mellan symmetrisk och osymmetrisk belastning.
2C4	Trefasmotorers och trefastransformatorers funktion och påverkan i trefassystemet.
2C5	Olika spänningssystemens funktion inom distribution och industri.
2C6	TN-C-systemets samt TN-S-systemets uppbyggnad, funktion och användning.
2C7	Elektriska och magnetiska fälts uppkomst och verkan.
2C8	Vagabonderande strömmars uppkomst och utbredning.
2C9	Skyddsledarens funktion och verkan.
2C10	Linjära och olinjära lasters verkan på uppkomsten av övertoner.
2C11	Kraftelektroniska utrustningars användning och funktion.
2C12	Filtering, stabilisering och andra åtgärder för att minska ledningsburna störningar.