

Autovandingssystem

Projektdokumentation

Afgangsprojekt af:
Kenn Hedegaard Eskildsen
Karsten Schou Nielsen

Vejleder:
Bjarne Funch Skipper

Ingeniørhøjskolen, Aarhus Universitet
31. januar 2017

Navn	Studienummer	Underskrift
Kenn Hedegaard Eskildsen	201370904	
Karsten Schou Nielsen	201370045	

Indhold

Indhold	ii
1 Projektformulering	1
2 Kravspecifikation	3
2.1 Funktionelle krav	3
2.2 MoSCoW	4
2.3 Use Cases	4
3 Systemarkitektur	11
4 Hardwaredesign	13
4.1 Jordfugtsensor	13
4.1.1 Måling af jordfugt	13
5 Softwaredesign	17
6 Hardware Implementering	19
7 Software Implementering	21
8 Accepttest	23
Litteraturliste	25

Kapitel 1

Projektformulering

Kapitel 2

Kravspekifikation

Det automatiske fugtbaseret havevandingsanlæg består samlet af en sensor, en kontrolboks og en motorventil. Dette udgør et automatisk fugtbaseret havevandingsanlæg. Systemet henvender sig til privatpersoner med interesse i havearbejde. Disse personer har ofte brug for at få andre til at tilse deres have hvis de er væk fra deres ejendom mere end et par dage ad gangen. Med dette system gives havepasseren mulighed for at vande haven automatisk og kan derfor være væk længere tid ad gangen. Systemet skal baseres på jordfugtigheden således der undgås at vande når planten ikke mangler vand. Systemet vil derfor både kunne spare havepasseren for en del arbejde og samtidig sikre at planterne altid har den optimale fugtighed uden at bruge unødige mængder vand. Systemet virker ved at sensoren er placeret ved et gromedie og sender et trådløst signal indeholdende jordfugtigheden samt en overfladetemperatur, batteristatus og lysintensitet til kontrolboksen. Kontrolboksen åbner eller lukker herefter for den givne ventil afhængig af hvilken fugtighed kontrolboksen er præindstillet til. Brugeren har endvidere mulighed for at vælge at vandingsanlægget kun vander om aftenen, morgnen eller begge.

2.1 Funktionelle krav

I denne sektion opstilles de funktionelle krav til systemet. Kravende er det som systemet skal kunne gøre når det er fuldt funktionelt.

1. *Systemet* skal bestå af en sensor samt en kontrolboks indeholdende en ventil
2. *Sensoren* skal måle temperatur, jordfugtighed samt lysintensitet
3. *Sensoren* skal være batteridrevet
4. *Kontrolboksen* skal udveksle data med sensoren via en trådløsforbindelse
5. *Kontrolboksen* skal indeholde en brugergrænseflade i form af keypad og display
6. *Kontrolboksen* skal drive en indbygget motorventil til at åbne og lukke for vandet
7. *Kontrolboksen* skal kunne måle om slangen er sprunget fra, hvis den er skal der gives en fejlmeddelelse
8. *Brugeren* skal have mulighed for at åbne og lukke for ventilen manuelt på kontrolboksen
9. *Brugeren* skal kunne aktivere/deaktivere systemet på kontrolboksen
10. *Brugeren* skal have mulighed for at indstille en åbningstid for ventilen når der vandes
11. *Brugeren* skal have mulighed for at indstille en ønsket jordfugtighed på kontrolboksen som systemet herefter skal opretholde
12. *Brugeren* skal have mulighed for at indstille en tidsbaseret vandingssekvens
13. *Brugeren* skal kunne vælge automatisk vandingstidsrum, eks. om aftenen, morgnen eller begge

14. *Kommunikation* mellem sensor til kontrolboks skal virke ved minimum 50m

2.2 MoSCoW

MoSCoW metoden er en måde at arrangere kravende til systemet på. Under must er de krav som der skal være gennemført før at systemet kan siges at opfylde et minimum krav. Should er hvad der bør være men det er ikke nødvendigt at implementere hvis der ikke er tid eller resurser til det. Could er hvad systemet kan gøre, men det bliver kun implementeret hvis der er resurser og overskud. Would er fremtidige krav som kan være krav til en fremtidig version og implementeres derfor ikke.

Must

1. *Systemet* skal bestå af en sensor samt en kontrolboks indeholdende en ventil
2. *Sensoren* skal måle temperatur, jordfugtighed samt lysintensitet
3. *Sensoren* skal være batteridrevet
4. *Kontrolboksen* skal udveksle data med sensoren via en trådløsforbindelse
5. *Kontrolboksen* skal indeholde en brugergrænseflade i form af keypad og display
6. *Kontrolboksen* skal drive en indbygget motorventil til at åbne og lukke for vandet
7. *Brugeren* skal have mulighed for at åbne og lukke for ventilen manuelt på kontrolboksen
8. *Brugeren* skal kunne aktivere/deaktivere systemet på kontrolboksen
9. *Brugeren* skal have mulighed for at indstille en åbningstid for ventilen når der vandes
10. *Brugeren* skal have mulighed for at indstille en ønsket jordfugtighed på kontrolboksen som systemet herefter skal opretholde
11. *Brugeren* skal kunne vælge automatisk vandingstidsrum, eks. om aftenen, morgenen eller begge

Should

1. *Kontrolboksen* skal kunne måle om slangen er sprunget fra, hvis den er skal der gives en fejlmeddelelse
2. *Brugeren* skal have mulighed for at indstille en tidsbaseret vandingssekvens
3. *Kommunikation* mellem sensor til kontrolboks skal virke ved minimum 50m

Could

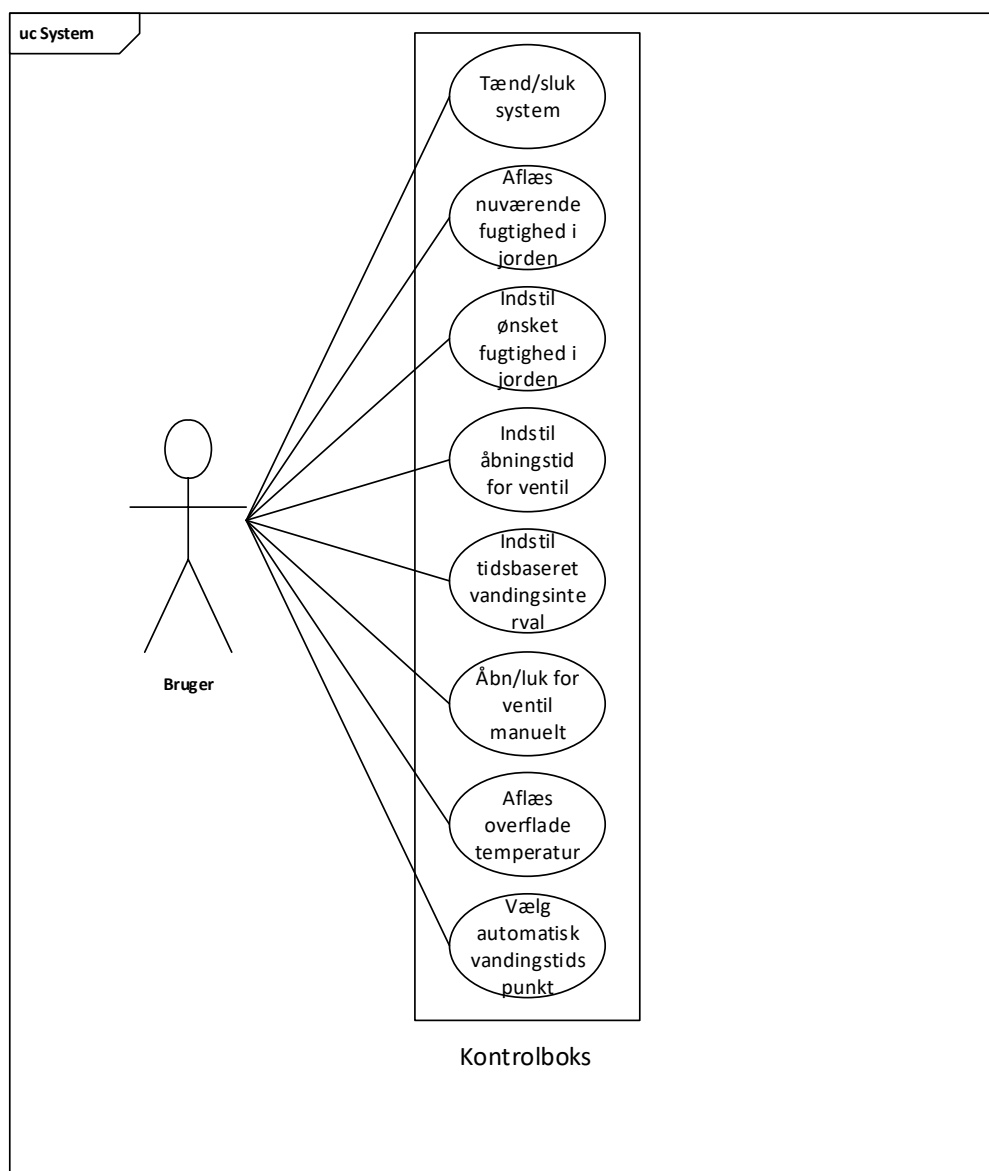
1. *Systemet* skal kunne indstilles til en bestemt afgrøde, således brugeren ikke selv skal vide hvilken fugtighed en bestemt afgrøde kræver

Would

1. *Systemet* skal kunne betjenes via en smartphone applikation, hvori det er muligt at se grafer over tid for jordfugtigheden, temperaturen samt lysintensiteten
2. *Systemet* skal kunne tilsluttes flere sensore

2.3 Use Cases

Ud fra kravende i sektion 2.1 opstilles der følgende use cases som ses i figur 2.1



Figur 2.1: Use cases over systemet

Use Case 1: Aktiver system

Navn:	UC1: Tænd/sluk system
Formål:	Her gives brugeren mulighed for at tænde eller slukke for systemet. Dette gøres ved at holde power knappen nede i 3 sekunder på tastaturet på kontrolboksen. Se Figur xx for skitse af tastatur
Initiering:	Bruger
Aktører:	Bruger
Forudsætning:	Kontrolboksen er tilsluttet forsyningsspænding
Resultat:	Systemet er aktiveret
Hovedscenarie:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Brugeren holder power knappen nede i minimum 3 sekunder 2. Der vises nu temperatur og fugtighed på displayet, målt i jorden hvor sensoren er placeret <ul style="list-style-type: none"> • [Ext 1 : Systemet er i forvejen tændt] • [Ext 2 : Det er første gang systemet tændes]
Udvidelser:	<p>[Ext 1 : Systemet er i forvejen tændt]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Systemet slukker og teksten i displayet forsvinder <p>[Ext 2 : Det er første gang systemet tændes eller der er ikke forbindelse til sensoren]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Teksten "Søger efter sensor" fremkommer på displayet og bliver stående indtil der er forbindelse til en sensor 2. Der vises nu temperatur og fugtighed på displayet, målt i jorden hvor sensoren er placeret

Tabel 2.1: UC1: Aktiver system

Use Case 2: Aflæs data

Navn:	UC2: Aflæs data
Formål:	Her gives brugeren mulighed for at aflæse nuværende fugtighed samt temperatur
Initiering:	Bruger
Aktører:	Bruger
Forudsætning:	Kontrolboksen er tilsluttet forsyningsspænding og sensoren er tilsluttet
Resultat:	Brugeren er informeret om nuværende status
Hovedscenarie:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Brugeren kigger på displayet og aflæser hermed fugtighed og temperatur
Udvidelser:	

Tabel 2.2: UC2: Aflæs data

Use Case 3: Indstil ønsket fugtighed i jorden

Navn:	UC3: Indstil ønsket fugtighed i jorden
Formål:	Her gives brugeren mulighed for at indstille den ønskede fugtighed i jorden
Initiering:	Bruger
Aktører:	Bruger
Forudsætning:	Kontrolboksen er tilsluttet forsyningsspænding og sensoren er tilsluttet
Resultat:	Systemet opretholder en bestemt fugtighed i jorden
Hovedscenarie:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Brugeren trykker på SET knappen på taststuret 2. Der vises nu hvad systemet i forvejen er indstillet til 3. Brugeren trykker nu enten på pil op eller pil ned for at stille fugtigheden op eller ned 4. Brugeren trykker på OK 5. Der vises nu temperatur og fugtighed på displayet, målt i jorden hvor sensoren er placeret
Udvidelser:	

Tabel 2.3: UC3: Indstil ønsket fugtighed i jorden

Use Case 4: Indstil åbningstid for ventil

Navn:	UC4: Indstil åbningstid for ventil
Formål:	Her gives brugeren mulighed for at indstille åbningstiden for ventilen. Åbningstiden er nødvendig at indstille da kontrolboksen kun modtager data fra sensoren hvert 15. minut. Åbningstiden kan indstilles fra 1 til 15 minutter
Initiering:	Bruger
Aktører:	Bruger
Forudsætning:	Kontrolboksen er tilsluttet forsyningsspænding og sensoren er tilsluttet
Resultat:	Åbningstiden for ventilen er sat
Hovedscenarie:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Brugeren trykker 2 gange på SET knappen på taststuret 2. Der vises nu hvad åbningstiden i forvejen er indstillet til 3. Brugeren trykker nu enten på pil op eller pil ned for at stille åbningstiden op eller ned 4. Brugeren trykker på OK 5. Der vises nu temperatur og fugtighed på displayet, målt i jorden hvor sensoren er placeret
Udvidelser:	

Tabel 2.4: UC4: Indstil åbningstid for ventil

Use Case 5: Indstil tidsbaseret vandingsinterval

Navn:	UC5: Indstil tidsbaseret vandingsinterval
Formål:	Her gives brugeren mulighed for at instille et tidsbaseret vandingsinterval. Vandingsintervallet kan fx. være 10 minutter hver 3. time. Kan kontrolboksen ikke oprette forbindelse til sensoren vælges dette vandingsinterval automatisk. Vandingsintervallet kan også vælges selvom at sensoren er fuldt funktionelt
Initiering:	Bruger
Aktører:	Bruger
Forudsætning:	Kontrolboksen er tilsluttet forsyningsspænding
Resultat:	Der er indstillet et tidsbaseret vandingsinterval
Hovedscenarie:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Brugeren trykker 3 gange på SET knappen på tastaturet 2. Der vises nu hvad vandingsintervallet i forvejen er indstillet til 3. Brugeren trykker nu enten på pil op eller pil ned for at stille åbningstiden op eller ned. Denne kan indstilles i et interval på 1 til 30 minutter. 4. Brugeren trykker på OK 5. Brugeren trykker nu enten på pil op eller pil ned for at stille lukketiden op eller ned. Denne kan indstilles i et interval på 1 til 23 timer. 6. Brugeren trykker på OK 7. Der vises nu temperatur og fugtighed på displayet, målt i jorden hvor sensoren er placeret
Udvidelser:	

Tabel 2.5: UC5:Indstil tidsbaseret vandingsinterval

Use Case 6: Åbn/luk ventil manuelt

Navn:	UC6: Åbn/luk ventil manuelt
Formål:	Her gives brugeren mulighed for manuelt at åbne eller lukke ventilen
Initiering:	Bruger
Aktører:	Bruger
Forudsætning:	Kontrolboksen er tilsluttet forsyningsspænding
Resultat:	Ventilen er enten åbnet eller lukket
Hovedscenarie:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Brugeren holder pil op, nede i 3 sekunder og ventilen vil herefter åbne. Ønskes der at lukke ventilen holdes knappen pil ned, nede i 3 sekunder og ventilen lukkes.
Udvidelser:	

Tabel 2.6: UC6:Åbn/luk ventil manuelt

Use Case 7: Vælg automatisk vandingstidspunkt

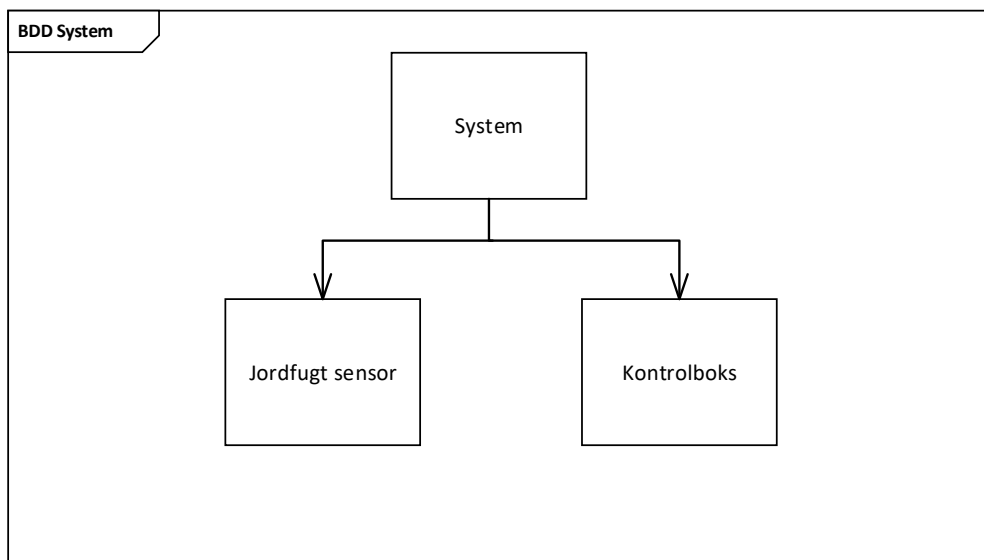
Navn:	UC7: Vælg automatisk vandingstidspunkt
Formål:	Her gives brugeren mulighed for at bestemme om der skal vandes om aftenen, morgnen, begge tidspunkter eller når fugtigheden er under det ønskede
Initiering:	Bruger
Aktører:	Bruger
Forudsætning:	Kontrolboksen er tilsluttet forsyningsspænding og sensor er tilsluttet
Resultat:	Der er indstillet et vandingstidspunkt
Hovedscenarie:	<ol style="list-style-type: none">1. Brugeren trykker på SET 4 gange2. Der vises nu hvad vandingstidspunktet i forvejen er indstillet til3. Brugeren trykker på pil op eller pil ned for at vælge et andet tidspunkt. Her kan vælges imellem aftenen, morgnen, begge eller kontinuert4. Brugeren trykker på OK5. Der vises nu temperatur og fugtighed på displayet, målt i jorden hvor sensoren er placeret
Udvidelser:	

Tabel 2.7: UC6:Åbn/luk ventil manuelt

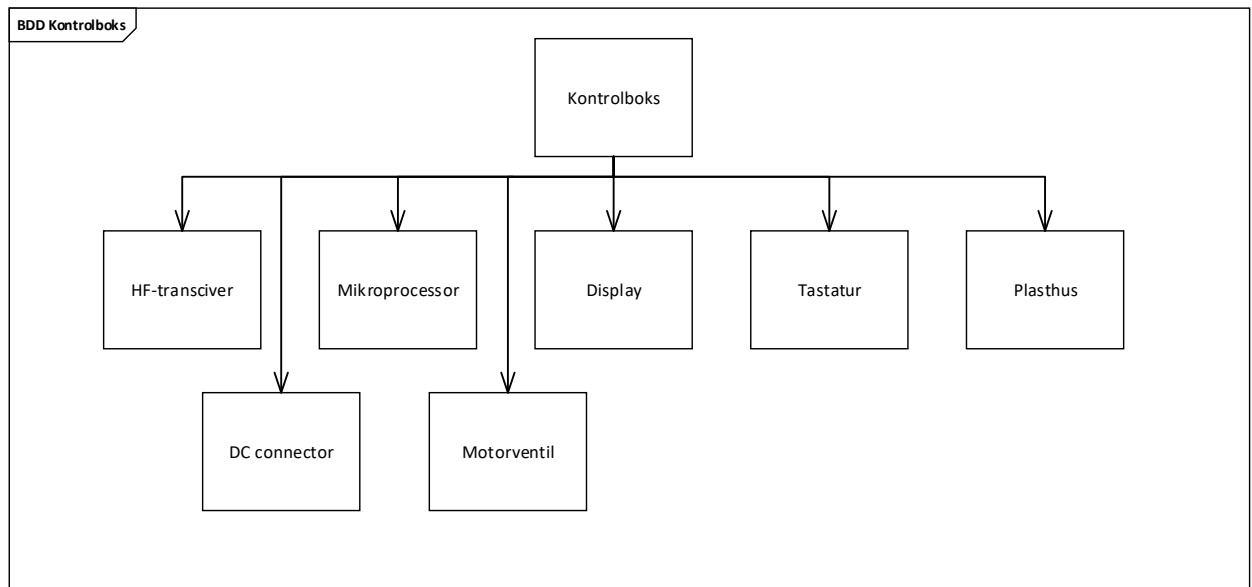
Kapitel 3

Systemarkitektur

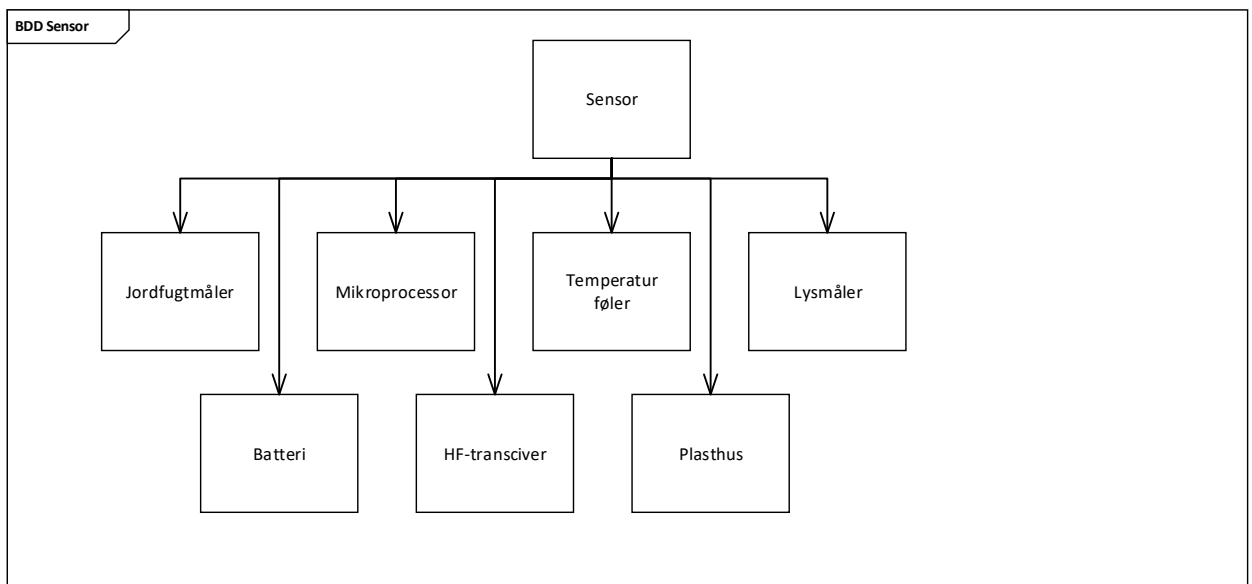
Version



Figur 3.1: Blokdiagram af det samlede system



Figur 3.2: Blokdiagram af kontrolboksen



Figur 3.3: Blokdiagram af sensoren

Kapitel 4

Hardwaredesign

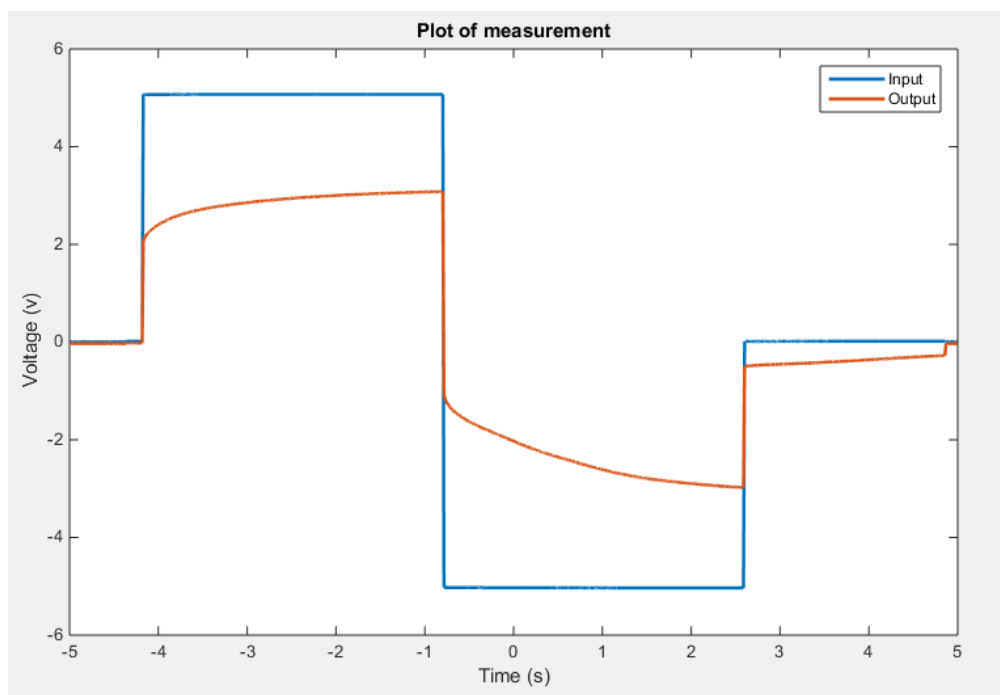
4.1 Jordfugtsensor

4.1.1 Måling af jordfugt

Hovedformålet med jordfugt sensoren er som det fremgår af navnet; at måle jordfugtigheden. Her er der i videnskabelige artikler fundet frem til fire metoder at gøre dette på. En resistiv målemetode [2], en kapacitiv målemetode [2], en optisk målemetode [4] og en metode hvor der bruges en varmepuls [3]. Den resistive målemetode er den simpleste og billigste men desværre også den mest upræcise. Der er igennem projektet blevet undersøgt om denne målemetode kunne bruges trods dens begrænsninger og om der kunne findes en løsning der på. Da det viste sig at være svært at forbedre den resistive målemetode blev der herefter undersøgt hvordan der kunne laves en kapacitiv måling.

Resistiv måling

Den resistive målemetode er en metode til at måle den ohmske værdi af jorden. Jo mere vand jorden indeholder jo mere ledende vil jorden være og den ohmske værdi vil herefter falde. Der er dog mange faktor som kan være med til at give en måleusikkerhed, disse usikkerheder er betinget af selve næringsindholdet i jorden, om jorden er forurenat med metaller eller om proben som der måles med, har været udsat for kraftig tæring. Disse betingelser kunne der kalibreres for, men en kalibrering vil være besværlig for en almindelig bruger af systemet, da det vil kræve at brugeren ovntørre en jordprøve og herefter tilsætter en præcis mængde vand for at vide med sikkerhed hvilken værdi der skal kalibreres ind efter. Det viste sig dog at der sammen med den resistive måling af jorden også opstod en kapacitiv virkning, som funktion af en stigetid. Se Figur4.1.

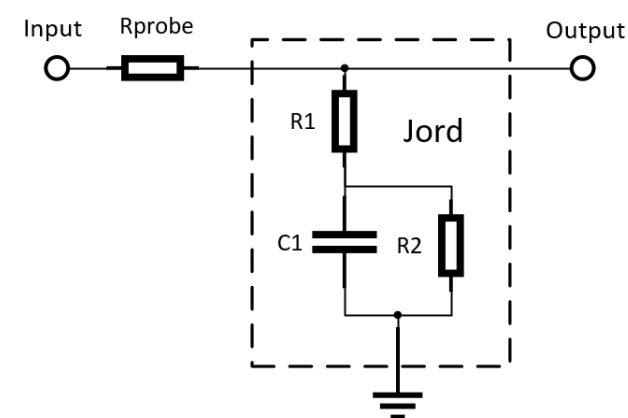


Figur 4.1: Impedans måling af jorden ved 17% fugtighed

Ud fra Figur 4.1 kan der opstilles et ækvivalentdiagram som ses på Figur 4.2. I det øjeblik der bliver sat en spænding på proben, vil C1 være totalt afladet og det vil derfor være muligt at aflæse værdien af R1 ved brug af spændingsdeler-formlen. C1 vil herefter begynde at oplade og derfor træder R2 mere og mere i kraft. Det blev besluttet at modellere jorden som et førsteordens system med overføringsfunktionen:

$$System = \frac{\alpha \cdot \beta}{S + \alpha} \quad (4.1)$$

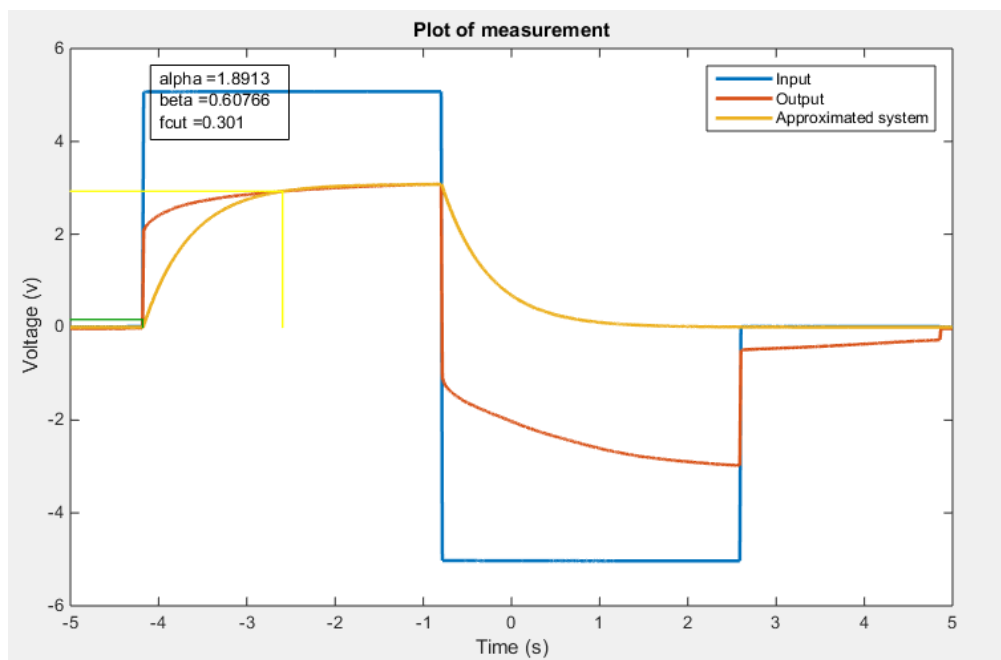
Ved brug af denne overføringsfunktion ses R1 som værende 0 ohm.



Figur 4.2: Ækvivalentdiagram af jorden

I matlab blev der skrevet et script, som kan findes i bilagende, til at udregne overføringsfunktionen. Der blev i alt foretaget målinger på tre typer jord, en taget på Helgenæs, en i Randers samt en så og

plantejord fra en plantesæk. Aflæsningstiden blev foretaget ved 3 tau og ikke ved 1 tau som ellers er normalen. Dette skyldes at R1 er sat til at være 0 ohm.

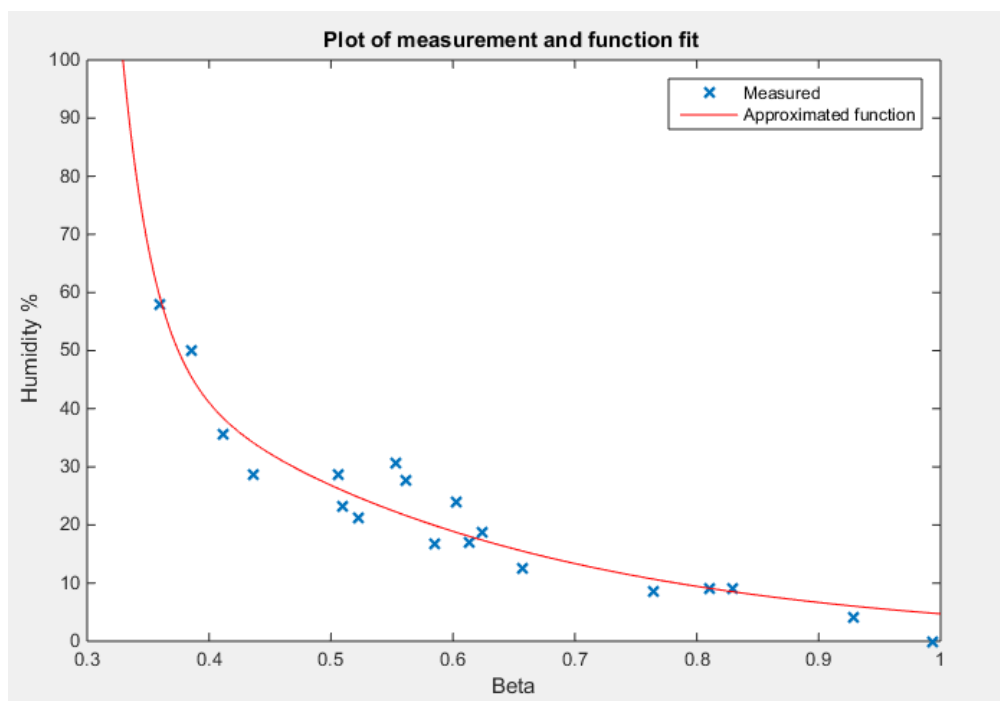


Figur 4.3: Måling af overføringsfunktion i MATLAB

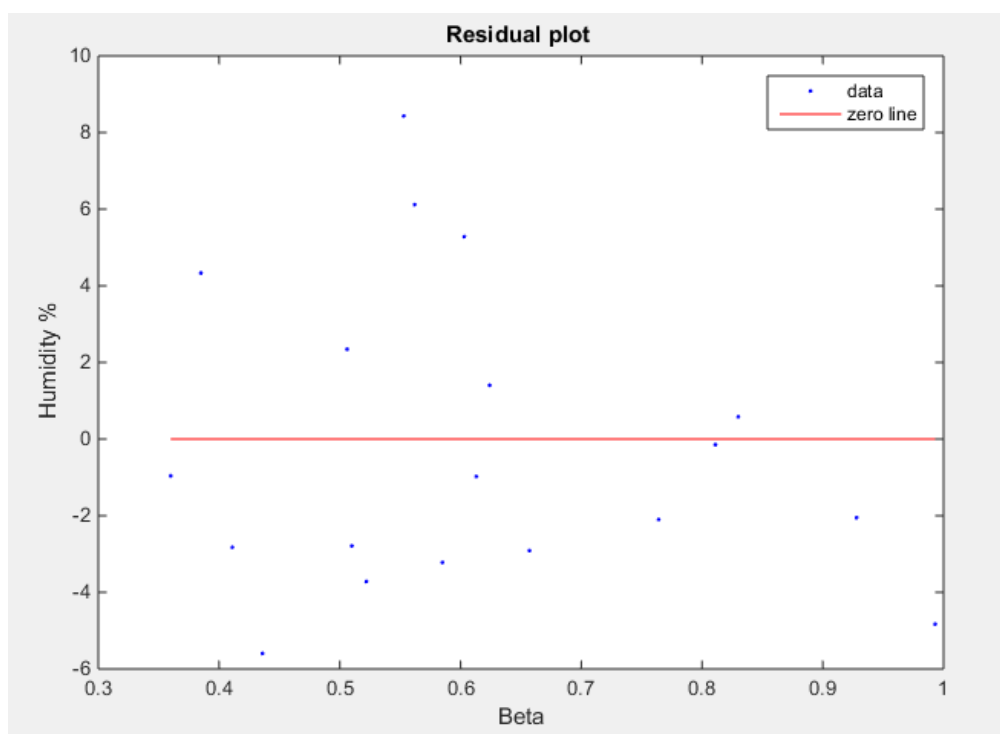
På Figur4.3 ses hvordan den approximerende overføringsfunktion er blevet målt. Den grønne streg er starttidspunktet og den gule streg er stoptidspunktet. Mellem disse to streger aflæses tiden af tre tidskonstanter. Disse divideres med 3 således vi står tilbage med α . β aflæses blot som forholdet mellem inputtet og outputtet lige før spændingen går negativ. Grunden til at spændingen går negativ skyldes at der med tiden vil opstå slitage på proben, denne slitage vendes således at hver enkelt spyd vil slides lige meget. Det ses at når spændingen fjernes fra proben aflades C1 langsomt. Der blev noteret overføringsfunktioner for alle tre typer jord ved forskellige fugtigheder og tilsidst blev der lavet en regression til at bestemme fugtigheden ud fra β . α kunne også bruges til at bestemme fugtigheden, men det viste sig hurtigt at den var meget upræcis at bruge, da den afhang meget af tiden siden den foregående måling. På Figur4.4 ses regressionen og på Figur4.5 ses et residual plot over regressionen. Regressionen blev bestemt via matlabs indbyggede funktion *fit* til at være:

$$Fugtighed = a \cdot \exp(b \cdot x) + c \cdot \exp(d \cdot x) \quad (4.2)$$

Hvor $a=2.219 \cdot 10^7$ $b=-39.8$ $c=151.9$ $d=-3.473$



Figur 4.4: Functionfit i MATLAB



Figur 4.5: Plot over residualerne

Residualplottet viser at der er helt op til 8% afvigelse på regressionen, hvilket må siges ikke at leve op til kravet om 5% præcision.

Kapazitiv måling

Kapitel 5

Softwaredesign

Version

Kapitel 6

Hardware Implementering

Kapitel 7

Software Implementering

Version

Kapitel 8

Accepttest

Accepttest

Litteraturliste

- [1] Experimental Electrical Modeling of Soil for In Situ Soil Moisture Measurement.pdf
Forfattere: *Kamlesh Kumar Singh, Neeraj K. Chasta Department of Electrical Engineering, IIT-Bombay Mumbai, India-400076* 31-01-2017
- [2] A Wireless Multi-Sensor System For Soil Moisture Measurement.pdf
Forfattere: *P Aravind, Mangesh Gurav, Aakash Mehta, Rohan Shelar, Jobish John, Vinay S Palaparthi: Department of Electrical Engineering, Center for Research in Nanotechnology and Science, Indian Institute of Technology (IIT)-Bombay Mumbai, India* 31-01-2017
- [3] An Automated, Self Sustained Soil Moisture Measurement System using Low Power Dual Probe Heat Pulse (DHP) Sensor.pdf
Forfattere: *Kamlesh K. Singh, Maryam Shojaei Baghini: Department of Electrical Engineering, Indian Institute of Technology, Bombay, India.* 31-01-2017
- [4] An Optical Reflectance Technique for Soil Moisture Measurement-Part I: Theory, Description, and Application.pdf
Forfattere: *Belisle, W. R., A. ISharma, and T. L. Coleman (Center for Hydrology, Soil Climate to Wogy, and Remote Sensing, Alabama AM University P.O. Box 1208, Plant and Soil Science Department, Normal, Alabama 35762* 31-01-2017

