

# Drivhus

## Indlejrede Systemer og Programmering 2. semester – forår 2023



Som en øvelsesplatform skal der i Indlejrede Systemer og Programmering opbygges et drivhus, hvor det er muligt at styre miljøet for de planter, der skal gro i drivhuset. Formålet er at fremme vækstprocessen og dermed optimere udbyttet.

**Som i enhver anden aftale/specifikation/kontrakt  
er det vigtigt at læse den grundigt igennem.**

## Arbejdsprocessen

Resten af semestret skal der i øvelsesgrupperne arbejdes med drivhuset i de to fag. For at sikre fremdriften i øvelserne kan der med fordel anvendes læring fra andre fag.

Drivhuset indeholder flere trin, i prioriteret rækkefølge

1. Vækstlys (mekanik, RPi, LED, LDR, ADC, PWM, effekt og køleplade)
2. Automatisk vanding (fugtighed, ADC og pumpe)
3. Kamera (Raspberry Pi styring)
4. Overvågning (autonom ESP32, temperatur og vandstand)

Hvis gruppen når til Trin 4, vil der være mulighed for, at drivhuset kan køre hjemme hos et af gruppemedlemmerne frem til næste semesterstart.

Erfaringsmæssigt når alle grupper ikke alle fire trin, så af hensyn til indkøb, gruppernes køb og anden planlægning er det vigtigt, at hver gruppe senest den 25. april 2023, kl. 17 skriver til [bhan@kea.dk](mailto:bhan@kea.dk) med information om gruppemedlemmer, og hvilket trin gruppen vil nå. Ved manglende svar vil der blive disponeret som om, gruppen kun fuldfører Trin 1.

## Kravspecifikation

Herunder er beskrevet de brugsmæssige krav til drivhuset.

Drivhuset skal

- Være så automatiseret som muligt og som det kan opnås i semestret
- Måle dagslyset med en lysfølsom modstand, LDR
- Sikre at planterne vokser maksimalt, og billigst muligt. Så planterne skal belyses som om det er dag døgnet rundt. Det skal gøres ved, at lysdioderne simulerer fuld dagslys døgnet rundt ved at skrue op og ned for lysstyrken ift. mængden af reelt og gratis dagslys
- Måle jordfugtigheden
- Planter vandes når jordfugtigheden bliver for lav. Hvis ikke den automatisk vanding er udført, skal der adviseres om, at vanding er påkrævet
- Drivhuset skal give mulighed for at tjekke status på sensorer og aktuatorer og vise status på en hjemmeside
- Gemme data i databasen og visualisere det på hjemmesiden
- Det skal være muligt manuelt at slukke og tænde for automatikken (scheduler). Hvis der er slukket må automatikken ikke styre lys og pumpe
- Starte automatisk når der sættes strøm til Raspberry Pi

### Krav til programmeringsdelene af drivhuset

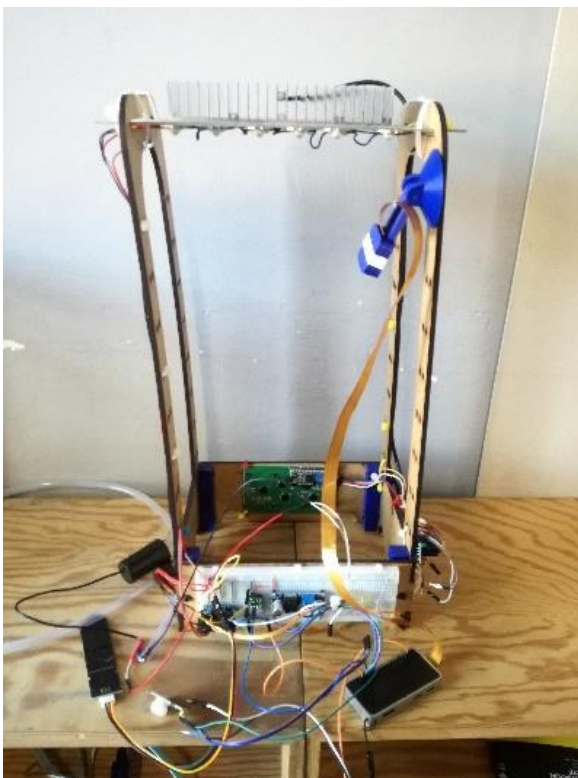
1. Forbind fugtighedssensor og LDR og mål dem med ADCer via I2C til RPi
2. Lav et script på Raspberry Pi, der styrer en vandpumpe
3. Vis jordfugtighedsmålinger til en hjemmeside med en database
  - Brug enten flask eller bottle til hjemmesiden
4. Brug scheduler til PWM til styring af lysdioderne og til vandpumpen
5. Opsæt program hvor der kan tages et billede og vises på website
  - Sørg for at det nyeste billede altid vises på website

### Krav til forsyning og styring af lysdioderne

1. Der skal bygges en løsning, der kan styre seks røde og seks blå effektlysdioder
2. Hver lysdiode må ikke bruge mere en 1 W
3. Modulet skal være forsynet med maksimalt 24 V
4. Lysstyrken skal kunne styres via PWM
5. PWM duty cycle må ikke overstige udregningen for hver af farverne for at sikre, at det gennemsnitlige effekt- og strømniveau ikke overskrides

Mekanikken til drivhuset kan bygges på mange måder og står frit for hver gruppe.

*Eksempler på konstruktioner.*



## Blokdiagram

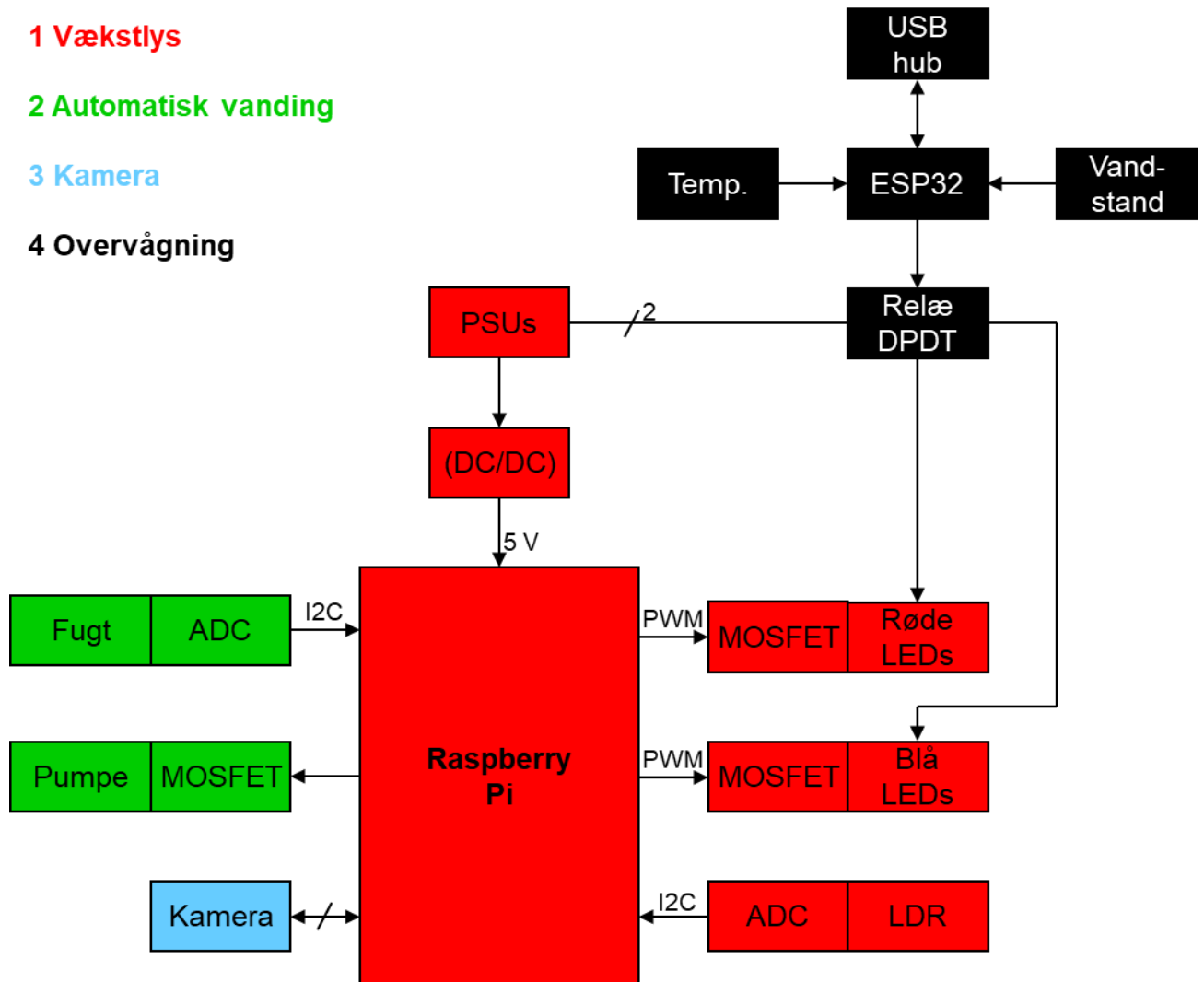
Blokdiagram og de enkelte trin farvekodet.

1 Vækstlys

2 Automatisk vanding

3 Kamera

4 Overvågning



## Undervisning

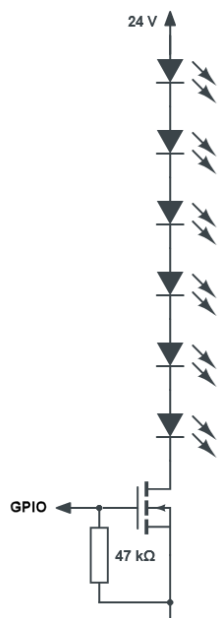
*Forventede undervisningslektioner og indhold, ændringer kan forekomme.*

Lektion	Indlejrede Systemer	Programmering
1	Introduktion Teori: LED og FET Simpelt kredsløb med en LED Konstruktion af mekanik	Database typer  Database sikkerhed  Forskellige typer angreb mod DB  Login til hjemmeside med MySQL database
2	Konstruktion og montage af alle LED  Forbindelse til RPi	Raspberry Pi, ADC og kapacitiv fugtighedssensor  Jordfugtighedsmålinger til website  OOP intro
3	Teori: Fugtighedssensor og køling af elektronik  Konstruktion og test	Script til vandpumpe  Web Server sikkerhed  Forskellige typer angreb  Flask sikkerhed
4	Teori: Pumpe og ADC  Konstruktion og test	Workshop - drivhus  Billede til website
5	(Kamera, Overvågning)  Konstruktion og test	Raspberry Pi – kamera

## Kredsløb for at drive røde og blå lysdioder

Diagrammerne for den røde og den blå gren af lysdioderne er identiske. Men værdierne er forskellige.

*Diagram for en LED gren og data for både rød og blå gren.*



### Rød

2,4 V per lysdiode ved 400 mA

Totalt spændingsfald:  $6 \times 2,4 \text{ V} = 14,4 \text{ V}$

Max duty cycle:  $14,4 \text{ V} / 24 \text{ V} = 60 \%$

### Blå

3,1 V per lysdiode ved 350 mA

Totalt spændingsfald:  $6 \times 3,1 \text{ V} = 18,6 \text{ V}$

Max duty cycle:  $18,6 \text{ V} / 24 \text{ V} = 77 \%$

## Elektriske test af lysdioder

Det kan anbefales at bruge to strømforsyninger til lysdioderne. Det bedste er at bruge en laboratorieforsyning med to udgange, dvs. en forsyning per farve.

1. Test hver gren af lysdioderne for sig. Start med at sætte strømforsyningen til 13 V og strømbegræns til 100 mA. Sæt plus til "24 V enden" og nul til den anden ende af lysdioderne. Lyser alle lysdioder op, så er de forbundet korrekt
2. Test at de to PWM signaler fungerer korrekt fra Raspberry Pi. Brug et oscilloskop til at kontrollere, at frekvenser og duty cycles er korrekte
3. Forbind den røde LED-gren til strømforsyningen og drain på MOSFET. Forbind styrebenet fra Raspberry Pi til gaten på MOSFET. Gør det samme for den blå gren til "blå strømforsyning", "blå drain" og "blå gate".
4. Sæt begge strømforsyninger til 24 V og strømbegrænsningen til 500 mA
5. Test at hele opstilling kan køre lokalt og via hjemmesiden

Hvis der anvendes en USB-strømforsyning, og der er problemer med, at den genstarter, skyldes det sandsynligvis, at den ikke kan få nok strøm fra dens forsyning. Forsyn derfor USB-strømforsyningen fra anden kraftig forsyning. Ideelt set bør en lysdioder-gren lyse ved et forbrug på omkring 12 W plus forbruget i selve strømforsyningen, så den skal kunne levere mindst 15 W.

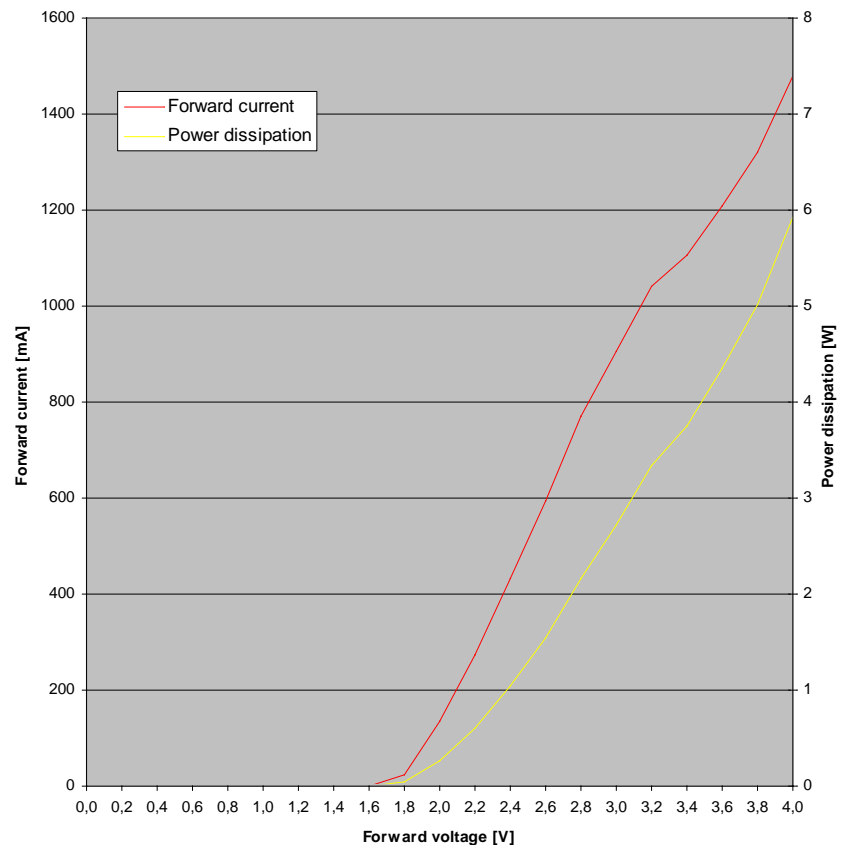
En USB-mobillader på 5 V og 3 A kan levere maksimalt  $5 \text{ V} \times 3 \text{ A} = 15 \text{ W}$ .



## Strøm og spænding for rød effektlysdiode

Spændingsfald i lederetningen, strøm og effekt for den røde lysdiode.

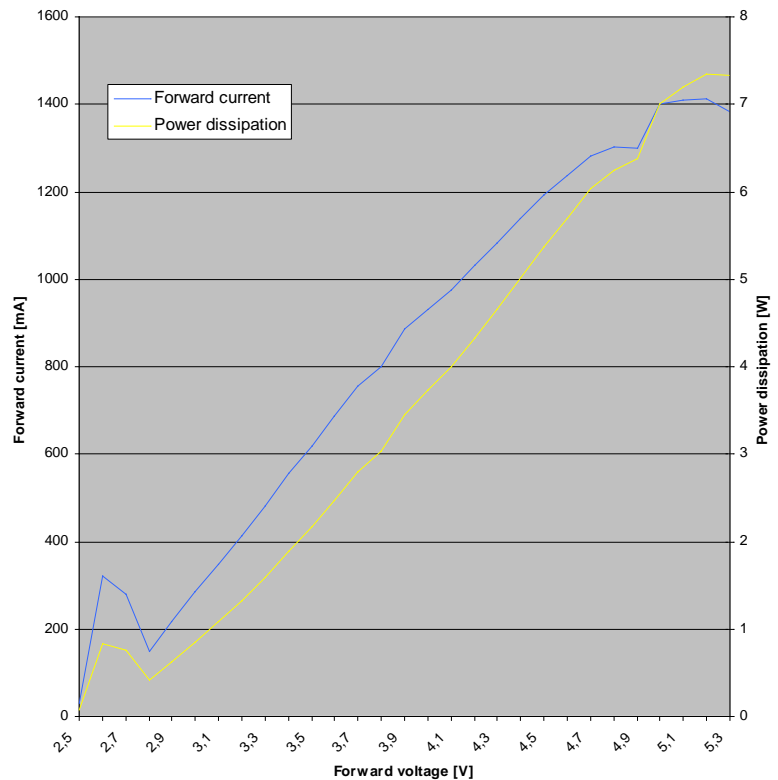
U [V]	I [mA]	P [W]
0,0	0	0,000
0,2	0	0,000
0,4	0	0,000
0,6	0	0,000
0,8	0	0,000
1,0	0	0,000
1,2	0	0,000
1,4	0	0,000
1,6	0	0,000
1,8	23	0,041
2,0	136	0,272
2,2	275	0,605
2,4	432	1,037
2,6	559	1,453
2,8	770	2,156
3,0	905	2,715
3,2	1041	3,331
3,4	1105	3,757
3,6	1210	4,356
3,8	1320	5,016
4,0	1480	5,920



## Strøm og spænding for blå effektlysdiode

Spændingsfald i lederetningen, strøm og effekt for den blå lysdiode.

U [V]	I [mA]	P [W]
2,5	30	0,075
2,6	320	0,832
2,7	280	0,756
2,8	150	0,420
2,9	216	0,626
3,0	285	0,855
3,1	348	1,079
3,2	412	1,318
3,3	482	1,591
3,4	555	1,887
3,5	620	2,170
3,6	687	2,473
3,7	755	2,794
3,8	800	3,040
3,9	886	3,455
4,0	932	3,728
4,1	975	3,998
4,2	1031	4,330
4,3	1084	4,661
4,4	1140	5,016
4,5	1194	5,373
4,6	1237	5,690
4,7	1283	6,030
4,8	1302	6,250
4,9	1301	6,375
5,0	1400	7,000
5,1	1410	7,191
5,2	1412	7,342
5,3	1382	7,325





## Stykliste

Beskrivelse	Antal	KEA/Købes/Haves	Bemærkning
-------------	-------	-----------------	------------

<b>Trin 1: vækstlys</b>			KEA køb, uden stativ: 70 kr
LED, rød	6	Køb	Udleveres af underviser
LED, blå	6	Køb	Udleveres af underviser
LDR	1	Haves af stud.	Brug egen
ADC, MCP3021	1	KEA	Blandt løse komponenter
Hulplade, metal 24 x 10 cm <sup>2</sup>	1	Køb	Udleveres af underviser
Køleplade	1	KEA	Lån af KEA
MOSFET, FQP30N06L	2	KEA	Blandt løse komponenter
Fumlebrædt	1	Haves af stud.	Brug egen
Dobbeltklæbende tape, cm	40	KEA	Blandt løse komponenter
DC/DC step-down converter	1	Haves af stud.	Brug egen
Stativ, eget design	1	Købes	Laves selv fx i Maker Lab
Raspberry Pi 3A+	1	Haves af stud.	Brug egen
Strømforsyning, 3 V – 24 V	2	KEA eller egen	Lån af KEA el. brug egen
Plante	1	Købes	Chili, karse, ærtefrø ...

<b>Trin 2: automatisk vanding</b>			KEA køb: 75 kr
Fugtighedssensor	1	Købes	Udleveres af underviser
ADC, MCP3021	1	KEA	Blandt løse komponenter
Pumpe	1	Købes	Udleveres af underviser
MOSFET, FQP30N06L	1	KEA	Blandt løse komponenter

<b>Trin 3: kamera</b>			KEA køb, uden holder: 0 kr
Raspberry Pi kamera	1	KEA	Lån af KEA
Kamerakabel	1	KEA	Lån af KEA
Kameraholder	1	KEA/Købes	Laves i 3D, lab/Maker Lab

Trin 4: overvågning			KEA køb: 0 kr
ESP32	1	(Købt)	Brug egen
USB hub	1	(Haves af stud.)	Brug egen
Relæ (2xSPDT el. 1xDPDT)	2	Haves af stud.	Brug egne
Temperatursensor	1	KEA	Lån af KEA
Vandsensor	1	KEA	Lån af KEA
LCD, HD44780 20x4	1	KEA	Lån af KEA

## Relevante links

Raspberry Pi kameraholder <https://www.thingiverse.com/thing:274111>