



Laboration 1: Mätning av spänning och ström

1 Inledning

I den här laborationen ska studenten:

- bekanta sig med några instrument i labbet
- utföra ett antal mätningar på spänning och ström
- träna på att koppla på kopplingsplattan med Arduino Leonardo
- notera mätvärden i tabellform, rita diagram och reflektera kring dessa.

1.1 Utrustning

- 1st laborationsplatta med kopplingsdäck och Arduino Leonardo
- 1st likspänningsaggregat (Powerbox 3000)
- 2st multimetrar (Fluke 45)
- laborationskablar
- krokodilklämmor
- kopplingstråd (entrådig)
- 1st spänningsregulator LM317
- 1st temperatursensor LM35
- kanthaltråd (0.5 m)
- 1st elmotor
- 1st halogenlampa
- 1st fotoresistor
- 1st lysdiod

2 Moment 1: Spänningsmätning

Börja med att koppla en nätsladd till multimetern (Fluke 45) och spänningssätt multimetern genom att trycka in den gröna knappen nere till höger. Ni ska börja med att mäta likspänning. Därför behöver man ställa in multimetern för mätning av likspänning, vilket görs genom att trycka på följande knapp:



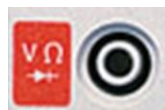
OBS! Innan man mäter måste man alltid ställa in multimetern för mätning av storheten ifråga, annars riskerar man att förstöra instrumentet! Det är även bra att alltid koppla in kablar (mätprobar) till multimetern först, innan man ansluter dessa till mätobjektet.

En spänning har man alltid mellan två punkter. Punkterna kallas spänningens positiva pol respektive negativa pol. Därför måste två sladdar kopplas till multimetern.

Den negativa polen (jord (GND) i vissa fall) ansluts till multimeterns anslutning som är märkt:



Den positiva polen ansluts till denna anslutning:



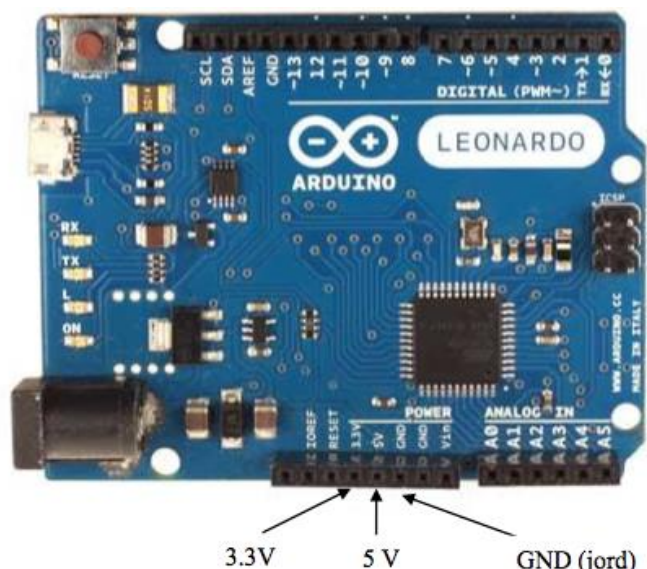
2.1 Grundläggande mätning

På laborationsplattan finns en enchipsdator, *Arduino Leonardo*, som kommer att användas senare under kursens gång. Nu ska vi endast mäta på några av kortets anslutningar.

Se till att enchipsdatorn får strömförsörjning genom att ansluta en USB-kabel mellan kortet och en dator. På enchipsdatorns kretskort finns anslutningar märkta 5V, 3.3V och GND (se Figur 2-1). 5V och 3.3V kan jämföras med pluspolen på ett batteri, medan GND kan betraktas som minuspolen.

Uppgift 2.1.1

Mät spänningen mellan 5V och GND. Vad visar multimetern?



Figur 2-1: Arduino Leonardo

Uppgift 2.1.2

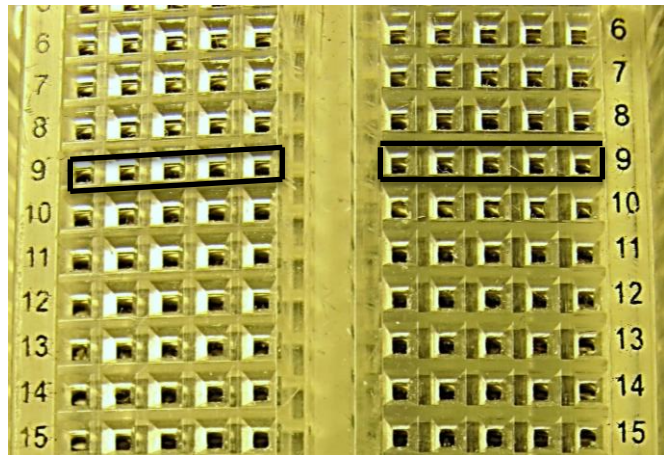
Mät spänningen mellan 3.3V och GND. Vad visar multimetern?

Uppgift 2.1.3

Låt GND utgöra pluspolen. Upprepa därefter mätningarna enligt föregående uppgifter. Spänningen som indikeras på multimetern bör visas denna gång tillsammans med ett minustecken. Med andra ord kan man använda multimetern för att avgöra vilken som är den positiva respektive negativa polen hos en spänningskälla.

2.2 Spänningsregulator LM317

På laborationsplattan finns en kopplingsplatta på vilken man kan ansluta elektroniska komponenter. Anslutningarna, d.v.s. hålen, är sammankopplade i grupper. Varje grupp utgörs av fem hål. I Figur 2-2 kan man se hur anslutningarna på rad 9 är elektriskt förbundna. Anslutningarna längs med raderna är inte sammankopplade hela vägen. I mitten skiljs de båda sidorna åt. Detta möjliggör att ansluta IC-kretsar med benen på varsin sida, vilket ni kommer få bekanta er med i kommande laborationer.



Figur 2-2: Laborationsplatta

Uppgift 2.2.1

Ta fram databladet för spänningsregulatorn (finns på It's Learning). Identifiera numreringen för komponentens stift. Montera spänningsregulatorn på kopplingsplattan i tre icke-förbundna hål, exempelvis rad 1, 2 och 3. Stift 1 ska kopplas till GND på Arduinokortet. På stift 2 ska ni mäta utkommande spänning. Stift 3 ska anslutas till matningsspänning, i detta fall 5V på Arduinokortet. Hur mycket spänning avger spänningsregulatorn?

2.3 Temperatursensor LM35

Precis som benämningen "temperatursensor" antyder, kan en sådan komponent användas för att mäta temperaturer. Temperaturen anges med en spänning, även kallad *signalspänning*.

Uppgift 2.3.1

Ta fram databladet för temperatursensorn. På första sidan finns en sammanfattning av sensorns egenskaper. För att kunna avläsa temperaturen som sensorn indikerar måste man veta hur man ska tolka signalspänningen. Hur många volt anges per grader Celcius?

Uppgift 2.3.2

Koppla in temperatursensorn på kopplingsplattan. Stift 1 ska matas med spänning (5 V) och stift 2 ansluts till jord. Signalspänningen mäts upp på stift 3. Hur stor är signalspänningen?

Uppgift 2.3.3

Utifrån svaren på föregående uppgifter kan man bestämma temperaturen. Vad är temperaturen i laborationssalen?

3 Moment 2: Mätning av ström



Figur 3-1: Powerbox 3000

Vi skall nu mäta elektrisk strömstyrka. Den här gången skall vi ta spänningen från ett likspänningsaggregat, Powerbox 3000 (se Figur 3-1). Med detta spänningsaggregat har man tillgång till två oberoende spänningar som kan varieras mellan 0 – 20V. På panelens mätare kan man avläsa spänningens storlek. Man kan också avläsa ström när en belastning kopplas till aggregatet. **OBS! Mätarna på panelen ska betraktas som indikatorer! I de fall man absolut måste förvissa sig om att en spänning eller ström är av en viss storlek ska man använda en multimeter.**

Spänningens storlek ställs in på det översta vredet (se röda ringar i Figur 3-1). Med det andra vredet (se blåa ringar i Figur 3-1) ställer man in den maximala ström som aggregatet ska kunna lämna. Skulle man råka koppla in en belastning som drar för mycket ström kompenserar aggregatet genom att sänka spänningen så att strömmen bara blir så

stor som strömvredet är inställt på. Låt strömvreden vara inställda på sina maxvärden (2.5 A).

För att mäta ström med multimetern Fluke 45 ska man, som alltid, ansluta den ena kabeln till:



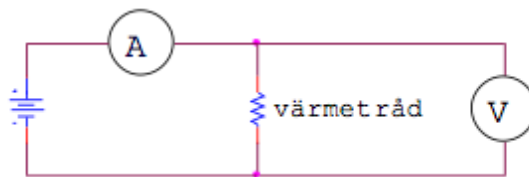
Den andra kabeln kan man koppla till två olika anslutningar, beroende på hur stor strömstyrka man ska mäta. I samband med strömmätningarna i denna laboration ska ni hela tiden ansluta till:



När man mäter ström passerar strömmen genom en säkring. I detta fall är denna säkring dimensionerad för att klara strömmar upp till 10 A. Om strömmätningen inte fungerar är det sannolikt att säkringen måste bytas.

3.1 Kanthaltråd

För att mäta ström i en krets behövs en belastning, annars kan det gå illa! Eftersom man mäter ström i serie med kretsen måste instrumentet ha en så låg resistans som möjligt. Om man endast kopplar in en amperemeter (alternativt en multimeter inställd för strömmätning) direkt till en spänningskälla, är



Figur 3-2: Krets med kanthaltråd



det precis som att kortsluta spänningskällan. Detta ska ni därför undvika!

Till att börja med ska ni använda kanthaltråd som belastning. Denna typ av tråd används som värmetråd i bland annat brödrostar.

Koppla samman spänningsaggregat, två multimetrar och kanthaltråd enligt Figur 3-2.

Uppgift 3.1.1

Sätt på spänningsaggregatet, men förvissa dig om att aggregatet är inställd på 0 V. Öka sedan spänningen tills strömmen blir 0.5 A. Notera spänningen.

Uppgift 3.1.2

Känn försiktigt på tråden. Den blir varm eftersom elektrisk energi övergår till termisk energi.

Sambandet mellan energi (E) och effekt (P) ges av:

$$P = U \cdot I$$

$$E = P \cdot t = U \cdot I \cdot t$$

Beräkna effekten (W) och energi (J - joule, alternativt Ws - wattsekund). Anta att tiden är $t = 1$ s.

Uppgift 3.1.3 (redovisas i rapport)

I denna uppgift ska ni stegvis mäta strömmen i kretsen (kopplad enligt Figur 3-2) vid spänningsvärdena 1 – 5 V. Utifrån spänningen och strömmen ska ni beräkna resistansen. Dessa mätvärden ska föras in Excel (eller motsvarande applikation) och plottas i två olika diagram. Det ena diagrammet ska ha strömmen på Y-axeln, det andra diagrammet ska ha resistansen på Y-axeln. Spänningen ska utgöra X-axeln i bägge diagram, vars intervall ska vara 0 – 5 V.

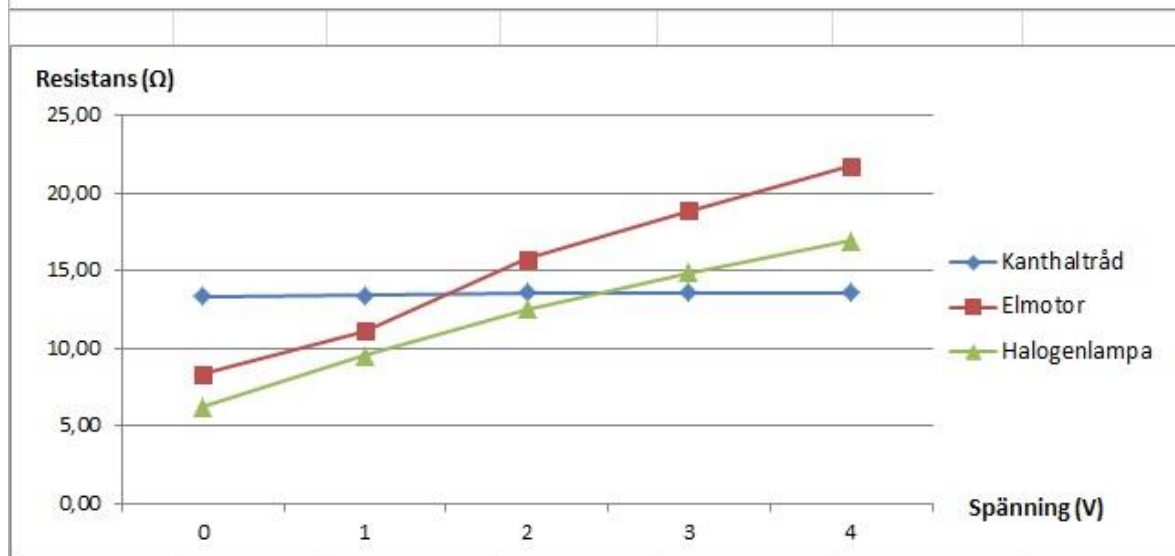
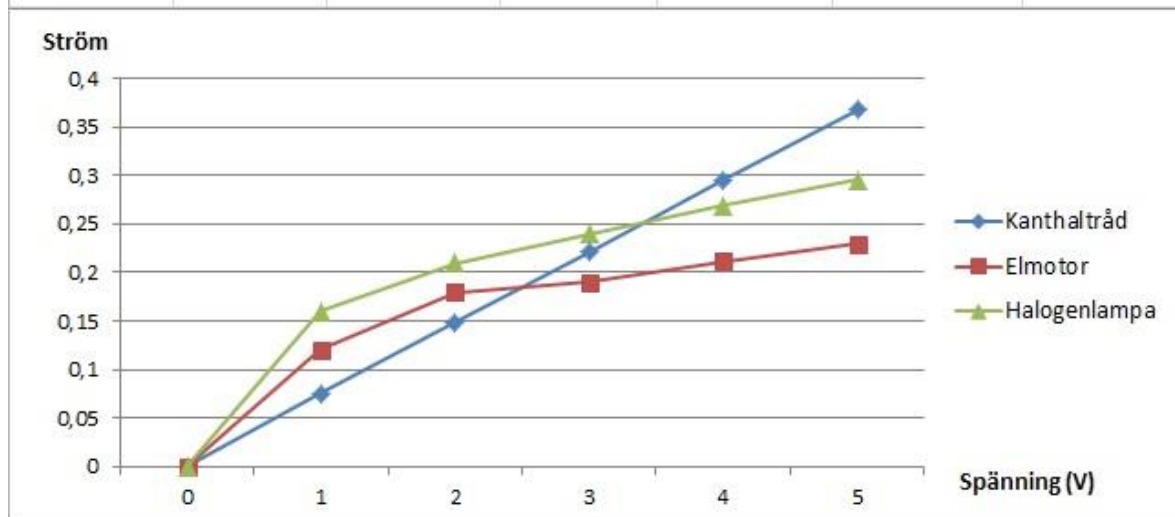
Eftersom liknande mätningar även ska göras för en elmotor (Uppgift 3.2.1) och en halogenlampa (Uppgift 3.3.1) så kan ni ha alla värden samlade i samma Excelark. Figur 3-3 är ett förslag på hur tabell och diagram kan utformas.

Tips! Om ni utökar mätningarna med steg om 0.5 V är det möjligt att diagrammen blir mer givande att analysera i kommande uppgifter (Uppgift 3.1.4, 3.2.2 och 3.3.2).

Uppgift 3.1.4 (redovisas i rapport)

Vilka slutsatser kan ni dra av era mätningar och beräkningar? Förslagsvis tar ni först reda på kanthaltrådens egenskaper och relaterar detta till mätvärdena. Vad kan man påstå om trådens temperaturkoefficient?

Spänning (V)	Kanthaltråd		Elmotor		Halogenlampa	
	Ström (A)	Resistans (Ω)	Ström (A)	Resistans (Ω)	Ström (A)	Resistans (Ω)
0	0	-	0	-	0	-
1	0,075	13,33	0,12	8,33	0,16	6,25
2	0,149	13,42	0,18	11,11	0,21	9,52
3	0,221	13,57	0,19	15,79	0,24	12,50
4	0,295	13,56	0,212	18,87	0,269	14,87
5	0,368	13,59	0,23	21,74	0,295	16,95



Figur 3-3: Mätningar av ström i tabell och diagram

3.2 Elmotor

Uppgift 3.2.1 (redovisas i rapport)

Ersätt kanthaltråden med en elmotor. **Var försiktig – tråden kan vara varm!** I övrigt ska kretsen vara likadan. Gör liknande mätningar som för kanthaltråden. Använd samma spänningsintervall.

Uppgift 3.2.2 (redovisas i rapport)

Vilka slutsatser kan ni dra av era mätningar och beräkningar? Relatera detta till era observationer – när började motorn rotera? Redogör kortfattat för relationen mellan mekanisk energi och elektrisk energi.



3.3 Halogenlampa

Uppgift 3.3.1 (redovisas i rapport)

Ersätt motorn med en halogenlampa. I övrigt ska kretsen vara likadan. Gör liknande mätningar som i tidigare uppgifter. **Var försiktig – halogenlampan kan bli varm!**

Uppgift 3.3.2 (redovisas i rapport)

Vilka slutsatser kan ni dra av era mätningar och beräkningar? Relatera detta till era observationer – när började lampan lysa? Hänvisa till lampans egenskaper (bl.a. temperaturkoefficienten).

4 Moment 3: Fotoresistor

Nu ska ni bekanta er med en fotoresistor, vars resistans varierar med ljuset.

Uppgift 4.1 (redovisas i rapport)

Mät resistansen och beskriv hur denna komponent fungerar.

Uppgift 4.2 (redovisas i rapport)

Kan ni komma på någon eller några produkter som använder sig av fotoresistorer? Beskriv kortfattat hur dessa tillämpningar fungerar.

5 Moment 4: Lysdiod

En lysdiod är en elektronisk komponent som oftast används som någon form av indikator, exempelvis på instrumentpaneler eller stereoapparater.

Uppgift 5.1 (redovisas i rapport)

Vad har lysdioden för symbol i kretsscheman? Vilken ände är anod respektive katod i denna symbol? Ange även två olika sätt att avgöra vad som är anod respektive katod genom att titta på en lysdiod.

Uppgift 5.2 (redovisas i rapport)

Anslut en lysdiod till spänningsaggregatet samt två multimetrar för att mätning av ström och spänning. Variera spänningen och mät i olika steg som ni anser är lämpliga. Strömmen genom lysdioden ska variera mellan 0 – 20 mA. Redovisa mätvärden och ett diagram i Excel (eller motsvarande applikation). Spänningen ska vara på X-axeln och strömmen på Y-axeln.

Uppgift 5.3 (redovisas i rapport)

Redogör för sambandet mellan lysdiodens spänning och ström (utifrån era mätvärden). Hur utvecklar sig kurvan i ert diagram?

Uppgift 5.4

Vanligtvis kopplar man en lysdiod i serie med en resistor eftersom man inte vill att lysdioden går sönder. Välj en strömstyrka från era mätvärden i uppgift 5.2 där lysdioden lyser tillräckligt starkt. Kalla denna strömstyrka för I . Denna strömstyrka erhöles vid en viss spänning. Kalla denna för U_{LED} . Spänningen över resistorn kan ni kalla för U_R . Kretsen ska matas med spänningen $U = 5\text{ V}$. Kretsens totala spänning kan därmed uttryckas enligt sambandet:

$$U = U_{LED} + U_R$$

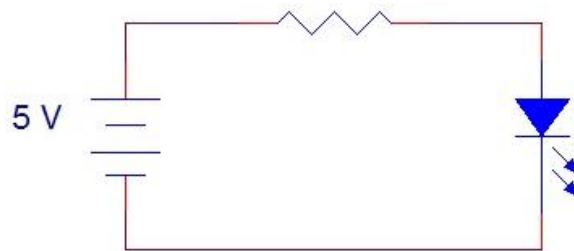
Resistorns värde, vilket benämns som R , kan därefter beräknas utifrån följande samband:

$$U_R = I \cdot R$$

Beräkna resistorns värde.

Uppgift 5.5

Koppla enligt Figur 5-1. Mät spänningen över lysdioden och jämför detta med det beräknade värdet.



Figur 5-1: Krets med lysdiod

Fördjupande uppgifter (görs om tid finns)

6 Moment 5: Kortslutning

Man ska helst undvika att kortsluta en spänningskälla, som exempelvis ett batteri, eftersom man riskerar att förstöra objektet ifråga. Kortslutning uppstår när man kopplar förbi en del av en krets genom att ansluta en spänningsförande ledare till en annan ledare med lägre potential. Om det saknas belastning i den "nya" kretsen så inträffar helt plötsligt, på grund av låg resistans, en mycket snabb och kraftig ökning av strömmen. Eftersom strömmen blir väldigt stor så kan man även konstatera att det går åt väldigt mycket energi. En del av den här energin omvandlas till värme, som kan medföra att komponenter går sönder eller i värsta fall orsakar en brand. För att förhindra olyckor så använder man säkringar, som är anpassade för att tåla en viss strömstyrka. Om strömmen överskrider en viss nivå så bränns tråden i säkringen och kretsen bryts, vilket är att föredra. Därför är det viktigt att en säkring är anpassad för kretsens maximala belastning samt för den effekt som kretsens komponenter faktiskt klarar av.

För att förstå detta lite bättre så bör ni reflektera över teorin avseende Ohms lag: $U = I \cdot R$

Uppgift 6.1

Utifrån sambandet $U = I \cdot R$ kan man räkna ut spänning. Skriv om sambandet så att man kan beräkna ström.

Uppgift 6.2

Observera sambandet mellan ström, spänning och resistans. Vad händer med strömmen om resistansen helt plötsligt blir lägre?

Uppgift 6.3

En god elektrisk ledare bör ha låg resistans. Mät resistansen på en laborationskabel (max. längd 1m).

Uppgift 6.4

Föreställ dig att du kortsluter ett spänningsaggregat som är inställd på 20 V, genom att använda sladden vars resistans du precis har mätt. Hur stor blir strömmen? OBS! Prova inte!

Strömmen som du räknar ut är endast teoretisk. Spänningsaggregatet är konstruerat så att strömmen begränsas för att förhindra att det går sönder. Men det är inte säkert att liknande "säkerhetsfunktioner" finns i andra apparater. Var försiktig med elektricitet!

7 Moment 6: Kanthaltråd

Nu ska ni återigen göra mätningar på kanthaltråden. Men innan ni börjar så bör ni förvissa er om att tråden har svalnat sedan föregående laborationsmoment.

Uppgift 7.1

Mät trådens längd.

Uppgift 7.2

Fäst krokodilklämmor i kanthaltrådens ändar och mät resistansen.



Uppgift 7.3

Prova att flytta den ena krokodilklämman till mitten av tråden. Vad händer med resistansen? Varför?

Uppgift 7.4

En väsentlig egenskap hos en elektrisk ledare handlar om hur god ledningsförmåga den har. För detta används begreppet *resistivitet*. Resistiviteten för en ledare anges genom att sätta ett värde på dess resistans på en 1 meter lång tråd med tvärsnittsarean 1 mm^2 . Detta betecknas med ρ (grekiska bokstaven *rho* - uttalas "rå"). Ju lägre resistivitet, desto bättre elektrisk ledare. Sambandet mellan resistans och resistivitet ges av

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$$

där beteckningarna står för:

- R : resistans (Ω)
- ρ : ledarens resistivitet ($\Omega \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$ alternativt Ωm)
- l : ledarens längd (m)
- A : ledarens tvärsnittsarea (mm^2)

Skriv upp en formel, utifrån det givna sambandet, så att man kan beräkna resistiviteten.

Uppgift 7.5

Räkna ut resistiviteten.

8 Moment 7: Elmotor

Koppla en krets där elmotorn drivs av ett spänningsaggregat inklusive en multimeter som mäter strömmen. Spänningsaggregatet ska vara inställt på 5 V och reglaget för maximal ström ska ha den högsta inställningen.

Uppgift 8.1

När elmotorn körs ska ni testa att vrida reglaget för maximal ström neråt, till cirka "kl.9" (om man jämför med en urtavla). Vrid reglaget försiktigt, precis till gränsen där ni märker att motorns varvtal börjar minska. Behåll inställningen och testa att öka spänningen. Vad händer? Varför?

Uppgift 8.2

Behåll inställningen för maximal ström. Testa nu att bromsa motorn genom att nypa åt lite lätt med fingrarna på motorns axel. Vad händer? Varför?

Uppgift 8.3

Vrid ner spänningsreglaget till minimal inställning och vrid sedan upp strömreglaget till maximal inställning. Därefter kan ni vrida upp spänningen till 5 V igen. När motorn snurrar igen så ska ni anteckna strömmen.

Uppgift 8.4

För att återkoppla till föregående uppgift så ska ni återigen bromsa motorn med fingrarna. Försök att bromsa med så jämn belastning som möjligt, åtminstone under en sekund. Hur stor blir strömmen?



Uppgift 8.5

Precis som ni har noterat så ökar strömmen, men varför?

Uppgift 8.6

Ställ upp en formel, i en så enkel form som möjligt, för att räkna ut hur mycket extra energi (i procent) som krävs för driva motorn när den bromsas.

Uppgift 8.7

Räkna ut hur mycket extra energi som krävs.