

Strømlaben

Elektriske kretser i praksis – bygg, mål og analyser

KM9

■ Tesla og rotasjonsfeltet – ideen som kom i solnedgangen

En ettermiddag i 1882 gikk Nikola Tesla tur i en park i Budapest og resiterte Goethe. Plutselig – i det øyeblikket solen sank – fikk han synet klart for seg: et roterende magnetisk felt som ville gjøre vekselstrømmotoren mulig. Han tegnet skissen i sanden med en pind.

Det tok fem år å realisere ideen. I 1888 demonstrerte Tesla vekselstrøm-induksjonsmotoren for American Institute of Electrical Engineers. Det var starten på slutten for Edisons likestrøm-system. Hele vår moderne kraftinfrastruktur – generatorer, transformatorer, motorer – er basert på Teslas roterende felt.

Elektrisitet i praksis – strømlaben

Strømlaben er stedet der teori møter virkelighet. Her bygger og tester vi elektriske kretser, måler med instrumenter og utvikler intuisjon for hvordan elektrisitet oppfører seg. Sikkerhet er alltid førsteprioritet: aldri arbeid i en krets under spenning, bruk alltid riktig sikring, og la aldri strøm gå gjennom kroppen.

Tabell 1: Elektriske måleinstrumenter

Instrument	Måler	Kobles	Symbol	Viktig
Voltmeter	Spenning (V)	Parallelt med komponenten	V i sirkel	Høy indre resistans (trekker lite strøm)
Amperemeter	Strøm (A)	Serie i kretsen	A i sirkel	Lav indre resistans (gir lite fall)
Ohmmeter	Motstand (Ω)	Kobles fra kretsen	Ω	Mål aldri motstand i en aktiv krets
Multimeter	V, A, Ω og mer	Etter innstilling	Variabel	Alltid sjekk innstilling FØR tilkobling
Oscilloskop	Spenning over tid	Parallelt	Skjerm	Viser AC-bølgeform, frekvens

Ohms lov i praksis

Den viktigste ferdigheten i strømlaben er å verifisere Ohms lov: $U = R \times I$. Vi setter opp en krets med batteri, motstand og måleinstrumenter, varierer spenning eller motstand og måler den tilhørende strømmen. En graf av U mot I skal gi en rett linje gjennom origo – stigningen er R .

■ Sikkerhet i strømlaben

Sjekk alltid polene FØR tilkobling av batteri

Bruk riktig sikring – for høy strøm ødelegger komponenter

Kortslutning: aldri koble + direkte til – uten komponent (batteriet kan bli varmt og eksplodere)

LED: alltid med serieresistans – LED tåler maks 20-30 mA

Høy spenning (>24V): behandles av lærer, aldri elever alene

Kondensatorer: kan holde ladning lenge etter frakobling – lad alltid ut

Halvledere og enkle komponenter

I en moderne strømlab møter vi grunnleggende elektroniske komponenter: motstander (fargeringskode angir verdi), kondensatorer (lagrer ladning: $C = Q/U$, Farad), spoler/induktorer (lagrer magnetisk energi), dioder (strøm kun én vei – silisium-terskel $\sim 0,7V$), LED (Light Emitting Diode – avgir lys), transistorer (bryter/forsterker) og integrerte kretser (IC).

■ Forsøk 1: Verifiser Ohms lov eksperimentelt

Mål: Bygge en krets og verifisere at $U = R \times I$ ved ulike spenninger.

Utstyr: Batteri (variabel 1,5-9V eller lab-strømforsyning), motstandselement ($1k\Omega$), multimeter (V og A), ledninger, brødbrett.

Fremgangsmåte:

→ Bygg serie-krets: batteri → amperemeter → motstand → tilbake til batteri.

→ Koble voltmeter parallelt over motstanden.

→ Mål U og I ved 1,5V, 3V, 4,5V, 6V og 9V.

→ Tegn graf: U (y-akse) vs. I (x-akse). Beregn stigningen.

→ Sammenlign med den oppgitte R -verdien. Stemmer det?

Forventet resultat: Rett linje gjennom origo. Stigning $\approx R$ ($1k\Omega$). Bekrefter $U = R \times I$.

■ Forsøk 2: Bygg en LED-krets med riktig serieresistans

Mål: Beregne og verifisere riktig serieresistans for en LED.

Utstyr: 9V batteri, rød LED ($V_f=2V$, $I_f=20mA$), motstander (100Ω - $1k\Omega$), brødbrett, multimeter.

Fremgangsmåte:

→ Beregn nødvendig R: $R = (V_{\text{batteri}} - V_{\text{LED}}) / I_{\text{LED}} = (9 - 2) / 0,02 = 350 \Omega$.

→ Velg nærmeste standard-verdi: 390Ω .

→ Bygg krets: batteri → 390Ω → LED (riktig pol) → tilbake.

→ Mål strøm gjennom LED. Er den $< 30mA$?

→ Test med 100Ω og $1k\Omega$ i stedet. Hva skjer med lysstyrken?

Forventet resultat: Med 390Ω : ca. 17-18mA – innenfor trygg grense. LED lyser godt. Med 100Ω : for mye strøm, LED kan brenne.

■ Forsøk 3: Mål virkningsgraden til en liten DC-motor

Mål: Måle elektrisk inngangseffekt og mekanisk utgangseffekt.

Utstyr: Liten DC-motor (3-6V), batteri, voltmeter, amperemeter, snor, lodd (200g), linjal, stoppeklokke.

Fremgangsmåte:

→ Mål U og I til motoren under last: $P_{\text{inn}} = U \times I$.

→ Koble en snor med lodd til motorens aks.

→ Mål tid t for å heise loddet høyde $h = 0,3 \text{ m}$.

→ $P_{\text{ut}} = mgh/t = 0,2 \times 9,81 \times 0,3 / t$.

→ Virkningsgrad $\eta = P_{\text{ut}} / P_{\text{inn}} \times 100\%$. Typisk 40-70% for hobbymotor.

Forventet resultat: Resten (30-60%) blir varme i viklinger og friksjon i lager.

■ Oppgaver

■ Oppgave 1 (basis)

Forklar hvordan et voltmeter og amperemeter kobles i en krets. Hvorfor er det viktig at de har henholdsvis høy og lav indre resistans?

■ Oppgave 2 (basis)

En krets har 9V batteri og 3 motstander i serie: 100Ω , 220Ω og 470Ω . Beregn total motstand, strøm og spenning over hver motstand.

■ Oppgave 3 (middels)

En LED har framoverfall 2,1V og tåler maks 25mA. Beregn serieresistansen for 5V strømforsyning. Hva skjer hvis du glemmer serieresistansen?

■ Oppgave 4 (middels)

Forklar kondensatorens funksjon: hva lagrer den, hvordan lader og utlader den seg? Gi et praktisk brukseksempel.

■ Oppgave 5 (avansert)

Et praktisk kretsproblem: du har en 12V strømforsyning og vil drive 3 LED-er ($V_f=2V$, $I_f=20mA$) og en sumner (12V, 50mA). Tegn en krets som driver alle komponenter korrekt og beregn alle resistansverdier.

■ Oppsummering

Viktige punkter fra dette kapitlet:

- Strømlaben: teori møter praksis. Sikkerhet alltid først.
- Voltmeter: parallell (høy R). Amperemeter: serie (lav R). Ohmmeter: frakoblet.
- Ohms lov $U=R \times I$ verifiseres eksperimentelt med rett linje i U - I -graf.
- LED: alltid serieresistans. $R = (V_{bat} - V_{LED}) / I_{LED}$.
- Virkningsgrad motor: typisk 40-70%. Resten er varmetap.