Projekt Arduino: fysiske og virtuelle modeller

Lærervejledning og elevvejledninger til øvelser

## Indhold

[Lærerintroduktion til materialet 1](#_Toc187761308)

[Øvelse 0 (fællesøvelse i klassen): Eleverne som elektroner i et elektrisk kredsløb 3](#_Toc187761309)

[Øvelse 1 (kun fysiske modeller): Karakteristik af komponenter 5](#_Toc187761310)

[Øvelse 2 (kun virtuelle modeller): Introduktion til Tinkercad Circuits 7](#_Toc187761311)

[Øvelse 3a (fysisk og virtuel model): Seriekobling 9](#_Toc187761312)

[Øvelse 3b (fysisk og virtuel model): Parallelkobling 11](#_Toc187761313)

[Øvelse 4 (fysisk og virtuel model): Trykknap og LEDs 13](#_Toc187761314)

[Øvelse 5 (fysisk og virtuel model): Spændingsdeler med fotoresistor 15](#_Toc187761315)

[Afleveringsopgave: videoaflevering om kredsløb med fotoresistor 20](#_Toc187761316)

# Lærerintroduktion til materialet

OBS! Seneste version af materialet kan findes på hjemmesiden: <https://www.pmtlab.dk/arduino/fysiske-og-virtuelle-modeller>

Indeværende undervisningsmateriale er beskrevet i en artikel i LMFK-bladet oktober 2022, her kan du læse mere om perspektivet til virtuelle modeller i forskning og industri, samt introduktion til Tinkercad Circuits platformen, og forklaring af kredsløb med fotoresistor, som er den sidste elevopgave i dette materiale.

Materialet dækker et helt forløb med elektriske kredsløb inkl. kredsløb med sensorer. Materialet forudsætter ikke tidligere arbejde med elektriske kredsløb. Det kan være en god idé at supplere øvelserne i dette materiale med tavlegennemgang, klassediskussioner og teoretiske opgaver (særligt ved elever der påtænker fysik på A-niveau), specielt Kirchhoff’s love for strømme og spændingsfald i elektriske kredsløb og evt. udledning af erstatningsresistans for serie- og parallelkoblinger. Bemærk at afsat effekt i komponent og Joules lov ikke er belyst i øvelserne i dette materiale. Man kan med fordel gennemgå det teoretisk undervejs i forløbet og snakke om hvorfor det er vigtigt med en resistor i serie med en LED for at den ikke brænder af.

Øvelserne til eleverne er indeholdt i dokumentent ”ELEVARK Arduino fysiske og virtuelle modeller PMT…docx”. Elever kan få hele elevdokumentet fra start eller man kan med fordel klippe de enkelte øvelser ud og dele dem med eleverne undervejs f.eks. i Onenote Klassenotesbog. Bemærk at Elevarket opdateres hyppigere end denne lærervejledning, så tjek altid seneste version af øvelserne i elevarket.

Materialet kan frit redigeres og klippes til efter eget behov.

Det er en rigtig god idé som lærer selv at gennemgå alle øvelser både fysisk og virtuelt inden man introducerer materialet til eleverne. Der er mange små ting der kan gå galt, og det er værd selv at oplevede en god del af dem, inden eleverne møder dem.

Kommentarer, rettelser, forslag, ros, erfaringer mm. modtages gerne på [mu@msg-gym.dk](mailto:mu@msg-gym.dk)

Peter Muller Tribler  
Lektor ved Midtsjællands Gymnasium

## Acknowledgements

Kredsløbet med fotoresistoren er en simplificering af projektet ”Light Theremin” fra ”The Arduino Projects book” som er en del af ”The Arduino Starter Kit”.   
Tak til Michael Marquez Nygaard for at dele sit undervisningsmateriale til at arbejde med Tinkercad Circuits under første coronanedlukning i april 2020. Det var inspiration til indeværende undervisningsmateriale.

## Lærervejledning til øvelser

Herunder følger uddybende lærervejledning til de enkelte øvelser og facitbesvarelser. Specielt vejledning til øvelse 2 er essentiel ift. at oprette brugerkonti til eleverne på Tinkercad Circuits.   
Vær opmærksom på at nogle af øvelserne er opdateret i en lettere omskrevet version i Elevarket, men facitbesvarelserne er lavet ud fra en tidligere version af øvelserne, derfor kan der være forskelle.

# Øvelse 0 (fællesøvelse i klassen): Eleverne som elektroner i et elektrisk kredsløb

## Øvelse 0: Lærervejledning

**Komponenter:**

* Elever
* Borde
* Chokolade eller anden ”energibærer”.
* Plastikkrus eller lignende til forhindring.
* Evt. overtrækstrøjer til personer der agerer spændingskilde, amperemeter, voltmeter.

Denne er en fællesøvelse i klassen der introducerer de grundlæggende begreber og giver eleverne en kropslig oplevelse som man senere kan referere til i arbejdet med elektriske kredsløb.

Der dannes en halvcirkel af bordet i klassen, sammen med en halvcirkel tegnet på gulvet dannes denne et cirkulært kredsløb. Læreren er spændingskilden og står ved starten af bordenes halvcirkel, med en pose chokolader eller anden ”energibærer”. Nogle krus/stativer/lignende stilles som forhindring på det sidste bord i halvcirklen, det repræsenterer en resistor. Eleverne er ledningselektroner i kredsløbet, og fordeler sig i kredsløbet i en lukket kreds, derved nogle på bordene og andre på gulvet.

Eleverne begynder at gå rundt i kredsløbet. Ved læreren (spændingskilden) får de chokolade og derved energi. Den øgede elektrisk potentielle energi repræsenteres ved at de stiger op på bordet. Ved forhindringen (resistoren) mister eleverne energi, repræsenteret ved at de stiger ned fra bordet. Undervejs italesættes faglige begreber; elektrisk potentiel energi, spændingsfald, strømstyrke, resistans, evt. afsat effekt.

Herefter udnævnes to elever til at være et amperemeter (giv dem gerne overtrækstrøjer). De danner en bro med armene over eleverne i kredsløbsløbet og ”tæller antallet af elektroner der passerer i et givent tidsinterval”. Det italesættes at amperemeteret er koblet i serie med resistoren og det skal have en lav resistans for ikke af påvirke strømmen i kredsløbet.

Herefter udnævnes to elever til at være et voltmeter (giv dem gerne en anden farve overtrækstrøjer). De stilles sig på siden af kredsløbet, én før forhindringen og en efter forhindringen. De spørger begge de forbipasserende elektroner hvor meget energi de har, og ved at sammenligne deres målinger kan de afgøre hvor meget den elektriske potentielle energi af elektronerne er faldet ved resistoren og derved spændingsfaldet over den. Det italesættes at voltmeteret er koblet parallelt med resistoren og det skal have en høj resistans for at elektronerne ikke vælger at løbe igennem voltmeteret i stedet for resistoren.

Man kan evt. også italesætte at resistoren bliver varm pga. den elektrisk potentielle energi omdannes til termisk energi, med uddybelse af hvordan den afsatte effekt beregnes. Dette kan dog også være for meget at introducere på én gang, og derfor er det ikke inkluderet i arbejdsspørgsmålene til øvelsen.

## Øvelse 0: facitbesvarelse

I denne opgave skal I afprøve på egen krop hvordan det er at være elektron i et elektrisk kredsløb. Besvar arbejdsspørgsmålene efter I har lavet den fælles øvelse i klassen.

## Arbejsspørgsmål:

1. Hvad sker der med elektronen ved spændingskilden?  
   Elektronerne øger der elektrisk potentielle energi.
2. Hvad sker der med elektronen ved resistoren?

Elektronerne afgiver elektrisk potential energi. Elektrisk energi omdannes til termisk energi.

1. Hvilke størrelser er bevarede i et elektrisk kredsløb?  
   Antal elektroner og dermed ladning er bevaret i det elektriske kredsløb.
2. Hvilken funktion har et amperemeter? Hvad gælder der om den indre modstand i et amperemeter?  
   Amperemeter måler ladning der passerer et tværsnit af ledningen per sekund. Amperemeter er koblet i serie med kredsløbets komponenter, og derfor skal den indre modstand være meget lille for ikke at påvirke den elektriske strøm som den måler.
3. Hvilken funktion har et voltmeter? Hvad gælder der om den indre modstand i et voltmeter?  
   Voltmeteret måler spændingsfaldet over en komponent, dvs. forskel i elektronernes elektriske potentiale, hvilket er elektrisk potentiel energi per ladning, V=J/C. Voltmeteret er koblet parallelt med kredsløbets komponent og skal derfor have en høj indre resistans for at der ikke løber en betydelig del af den elektriske strøm gennem voltmeteret.

|  |  |
| --- | --- |
| Diagram: | Sproglig beskrivelse:  Kredsløb med en spændingskilde og en resistor. Et amperemeter er koblet i serie med resistoren og et voltmeter er koblet parallelt med resistoren. |

# Øvelse 1 (kun fysiske modeller): Karakteristik af komponenter

## Øvelse 1: lærervejledning

LED’er og glødepærer kan have lidt forskellige tolerancer ift. maksimal spænding og strømstyrke. Det kan derfor være en god idé at lave en karakteristik på dem I har og ændre på maksimal spænding i vejledningen til elever.

## Øvelse 1: facitbesvarelse

I denne opgave skal vi undersøge sammenhængen mellem spændingsfaldet over en komponent og strømstyrken, dette kaldes en (U,I)-karakteristik.

## Komponenter

* Strømforsyning
* To multimetre
* Komponentholder
* Resistor
* LED
* Glødepære

**OBS! Maks. 5 V på resistor og LED, maks. 10 V på glødepærer.**

## Arbejsspørgsmål:

1. Byg for hver komponent en fysisk model, og udfyld alle tomme felter i tabellen herunder.
2. Beskriv (U,I)-karakteristikken for hver komponent, dvs. beskriv hvordan strømstyrken ændrer sig når spændingsfaldet vokser.
3. Konkluder for hver komponent om den følger Ohms 1. lov. Bestem resistansen for de komponenter der følger Ohms lov ved at lave regression med Ohms lov.
4. Beskriv hvordan resistansen af hver komponent ændrer sig når spændingen vokser.

## Resistor

|  |  |
| --- | --- |
| Diagram: | Sproglig beskrivelse:  Kredsløb med en variabel spændingskilde og en resistor. Et amperemeter er koblet i serie med resistoren og et voltmeter er koblet parallelt med resistoren. |
| Fysisk model: | (U,I)-karakteristik:    Følger Ohms lov. Resistans konstant ift. U. (så længe U ikke bliver for høj) |

## Glødepære

|  |  |
| --- | --- |
| Diagram: | Sproglig beskrivelse: |
| Fysisk model: | (U,I)-karakteristik:    Følger ikke Ohms lov. Resistans stiger når U stiger, fordi glødetråden i pæren bliver varm. |

## LED

|  |  |
| --- | --- |
| Diagram: | Sproglig beskrivelse: |
| Fysisk model: | (U,I)-karakteristik:    Følger ikke Ohms lov. Ingen strøm op til tærskelspænding på omkring 2 V. Meget høj resistans ved lave spændinger, resistans falder ved tærskelspænding, resistans stiger igen omkring 4 V, hvilket er en for høj spænding til LED, her risikerer man at den brænder af. |

# Øvelse 2 (kun virtuelle modeller): Introduktion til Tinkercad Circuits

## Øvelse 2: lærervejledning

Når eleverne skal bruge onlineplatformen Tinkercad Circuits kan de enten selv oprette en konto, eller man kan som lærer oprette et hold og konti til alle eleverne. Fordelen ved det sidste er at eleverne får nemmere adgang til platformen, uden at skulle udfylde personlige informationer, og læreren får adgang til at se elevernes projekter, hvilket kan være nyttigt ift. at følge med i elevernes proces.

Herunder følger vejledning til at oprette et hold med elever. Processen vises også på video på følgende link: <https://youtu.be/YPiQD5lZLUU>

* Klik ind på <https://www.tinkercad.com/>
* Klik ”Sign up”, vælg ”Educator” og opret en konto.
* Opret klasse og tilføj eleverne evt. ved at kopiere liste af navne fra Lectio via Excel (se video).
* Lav skærmklip af liste med elevernes autogenererede ”Nicknames”.
* Indsæt link til ”join class” og liste over nicknames i elevejledningen til Øvelse 2.

OBS! Husk også til sidst at indsætte link til elever ved at trykke ”Class Code” og derefter ”Copy link”, og indsæt link i øvelsesark til eleverne. Vises ikke i videoen.

## Øvelse 2: facitbesvarelse

Formålet med denne øvelse er at lære hvordan man bruger onlineplatformen Tinkercad Circuits.

## Del 1: Få adgang til Tinkercad Circuits med dit personlige ”nickname”

[Lærervejledning til at oprette hold se videovejledning her: <https://youtu.be/YPiQD5lZLUU> ]

1. Start med at gå ind på siden [LINK TIL ”JOIN CLASS” INDSÆTTES AF LÆRER]
2. Tryk ”join with nickname” og indtast dit personlige ”nickname” (se liste) og tryk ”that’s me!”.

Liste over personlige nicknames:

[SKÆRMKLIP AF LISTE MED ELEVERNES NICKNAMES INDSÆTTES AF LÆRER]

## Del 2: Tips og tricks til Tinkercad

Herunder er en liste over tips og tricks til arbejde i Tinkercad Circuits.  
Nogle er disse er også forklaret og demonstreret i video på følgende link: <https://youtu.be/-zNjihw24hY>   
Afprøv selv de forskellige ting i Tinkercad Circuits.

* Navngiv projekter: øverst til venstre, der står et fjollet navn i forvejen som er autogenereret, bare ændre det ved at klikke på det.
* Roter component: “r”
* Fjern component: “delete”
* Farve på wire: tallene fra 0-9, 1 er sort og 2 er rød.
* Tilføj “bøjepunkt” på wire: ”dobbeltklik”
* Hold tryknap nede: ”shift+click” (release med click)
* LED: det bøjede ben skal forbindes til batteriets ”+”-pol (eller en port Arduino, IKKE til ”GND” (ground, ”-”-pol”)

Når du har afprøvet de forskellige Tips og Tricks herover er du klar til dine første øvelser i Tinkercad Circuits, de kommer herunder i del 3.

## Del 3: Indledende øvelser med kredsløb i Tinkercad Circuits

I skal nu gennemgå nogle indbyggede opgaver i Tinkercad circuits, hvorefter I skal i gang med at bygge jeres egne kredsløb.  
Herunder er beskrevet de øvelser I skal igennem, og I kan se en demonstration af hvordan man kommer i gang på følgende link: <https://youtu.be/Fd1pCqlksSk>

1. Gå ind på ”Learning center circuits” med via ”Tinker” (i toppen) - ”Learning center” - under ”Learn Circuits” tryk ”View All”)

Gennemgå nu følgende tutorials:

* 1. ”Start simulating”
  2. ”Editing components”
  3. ”Wiring components”
  4. ”Adding components”
  5. ”Introducing the Breadboard”
  6. ”Ohms law”
  7. ”Series and parallel circuits”

1. Når du har været igennem alle de ovennævnte tutorials er du klar til at bygge dit eget kredsløb.

Klik nu på ”Tinkercad”-logoet øverst til venstre. Det bringer dig tilbage til dit skrivebord.   
Prøv nu at bygge dit eget kredsløb ved at trykke på ”circuits” og tryk ”Create new circuit”

Du kan bygge ud fra din egen idé eller prøve at bygge et af følgende to forslag. Brug gerne et breadboard når du bygger.

1. Et lyssignal med en rød og en grøn LED, hvor den røde altid lyser og den grønne kun lyser hvis du trykker på en knap (pushbutton).
2. Et kredsløb med en lampe og en fotoresistor, hvor lampen lyser stærkere, hvis en fotoresistor modtager lys. (Start simuleringen og klik derefter på fotoresistoren for at ændre lysstyrken på den.)

# Øvelse 3a (fysisk og virtuel model): Seriekobling

## Øvelse 3a og 3b: Lærervejledning

I disse øvelser er det en god idé forinden at demonstrere for eleverne hvordan man kobler et amperemeter og et voltmeter til kredsløbet på fumlebrættet, både i den fysiske model og i den virtuelle model. Specielt den fysiske model kan give udfordringer.

Der er videovejledning til øvelsen (12 min), som fremgår af seneste version af elevarket. Denne kan man evt. bede eleverne se som lektie.

Disse øvelser hænger godt sammen med Kirchhoff’s love for strømme og spændingsfald i elektriske kredsløb og evt. udledning af erstatningsresistans for serie- og parallelkoblinger, som kan gennemgås før eller efter øvelserne.

## Øvelse 3a: facitbesvarelse

**OBS! Væsentlige ændringer i Elevarket ift. nedenstående eksempel på besvarelse af ældre version af elevarket.**

I denne opgave skal vi se på seriekobling af komponenter. Vi bruger Arduinoens 5V port og Ground (GND) port til at lave et konstant spændingsfald på 5V over kredsløbet. Vi skal måle spændingsfald og strømstyrke i kredsløbet.

På nedenstående link kan I se hvordan man bruger et multimeter til at måle på kredsløbet på breadboard, både i den virtuelle model og den fysiske model.  
Link til videovejledning: <https://youtu.be/mBWI0BmQrSE>

## Komponenter

* Resistor
* Resistor

## Arbejdsspørgsmål:

1. Byg en fysisk model og en virtuel model, og udfyld alle tomme felter i tabellen herunder.
2. Hvad er spændingsfaldet over hver resistor og over hele kredsløbet?
3. Hvad er strømmen gennem hver resistor og gennem hele kredsløbet?
4. Opstil en ligning der relaterer .
5. Opstil en ligning der relaterer .
6. Beregn den samlede resistans i kredsløbet ud fra Ohms lov, spændingsfaldet over hele kredsløbet og strømmen gennem hele kredsløbet. Sammenlign resultatet med resistansen af de enkelte resistorer i seriekoblingen.  
    dvs. ca. lig summen af de to resistorer.

|  |  |
| --- | --- |
| Diagram: | Sproglig beskrivelse:  Et kredsløb med en fast spændingskilde med , og to resistorer koblet i serie med resistanser hhv. og . |
| Fysisk model: | Virtuel model: |

# Øvelse 3b (fysisk og virtuel model): Parallelkobling

## Øvelse 3b: lærervejledning

Se under øvelse 3a

## Øvelse 3a: facitbesvarelse

**OBS! Væsentlige ændringer i Elevarket ift. nedenstående eksempel på besvarelse af ældre version af elevarket.**

I denne opgave skal vi se på parallelkobling af komponenter.

## Komponenter

* Resistor
* Resistor

## Arbejsspørgsmål:

1. Byg en fysisk model og en virtuel model, og udfyld alle tomme felter i tabellen herunder.
2. Hvad er spændingsfaldet over hver resistor og over hele kredsløbet?

Måler fra 5,0 V til 4,8 V afhængig af hvor jeg sætter kontakterne.

1. Hvad er strømmen gennem hver resistor og gennem hele kredsløbet?
2. Opstil en ligning der relaterer .
3. Opstil en ligning der relaterer .
4. Beregn den samlede resistans i kredsløbet ud fra Ohms lov, spændingsfaldet over hele kredsløbet og strømmen gennem hele kredsløbet. Sammenlign resultatet med resistansen af de enkelte resistorer i parallelkoblingen.  
    dvs. mindre end hver resistor.

|  |  |
| --- | --- |
| Diagram: | Sproglig beskrivelse:  Et kredsløb med en fast spændingskilde med , og to resistorer koblet parallelt med resistanser hhv. og . |
| Fysisk model: | Virtuel model: |

# Øvelse 4 (fysisk og virtuel model): Trykknap og LEDs

## Øvelse 4: Lærervejledning

Der er videovejledning til øvelsen, som fremgår af seneste version af elevarket.

## Øvelse 4: facitbesvarelse

**OBS! Væsentlige ændringer i Elevarket ift. nedenstående eksempel på besvarelse af ældre version af elevarket.**

I denne opgave skal vi undersøge hvordan man kan bruge programmering til at styre elektriske kredsløb med Arduino mikrocontroller.

Note! Port 13 er forbundet til gnd via en resistor for at sikre at den måler 0 V (”Low”), når trykknappen ikke er trykket ned. (Dette kaldes en ”pulldown resistor”)

Link til download af Arduino IDE programmet: <https://www.arduino.cc/en/software>   
Koden laves med blokprogrammering i Tinkercad og ved at trykke ”Blocks+text” i Tinkercad kodevinduet kan man kopiere tekstkoden fra Tinkercad til Arduino IDE programmet.

## Komponenter

* Resistor , to stk.
* Resistor
* LED’er: grøn, rød.
* Trykknap

## Arbejdsspørgsmål:

1. Byg en fysisk model og en virtuel model, og udfyld alle tomme felter i tabellen herunder.
2. Mål spændingsfaldet over den røde LED når den er tændt. Hvilken funktion har resistoren der er koblet i serie med den røde LED?   
   Den sørger for at spændingsfaldet over dioden ikke er for højt.

|  |  |
| --- | --- |
| Diagram: | Sproglig beskrivelse af kredsløb:  Kredsløb med 5 V fast spænding over en kontakt. Port 13 måler input spænding efter kontakt.  Kredsløb variabel output spænding i port 8 med resistor koblet i serie med en rød LED.  Kredsløb variabel output spænding i port 7 med resistor koblet i serie med en grøn LED. |
| Fysisk model: | Virtuel model: |
| Tekstkode: | Blokkode: |
| Sproglig beskrivelse af kode:  Koden måler på port 13. Hvis der er spænding på (trykknap nede) så tændes for port 7 (grøn) og slukkes for port 8 (rød). Hvis der ikke er spænding på slukkes for port 7 og tændes for port 8. |  |

# Øvelse 5 (fysisk og virtuel model): Spændingsdeler med fotoresistor

## Øvelse 5: lærervejledning

Videovejledning med fuld gennemgang af model og kode kan findes på følgende to link (del 1 og 2 af video):  
Del 1: <https://youtu.be/h2WyBw2oqqg>   
Del 2: <https://youtu.be/EID8QCqCBi4>

Link til videoerne er ikke lagt i elevvejledningen, men hvis man fornemmer at eleverne har meget svært ved øvelserne kan man evt. give dem de to links for lettere at komme igennem den sidste øvelse.

## Øvelse 5: facitbesvarelse

**OBS! Væsentlige ændringer i Elevarket ift. nedenstående eksempel på besvarelse af ældre version af elevarket.**

I denne opgave skal vi bygge et kredsløb hvor en aktuator styres af en sensor, her er det en piezo vibrator der styres af en fotoresistor. Fotoresistoren indgår i en spændingsdeler, som er en seriekobling af to komponenter der deler et samlet spændingsfald mellem sig, hvor fordelingen af spændingen afhænger af komponenternes resistans.

## Komponenter

* Resistor
* Fotoresistor
* Piezo vibrator

Du skal bygge en virtuel model og lave blokkoden til at styre den, se billeder i tabellen længere nede. Derefter skal du bygge en fysisk model og kopiere tekstkoden fra Tinkercad til Arduino IDE programmet på din egen computer, hvor du skal tilføje lidt ekstra til tekstkoden.

Herunder er beskrevet nogle at de nye ting du får brug for.

## Opbygning af koden

### Oprette variable

Man kan oprette en variabel i Tinkercad under ”Variables” - ”Create variable” og give den et passende navn.

Graphical user interface, text, application, chat or text message

Description automatically generated

### Kontroller beregning af spændingsfaldet U med voltmeter i virtuel model

Indsæt et voltmeter i den virtuelle model til direkte at måle spændingsfaldet over fotoresistoren, som vist herunder.  
Tryk på ”Serial monitor” nederst til højre i Tinkercad, som vist herunder. Sammenlign den beregnede værdi i Serial monitor med den direkte måling med voltmeteret, de skulle gerne give nogenlunde den samme værdi for spændingsfaldet.

A picture containing bubble chart

Description automatically generated

### Tekstkode til piezo vibratoren

For at få piezo vibratoren til at spille den ønskede frekvens skal I manuelt tilføje en linje i koden i Arduino IDE programmet på jeres laptop. Det I skal tilføje er markeret med gul overstregning herunder:

A yellow text on a white background

Description automatically generated

## Arbejsspørgsmål:

1. Fysisk model: Hvornår er resistansen af fotoresistoren størst og hvilken værdi har den? Hvornår er resistansen lavest og hvilken værdi har den? (lavest nemmest ved at måle på fotoresistor for sig med multimeter der måler resistans)  
   (virtuel: mørke 180 kOhm, lys 506 Ohm)  
   fysisk:  
   Meget lys LED fra telefon , dagslys i lokale , mørke
2. Fysisk model: Hvad er spændingsfaldet over fotoresistoren i kredsløbet, når den får mest lys? Når den får mindst lys?  
   Fysisk: Meget lys LED , dagslys i lokalet , mørke
3. Fysisk model: Hvornår er strømstyrken i kredsløbet maksimal og hvilken værdi har den?  
   Fysisk: når der er mest lys på fotoresistoren så den har lavest modstand, og dermed størst strøm i kredsløb, målt til ved LED lys på fotoresistor.  
   Teoretisk maksimal strøm ud fra den faste resistor er
4. Teori: Opstil en ligning for spændingsfaldet over fotoresistoren udtrykt ved fotoresistorens resistans , resistorens resistans , og spændingsfaldet over hele kredsløbet .  
   Svar:

Iliminerer i ligningerne:

|  |  |
| --- | --- |
| Diagram: | Sproglig beskrivelse af kredsløb:  Et kredsløb med fast spændingsforskel på 5 V over en serieforbindelse med en 10 resistor og en fotoresistor. Analog port A0 er forbundet til knudepunkt mellem de to komponenter og måler herved spændingsfaldet over fotoresistoren.  En piezo vibrator er forbundet til variabel spænding i digital port 8. |
| Fysisk model: | Virtuel model: |

|  |  |
| --- | --- |
| Tekstkode:    De to overstregnelinjer har jeg selv tilføjet til tekstkoden, fordi Tinkercad ikke kan spille en bestemt frekvens. | Blokkode: |
| Sproglig beskrivelse af kode:  Koden måler spændingsfaldet over fotoresisteren på analog port 0, og omregner det til en værdi for spændingsfaldet i millivolt. |  |

# Afleveringsopgave: videoaflevering om kredsløb med fotoresistor

Ellære screencast

Produktkrav for individuel screencast

I skal aflevere en screencast video på 4-6 minutter. I skal i videoen forklare om emnet ellære ved brug af forskellige repræsentationsformer; diagrammer, ligninger, sproglig beskrivelse, fysiske modeller, virtuelle modeller mm.

## Krav til indhold

**I skal i video komme ind på nedenstående med udgangspunkt i kredsløbet med fotoresistor i spændingsdeler.**

1. Beskrivelse af formål med jeres kredsløb, dvs. hvad skal det kunne.
2. Præsentation af de anvendte komponenter og kredsløbsdiagrammet.
3. Forklaring af begreberne spændingsfald, strømstyrke, resistans, afsat effekt, og Kirchhoffs love, med inddragelse af det konkrete kredsløb. Forklar hvordan lysstyrken påvirker fotoresistorens resistans, strømstyrken, spændingsfaldet over fotoresistoren, og frekvensen af piezoen.
4. Demonstration af kredsløbets funktion, enten med fysisk eller virtuel model.
5. Forklaring og demonstration af hvordan man måler spændingsfald og strømstyrker i kredsløbet, med inddragelse af diagram og enten fysisk eller virtuel model.
6. Udledning af teoretisk formel for spændingsfaldet over fotoresistoren udtrykt ved spændingsfaldet over hele seriekoblingen , resistorens resistans , og fotoresistorens resistans . Forklar ud fra formlen hvornår spændingsfaldet over fotoresistoren er hhv. højt og lavt, og hvor højt og lavt det kan blive.