UNDERVISNINGS
MINISTERIET
STYRELSEN FOR
UNDERVISNING OG KVALITET

Arduino i informatik C, htx

Forløbsbeskrivelse med materialehenvisninger, eksempler og øvelser

Forløbet er målrettet informatik C på htx. Det er dog velegnet til både informatik C og B på alle gymnasiale uddannelser samt programmering C og B. Det har fokus på programmering og kan med fordel fungere i fagligt samspil med teknologi på htx.

Indholdsfortegnelse

Formål 2
Indhold 2
Metode 3
Lektion 1: Installation og alarmindikator 3
Lektion 2: Lysdæmper 4
Lektion 3: Arkitektur 6
Lektion 4: Elektronik og lysstyring 7
Lektion 5: Rutediagrammer 8
Lektion 6: Morse-koder - introduktion til program 10
Lektion 7: Morse-koder - udvidelse af programmet 11
Lektion 8: Morse-koder - Trinvis forbedring 1 11
Lektion 9: Morse-koder - Trinvis forbedring 2 13
Lektion 10: Morse-koder - Trinvis forbedring 3 13
Lektion 11-14: Projekt 13

Formål

Formålet med forløbet er at lære eleverne at programmere simple elektroniske komponenter med platformen Arduino, og det er således en forudsætning for skolen at have adgang til elektroniske komponenter som beskrevet herunder.

Det er en forudsætning for eleverne, at de i et tidligere forløb har fået en introduktion til programmering. For eksempel kan dette være et forløb i Scratch eller App Lab. De skal her igennem have kendskab til variable, programdata og funktionskald.

Jævnfør læreplanen til informatik C lærer eleverne at:

- *redegøre for generelle principper bag it-systemers arkitekturer ved udarbejdelse af it-systemer og tilpasning af eksisterende it-systemer*
    - Eleverne lærer at redegøre for generelle principper ved arkitekturer i it-systemer bestående af elektroniske komponenter.
- *... redegøre for udvalgte typer af data og anvende disse i simple it-systemer eller udvidelser af disse*
    - Eleverne lærer at redegøre og anvende tal, strenge og arrays i programmeringssproget Arduino.
- *identificere basale strukturer i programmeringssprog, modellere programmer og anvende programmering til udvikling af simple it-systemer*
    - Eleverne lærer at identificere variable, sekvenser, løkker, forgreninger og funktioner i udleverede programmer.
    - Eleverne lærer at modellere et program ved hjælp af rutediagrammer og implementere programmet i Arduino.
    - Eleverne lærer at udvikle programmer til Arduino.

Der er på htx muligheder for samspil med teknologi i udvikling af produkter med elektroniske komponenter. Her er der blandt andet vægt på at dokumentere med rutediagrammer, pseudokode og kommentarer i koden.

I forhold til valg af teknikfagene *Digitalt design og udvikling A* og *Udvikling og produktion A* på htx har forløbet desuden det formål, at eleverne stifter bekendtskab med programmerbar elektronik.

Indhold

Kernestoffet i forløbet og tilhørende forslag til materiale er:

- *data og datatypers repræsentation og manipulation*
    - Informatik (Systime), kapitel 5: Andet materiale, afsnittet Computeren
    - Informatik C (Praxis), kapitel 2: En verden bygget af bits og bytes
- *funktioner, variable, sekvenser, løkker og forgreninger*
    - Informatik (Systime), kapitel 3: Udarbejdelse af et it-system, afsnittet Programmering
    - Informatik C (Praxis), kapitel 8: Velkommen til en ny guldalder - programmering
    - Arduino programmering, Teknologisk Institut

Forløbets supplerende stof bidrager til at styrke toningen i forhold til htx:

- Elektroniske komponenters arkitektur
    - Noten Arduino programmering fra Teknologisk Institut (pdf)
    - Informatik (Systime), kapitel 5: Andet materiale, afsnittet Computeren
    - Informatik C (Praxis), kapitel 2: En verden bygget af bits og bytes

Elektronik

Hvis skolen ikke i forvejen råder over Arduinoer og tilhørende komponenter, kan det være en ide at købe et antal sæt. For eksempel *Arduino starter kit*. Minimum er:

- Arduino
- Kabler
- Modstande
- Dioder
- Knapper

Derudover kan det være nyttigt med lyssensorer, motorer med mere.

Videoer

En serie af videoer er omdrejningspunktet for elevernes introduktion til Arduino:

- YouTube: Tutorial Series for Arduino (Jeremy Blum), video 1-4

Hvis komponenter er tilgængelig, kan følgende baggrundsmateriale desuden bruges:

- Tutorial 05 for Arduino: Motors and Transistors (video)

Metode

Lektionerne veksler mellem selvstudie med videoer, præsentationer og individuelle øvelser. Forløbet afsluttes med projektarbejde, hvor eleverne enten præsenteres for et tema eller en problemstilling, eller hvor de selv formulerer et problem. Løsningen skal inddrage Arduino.
Videoer følger princippet om worked example til at illustrere metoden trinvis forbedring, idet de formulerer det ønskede program og forklarer proceduren til at skabe programmet. Det skal bidrage til, at eleverne lærer, *hvordan* man anvender programmering til at omsætte en beskrivelse til fungerende kode.
Øvelser følger princippet om use-modify-create. Det gør det muligt for eleverne at komme hurtigere i gang med at lave interessante programmer, fordi de har et grundlag at arbejde ud fra.

Lektion 1: Installation og alarmindikator

Begreber:

- Udviklingsmiljø, variabel, datatypen int, funktion (metode), funktionskald, input/output, argumenter (til en funktion), kommentarer, data

Alarmindikator

Kompetencer:

- Identificere strukturer i koden, forstå kommentarer i koden, erklære en variabel

Materiale:

- Program Alarmindikator: Se linket i øvelsen herunder.
- Video om installation og kørsel: YouTube: Tutorial 01 for Arduino: Getting Acquainted with Arduino
- Arduino programmering, afsnittet Programmering af Arduino, side 5-6

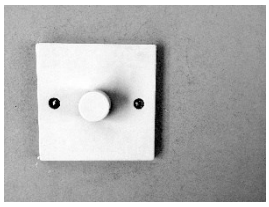
Sekvensering:

1. Præsentation: Introduktion til forløbet og Arduino-udviklingsmiljøet.
2. Individuel øvelse:
    a. Hent https://jeremyblum.com/wp-content/uploads/2011/01/demo.zip, og pak filen med programmet ud.
    b. Installér Arduino ved at følge instruktionerne i videoen. I stedet for at skrive programmet (som beskrevet i videoen), åbnes dette fra den åbnede zip-fil fra forrige trin.
    c. Kør programmet ved at følge videoen. Hvis det giver en fejl at uploade programmet til din Arduino, kan det skyldes forkert valg af den port, som programmet overføres fra. Vælg den rigtige port i menuen Værktøjer > Port.
3. Individuel øvelse (kan startes af eleverne umiddelbart efter forrige øvelse):
    a. Identificér i programmet henholdsvis kommentarer, variable (konstanter), data og funktionskald (kommandoer).
    b. Gem programmet i en ny fil ved at vælge Fil > Gem som… Ret i alarmindikatoren, så den i stedet blinker to gange med kort pause imellem, efterfulgt af en længere pause: ---blink---blink--------blink---blink--------blink---blink---
    c. Ret i programmet, så dioden starter med at lyse i 3 sekunder, hvorefter den blinker som beskrevet herover.
    d. *Ekstra øvelse*: Lav et nyt program (Ctrl-N), hvor du ”blinker dit navn” med morsekoder. Se https://en.wikipedia.org/wiki/Morse_code
4. Opfølgning på nye begreber i fællesskab på tavlen: int, funktion (erklæring og kald) og argument (faktisk inputværdi til et funktionskald)
5. Logbog: Forklaring af begreber med egne ord og indsættelse af produceret kode

Lektion 2: Lysdæmper

Begreber:

- Analog output, breadboard, modstand, forgrening, datatypen boolean, negation (!=)



Lysdæmper

Kompetencer:

- Erklære og kalde en funktion med parameter, forbinde Arduino med breadboard, bruge en knap som input, bruge en diode som analog output, anvende forgreninger

Materiale:

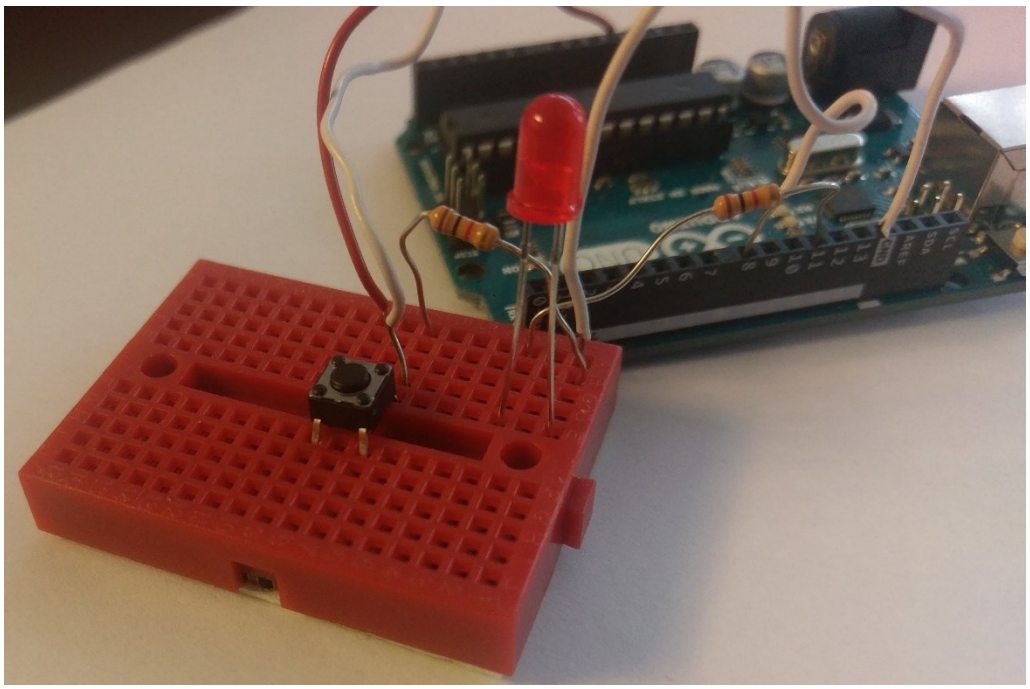
- Farver på modstande: https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_color_code#Resistor_color-coding
- Program: Se linket herunder.
- Video om knapper, analog output og funktioner: YouTube: Tutorial 02 for Arduino: Buttons, PWM, and Functions
- Arduino programmering, afsnittet Breadboard, side 6-7
- Arduino programmering, afsnittet If…else funktion, side 13-14

Didaktik:

- Trinvis forbedring bruges til udvikle et program til at tænde og slukke for en diode.

Sekvensering:

1. Individuel øvelse (20 minutter):
    a. Hent https://jeremyblum.com/wp-content/uploads/2011/01/Tutorial-02-Arduino-Programs.zip og pak filen med programmerne (*switch1-4*) ud.
    b. Opsæt de elektroniske komponenter. Se videoen (1:00-5:40) og…
        i. Ved store breadboards: Følg beskrivelsen i videoen.
        ii. Ved små breadboards: Opsæt som på billedet herunder.
    c. Kør de første tre udgaver af programmer ét af gangen, og tryk flere gange på knappen for hver udgave. Hvad sker der i hver af de tre udgaver?
2. Fælles visning af worked example: Hør forklaringer til programmeringskoden (video 5:40-15:20).
3. Individuel øvelse (20 minutter):
    a. Identificér i programmet henholdsvis forgreninger, erklæring af funktioner og variable af datatypen boolean.
    b. Kør den fjerde udgave af programmet, *switch4*.
    c. Gem programmet i en ny fil ved at vælge Fil > Gem som… Ret i programmet, så dioden automatisk skifter mellem de fem lysniveauer med 1/10 sekunds interval (uden at knappen trykkes).
    d. *Ekstra øvelse*: Ret i programmet, så det bliver en lysdæmper som du kender det fra hjemmet: Mens knappen trykkes ned (hvis lastButton og currentButton er HIGH), forøges lysniveauet, og mens knappen ikke er trykket ned, forbliver lysniveauet konstant.
4. Opfølgning på nye begreber i fællesskab på tavlen: forgrening, datatypen boolean, negation
5. Logbog: Forklaring af begreber med egne ord og indsættelse af kode



Opsætning af elektroniske komponenter

Lektion 3: Arkitektur

Begreber:

- Mikrocontroller, CPU (processor), input, output, hukommelse

Kompetencer:

- Eleverne lærer at redegøre for opbygningen af Arduino mikrocontrolleren.

Materiale:

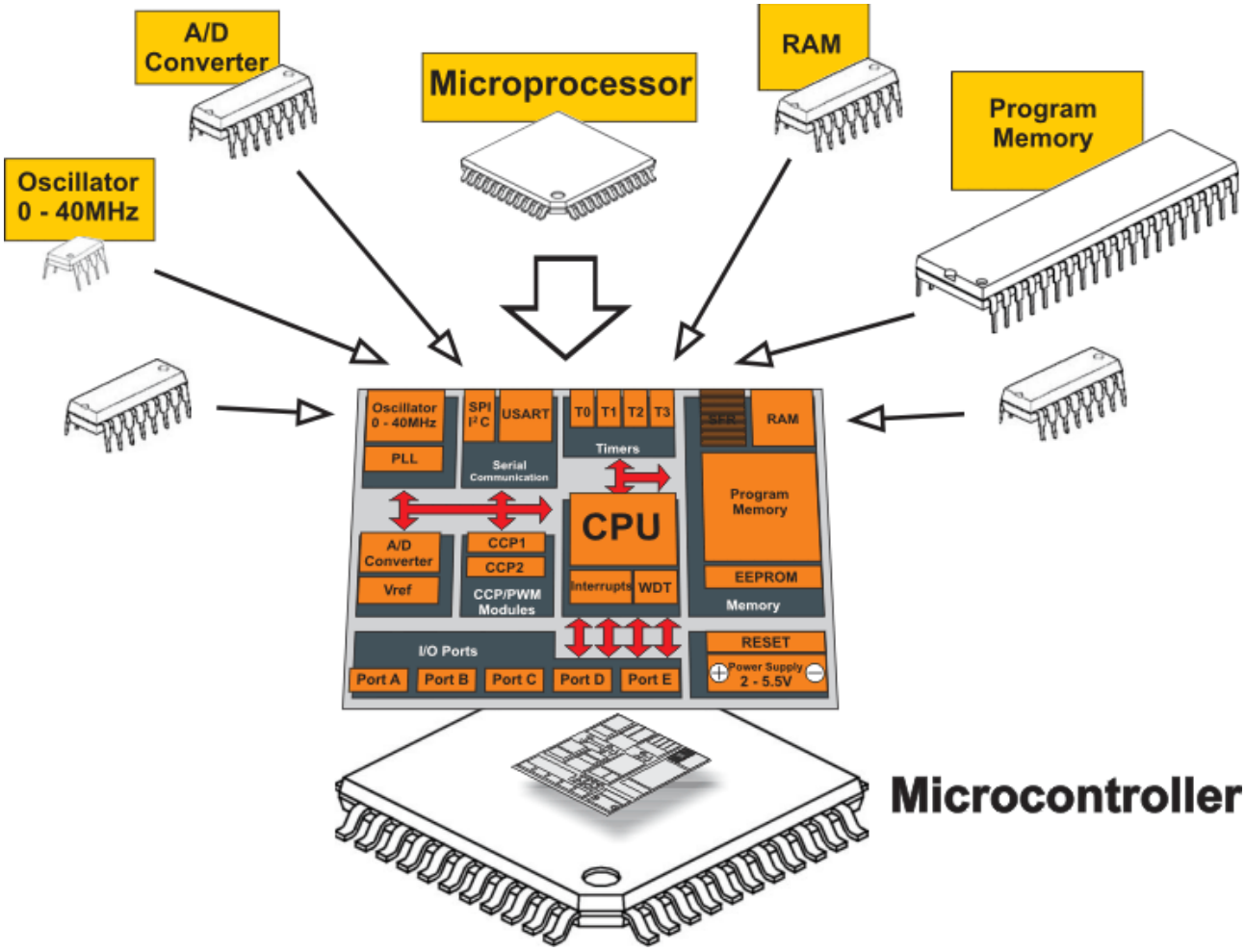
- Arduino programmering, afsnittene Arduino Uno mikrokontroller, Digitalt signal og Analogt signal, side 2-3
- Informatik C (forlaget Praxis): Afsnittet Computerens opbygning, side 23-26
- Wikipedia: ATmega328 single-chip microcontroller
- arduino.cc: Memory
- Billede herunder

Sekvensering:

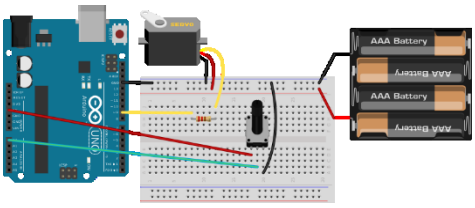
1. Kort opfølgning på vigtigste begreber fra forrige lektion
2. Gruppeøvelse:
    a. Beskriv ud fra Wikipedia- og arduino-kilderne følgende komponenter i mikro-controlleren:
        i. CPU
        ii. Input-enheder og output-enheder
        iii. Lager
        iv. Hukommelse
    b. Tag udgangspunkt i programmet…

i. Eventuelt med https://www.arduino.cc/reference/en/language/variables/constants/constants/

3. Logbog: Forklaring af begreber med egne ord



Lektion 4: Elektronik og lysstyring



Denne lektion indeholder ikke kernestof i informatik. Det er en introduktion til grundlæggende elektronik, som er relevant i arbejdet med Arduino. Indholdet af lektionen kan eventuelt gives for som lektier, hvormed lektionen kan springes over.

Begreber:

- Analog input, sensor

Kompetencer:

- Anvendelse af funktionen map

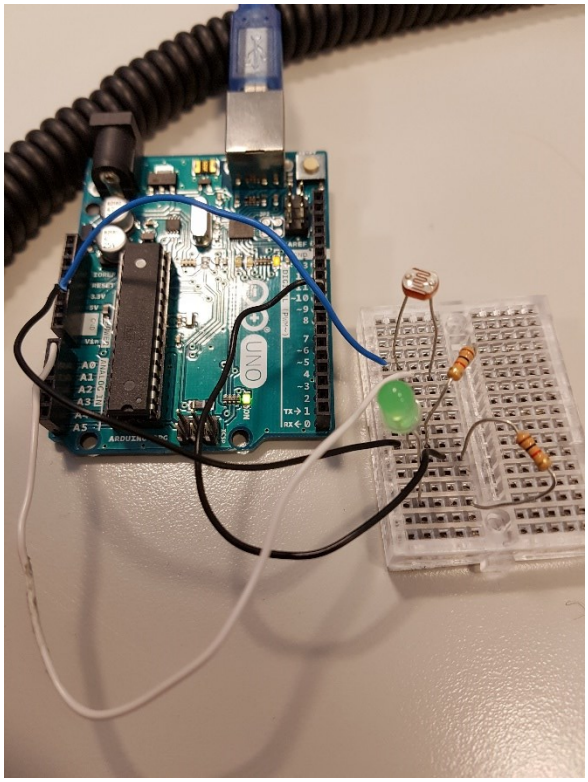
Materiale:

- Video om elektroniske kredsløb: YouTube: Tutorial 03 for Arduino: Electrical Engineering Basics

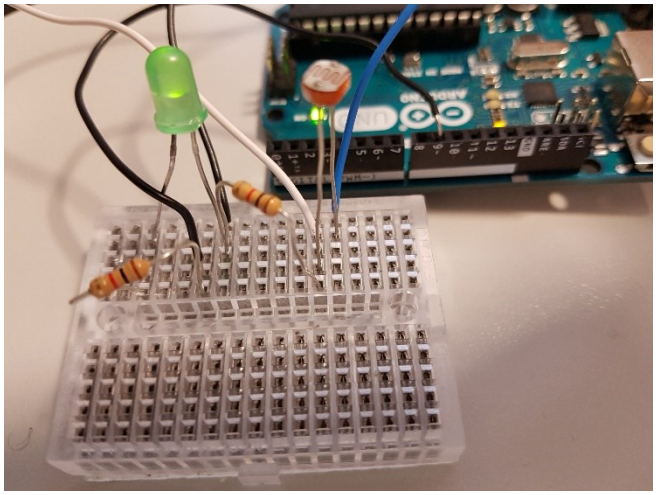
- Program: Se links herunder.
- Video om analog input: [YouTube: Tutorial 04 for Arduino: Analog Inputs]

Sekvensering:

1. Kort opfølgning på vigtigste begreber fra forrige lektion
2. Individuel øvelse: Selvstudium af elektronik ud fra videoen (eventuelt som hjemme-arbejde)
3. Individuel øvelse:
    a. Hent https://jeremyblum.com/wp-content/uploads/2011/01/Episode-04-Arduino-Programs.zip, og pak filen med programmerne ud.
    b. Se videoen, læg mærke til forklaringerne til programmering, og kør de fire programmer, når de demonstreres i videoen.
4. Logbog



Opsætning af elektroniske komponenter



Opsætning af elektroniske komponenter

Lektion 5: Rutediagrammer

Begreber:

- Rutediagram, forgrening, løkke, funktion, input, output

Kompetencer:

- Eleverne lærer at identificere løkker, forgreninger og funktioner i et program.
- Eleverne lærer at lave rutediagrammer som model af deres program.

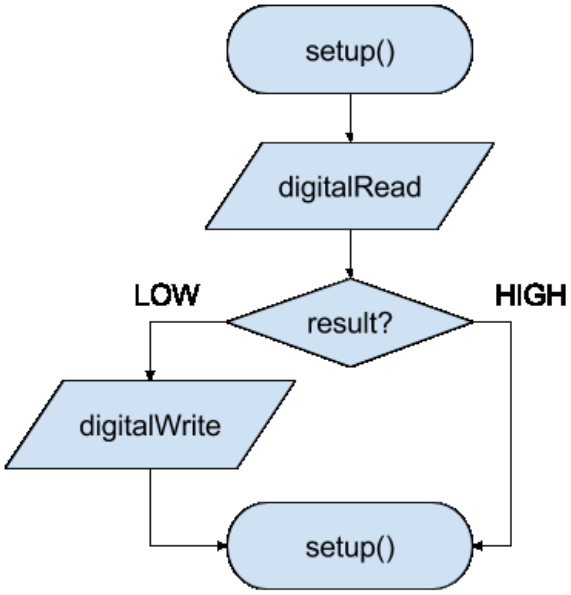
Materiale:

- Informatik C (forlaget Praxis): Afsnittene Modellering og Rutediagram (flowchart), side 180-183
- Informatik (forlaget Systime): Afsnittene Forgreninger, While-løkker og Funktioner
- Informatik C (forlaget Praxis): Afsnittet Funktion, side 189-191
- Arduino programmering, afsnittet For-løkken, side 18

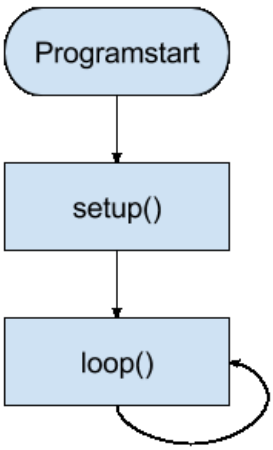
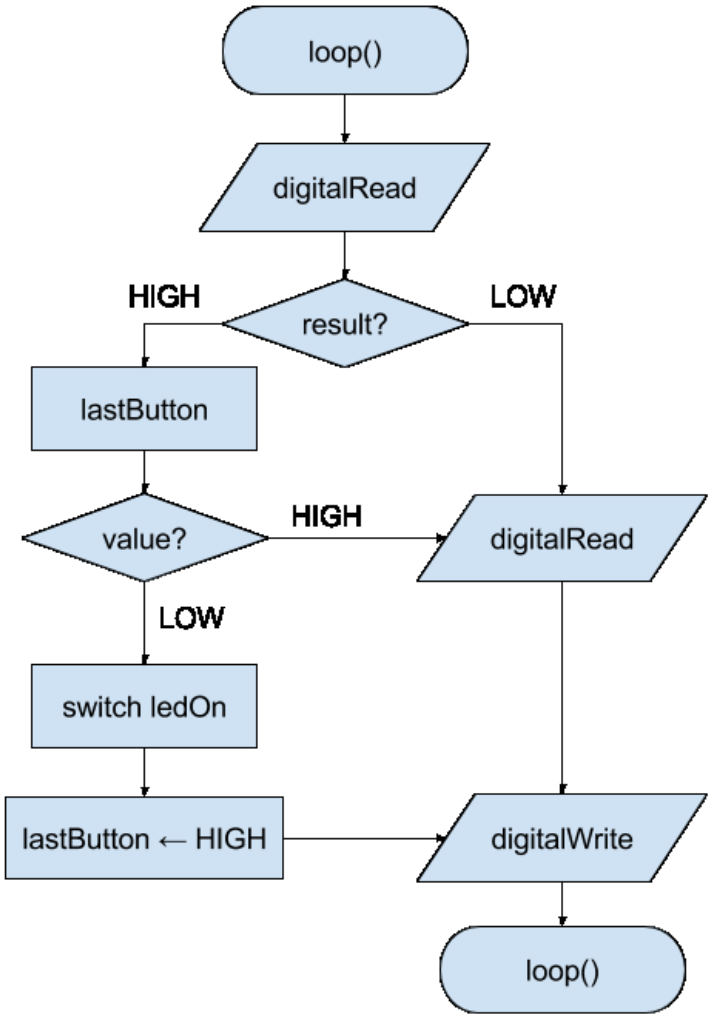
Sekvensering:

1. Præsentation af eksempler på rutediagrammer sammenholdt med kode og definition af symboler
    a. Didaktisk overvejelse: Tegn diagrammet på tavlen ud fra koden som et worked example.
2. Gruppeøvelse:
    a. Lav et rutediagram, som modeller funktionen *debounce* fra video 2. Se herunder.
    b. Skriv et program, som implementerer nedenstående rutediagram for funktionen *setup*.
3. Logbog: Forklaring af begreber med egne ord

Funktionen debounce	**Rutediagram til funktionen setup**

`boolean debounce(boolean last)`
`{`
`  boolean current = digitalRead(switchPin);`
`  if (last != current)`
`  {`
`  delay(5);`
`  current = digitalRead(switchPin);`
`  }`
`  return current;`
`}`
	

Eksempler på rutediagrammer:

Programmet *demo* fra video 1	**Funktionen *loop()* fra programmet *switch2* fra video 2**
	

Lektion 6: Morse-koder - introduktion til program

Begreber:

- Array, variabel

Kompetencer:

- Eleverne lærer at udvikle simple udvidelser til et program i Arduino.

Materiale:

- Programmet *morse_s3*
- [WikiPedia: Morsealfabetet]

Sekvensering:

1. Øvelse: Anvend programmet som morser beskeden ”CAB”.

2. Øvelse: Udvid variablerne *alphabet* og *message* til at morse ”SOS”. Se herunder et eksempel på udvidelse af alfabetet. Bemærk at alle tegn op til S skal beskrives med morsekode.
3. Øvelse: Udvid variablerne *alphabet* og *message* til at morse dit navn
4. Opfølgning på øvelser og gennemgang af datatypen array for *alphabet*.
5. Logbog: Indsæt koden med de to variabler og forklar.

Eksempel

```
String alphabet[26] = {
  ".-",   //A
  "-...", //B
  "-.-.", //C
  "-..", //D
  ".", //E
  "..-." //F
};
```

Lektion 7: Morse-koder - udvidelse af programmet

Begreber:

- Flowchart

Kompetencer:

- Modellere programmer: Lave flowcharts ud fra kode

Materiale:

- Programmet *morse_s3*

Sekvensering:

1. Kort repetition af flowchart fra tidligere lektion
2. Øvelse: Lav et flowchart ud fra det udleverede program.
3. Logbog: Indsæt koden fra øvelsen og forklar det.

Ekstra øvelser:

- Øvelse: Det fungerer ikke at morse tallene fra 0 til 9. Ret i programmet, så det er muligt.
- Øvelse: Gør det muligt både at anvende store og små bogstaver ved brug af funktionen toUpperCase.

Lektion 8: Morse-koder - Trinvis forbedring 1

Begreber:

- Trinvis forbedring, specifikation, udvidelse

Kompetencer:

- Anvende trinvis forbedring som metode til udvikling af et program

Materiale:

- Video til udvikling af specifikation 1
- Afsnittet Trinvis forbedring fra kapitel 5 af bogen Programmering (Systime)

Sekvensering:

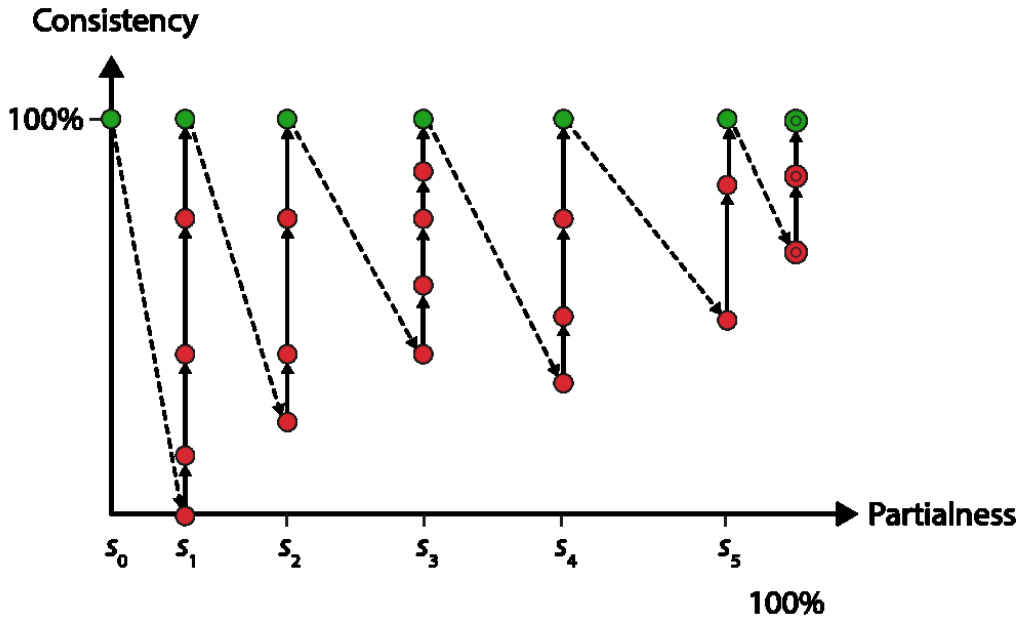
1. Introduktion til trinvis forbedring med figuren herunder til generel illustration af metoden (figuren illustrerer ikke de konkrete specifikationer i eksemplet)
2. Visning af video og fremhævelse af vigtige pointer
3. Øvelsen herunder og opfølgning på denne
4. Logbog: Forklar begreberne trinvis forbedring og specifikation

Specifikationerne for morse-programmet er:

- S0: ”Tom” specifikation uden funktionalitet
- S1: Serielvinduet kan vise morsetegn for beskeder bestående af tegnene A og B.
- S2: Serielvinduet kan vise morsetegn for beskeder bestående af tegnene A-C.
- S3: Dioden kan morse beskeder med tegnene A-C.

Derefter kan eleverne udvide programmet til følgende specifikationer:

- S4: Dioden kan morse beskeder med tegnene A-Z.
- S5: Dioden kan morse beskeder med tegnene A-Z og mellemrum.



Kilde: Michael E Caspersen: Educating Novices in The Skills of Programming.
PhD Dissertation, Deparement of Computer Science, University of Aarhus, 2007

Øvelse

Forestil dig at du skal udvikle en lommeregner trinvist via 3-5 specifikationer.

a) Giv overskrifter til specifikationerne. Hvad skal brugeren kunne i hver af dem?
b) Lav en skitse af skærmbilledet til hver specifikation.
c) Overvej for hver specifikation, hvordan den skal programmeres.

Lektion 9: Morse-koder - Trinvis forbedring 2

Begreber:

- Array, omstrukturering

Kompetencer:

- Anvende trinvis forbedring som metode til udvikling af et program

Materiale:

- Video til udvikling af specifikation 2

Sekvensering:

1. Opfølgning på sidst angående trinvis forbedring
2. Introduktion til omstrukturering
3. Visning af video og fremhævelse af vigtige pointer
4. Øvelsen herunder og opfølgning
5. Logbog: Forklar begrebet omstrukturering

Øvelse

a) Hvordan kan morsekoden for A repræsenteres på andre måder end ".-"?

Lektion 10: Morse-koder - Trinvis forbedring 3

Kompetencer:

- Anvende trinvis forbedring som metode til udvikling af et program

Materiale:

- Video til udvikling af specifikation 3

Sekvensering:

1. Visning af video og fremhævelse af vigtige pointer
2. Øvelse: Implementer mellemrum i morseprogrammet.
3. Præsentation af projektlægget for de kommende lektioner
4. Logbog

Lektion 11-14: Projekt

Fokus på anvendelse af metoden *trinvis forbedring* til udvikling af programmer