

Bilag N - Pumpe

2. juni 2023

Arbejdsfordeling			
Studienummer	Navn	Studieretning	Primær / Sekundær
202105139	Asger Ajs Dam	E	S
201705621	Jan Jakob Agricole Iversen	E	S
202110470	Rasmus Haugbølle Thomsen	E	P

Indhold

1	Indledning	2
2	Design	2
2.1	Pumpe-valg	2
2.2	Kredsløb	2
2.2.1	Mosfet	2
2.2.2	Flyback diode	3
2.2.3	Modstand	3
2.2.4	Endelige design for pumpen	4
3	Implementering	5
3.1	Stykliste for Pumpe	5
3.2	Implementeringen på veroboard	5
4	Modultest	6
4.0.1	Opstilling af test	6
4.0.2	Resultat af test	7

1 Indledning

For at vores system kan forsyne planten med vand automatisk, er det nødvendigt med en hardwarekomponent, der kan håndtere denne opgave. Til dette formål er det oplagt at benytte en pumpe. Pumpen skal være i stand til at interagere med systemet og på de rette tidspunkter udføre vanding af planten. Pumpen skal være i stand til at pumpe vand fra vandtanken op gennem en slange, hvorefter vandet til sidst vil havne i plantens jord. Pumpen spiller derfor en vigtig rolle i hele systemet, da vi uden den ikke ville være i stand til at opretholde en passende fugtighed i plantens jord.

Den er lidt hjertet af vores automatiske vandingssystem, der sikrer, at planten modtager den nødvendige vand for at trives.

2 Design

Pumpens kredsløb tager udgangspunkt i en pumpe, vi har lånt fra Embedded Stock. I dette designsnit forklares der nærmere om denne pumpe og det kredsløb, der blev designet til den.

2.1 Pumpe-valg

Til vores valg af pumpe, gik vi med en peristaltisk pumpe. Denne type pumpe er, i forhold til andre, væsentligt mere præcis i dosering af vand, og den har samtidig ikke brug for meget strømforsyning. Pumpen er i stand til ret præcist men langsomt at dosere den samme mængde vand hver gang, der pumpes, som er en fordel når vi ønsker at have fuld kontrol. Der bliver derfor sammentidigt sikret imod, at vi ved en fejl kunne komme til at pumpe alt for meget vand og dermed overvande planten.

Vi udformer et passende kredsløb til denne pumpe, der skal gøre det muligt for softwareudviklerne at styre den. Det oplagte valg er at lave et kredsløb, der tillader PWM-styring, da vi før har oplevet gode resultater med dette. En ulempe ved denne pumpe er at den ikke kommer med et datablad, derfor udfører vi selv test på den, for at bestemme den krævende forsyning. Vi ser at pumpen er i stand til ved 5 V og 250 mA for at kunne levere passende omdrejninger, og en fin mængde af vand.

2.2 Kredsløb

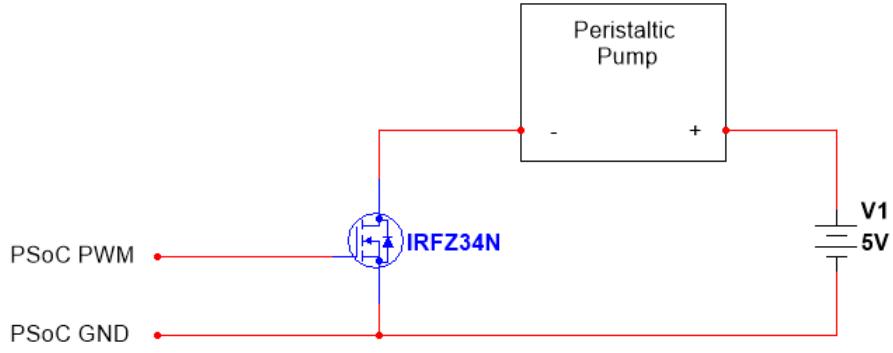
2.2.1 Mosfet

Pumpen skal kunne styres af PSoC'en i systemet, så det vælges at konstruere et kredsløb som med et PWM-signal kan kontrollere pumpen.

Til dette vælger vi at bruge en N-kanal IRFZ34N mosfet^[1]. Denne mosfet kan åbne og lukke for strømmen til pumpen, ved en input spænding på mosfettens gate. Mosfetten vil derfor virke som en switch, og med et PWM-signal vil softwareudviklerne være i stand til at sende en positiv spænding på gaten og åbne, og derved kontrollere pumpen.

For at både pumpen og mosfetten kan virke skal der være en forsyning til begge. Det vælges at forsyne pumpen med 5V og maksimalt 2 A som vores strømforsyning leverer, og PSoC leverer spændingen på gate (op til 5V).

Herunder på figur 1 ses et billede af hvordan designet ser ud på nuværende tidspunkt.



Figur 1: Pumpe design vol 1

På den måde som det virker i praksis er at når der er en spænding på gaten, vil det tillade strøm at flyde fra 5V forsyningen, gennem motoren, ind i drain, ud af source, og til ground. Omvendt når gate spændingen er 0 eller meget lav, vil mosfetten lukke, stoppe strømmen fra at flyde, og pumpen vil stoppe.

2.2.2 Flyback diode

Vores pumpe er i bund og grund bare en DC-motor, som kan dreje og trykke på en slange, og derved fungere som en pumpe. Det vi ved om DC-motorer er, at det egentlig bare er en generator i omvendt, så når vi leverer en strøm til den, skaber den bevægelse på baggrund af dette. Men hvis motoren allerede er i bevægelse (som det er tilfældet, når vi pludseligt slukker PWM-signalen, og derved lukker for strømmen) fortsætter den med at dreje. Og når den drejer, genererer den strøm. Denne strøm som den genererer vil potentiel skade kredsløbet.^[3]

Scenariet er altså at vi slukker for mosfetten, som stopper strømmen fra at flyde til motoren. Men motoren er stadig i bevægelse, og den genererer nu sin egen strøm. Det er her, flyback-dioden kommer ind i billedet.

Flyback-dioden er virker på den måde, at den blokerer for strømmen i den normale retning. Men når motoren begynder at generere sin egen strøm i den modsatte retning, giver dioden denne strøm en vej at flyde på. På den her måde vil vi forhindre, at en stor og muligvis skadelig spænding kan komme ind i resten af kredsløbet.^[3]. Dette er også noget vi har oplevet i undervisningen, og observeret på oscilloskopet. Når en DC-motor genererer strøm efter slukning, ser vi nogle høje spikes kort tid efter, det er dem vi undgår med en flyback diode.

2.2.3 Modstand

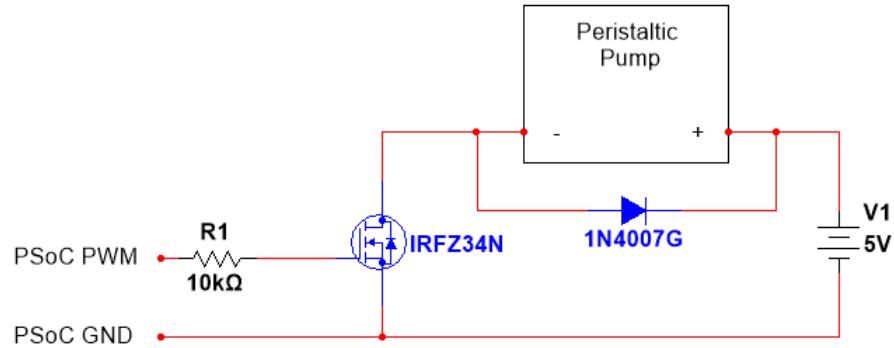
I en mosfet er der noget kaldet en gate-source kondensator, og når mosfetten er tændt, er dens gate-source kondensator fuldt opladet. Så der er ingen strøm, der løber gennem gaten.^[2]

Men når din MOSFET tændes, vil du have en strøm, der oplader den her gate-source kondensator. Så for en lille brøkdel af et sekund, kan der løbe en masse strøm.^[2]

For at sikre, at denne korte strømpuls ikke er for høj for PSoC'en, tilføjer vi en $10\text{ k}\Omega$ modstand i serie mellem output PWM-pinnen og mosfettens gate.

2.2.4 Endelige design for pumpen

Flyback dioden og modstand tilføjes nu, og vi ser herunder på figur 2, det endelige design til pumpestyringen.



Figur 2: Endelige pumpe design

Det endelige pumpe design er nu lavet. Dette kredsløbsdesign implementerer vi nu fysisk, og derefter udføres en modultest af det.

3 Implementering

Det færdige design bliver bygget på veroboard.

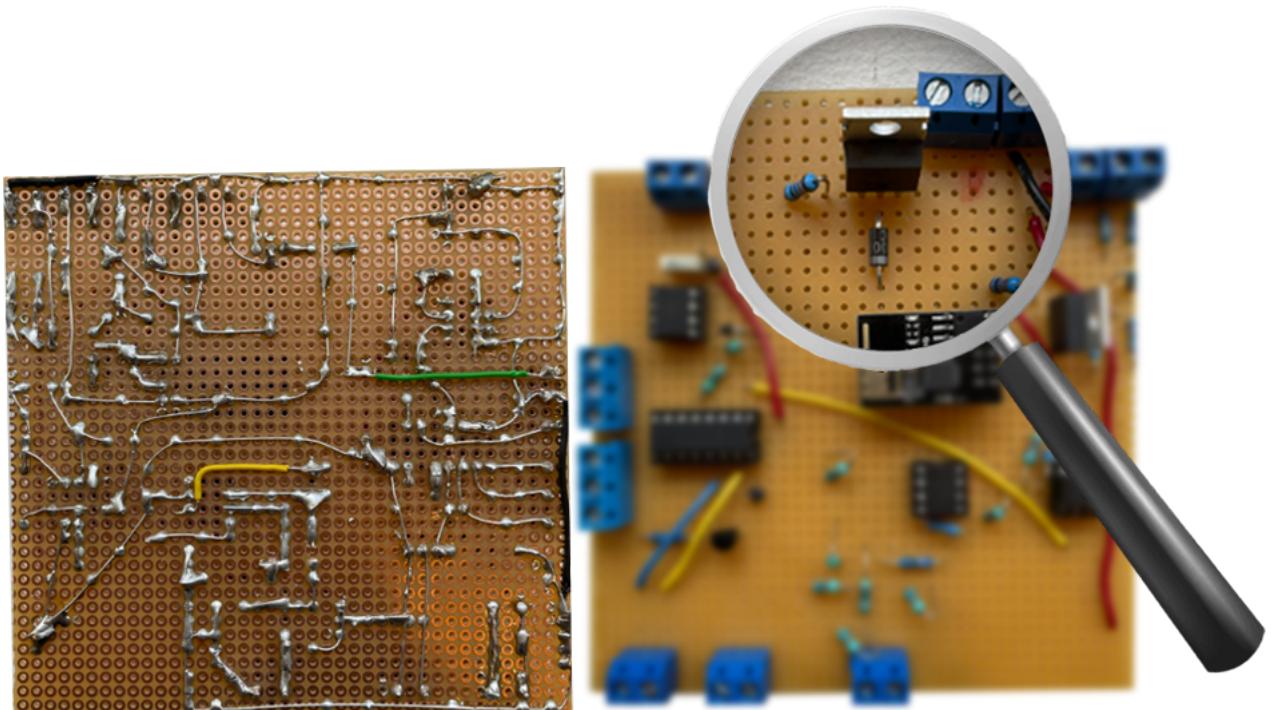
3.1 Stykliste for Pumpe

Tabel 1: stykliste

Stykliste						
nr	qty	navn	enhed	beskrivelse	pris	enhed
1	1	10	kΩ	Modstand	0.5	kr
2	1	1N4007		Diode	1	kr
3	1	IRFZ34	kΩ	MOSFET	5.82	kr
Total: 7.32 kr ex. fragt						

3.2 Implementeringen på veroboard

På figur 3 under ses det færdige design implementeret på veroboard. Til venstre ses bagsiden, og til højre er der zoomet ind på den del af kredsløbet, der vedrører pumpekredsløbet.



Figur 3: Pumpe implementering

4 Modultest

Til at teste funktionaliteten af pumpen udføres en test.

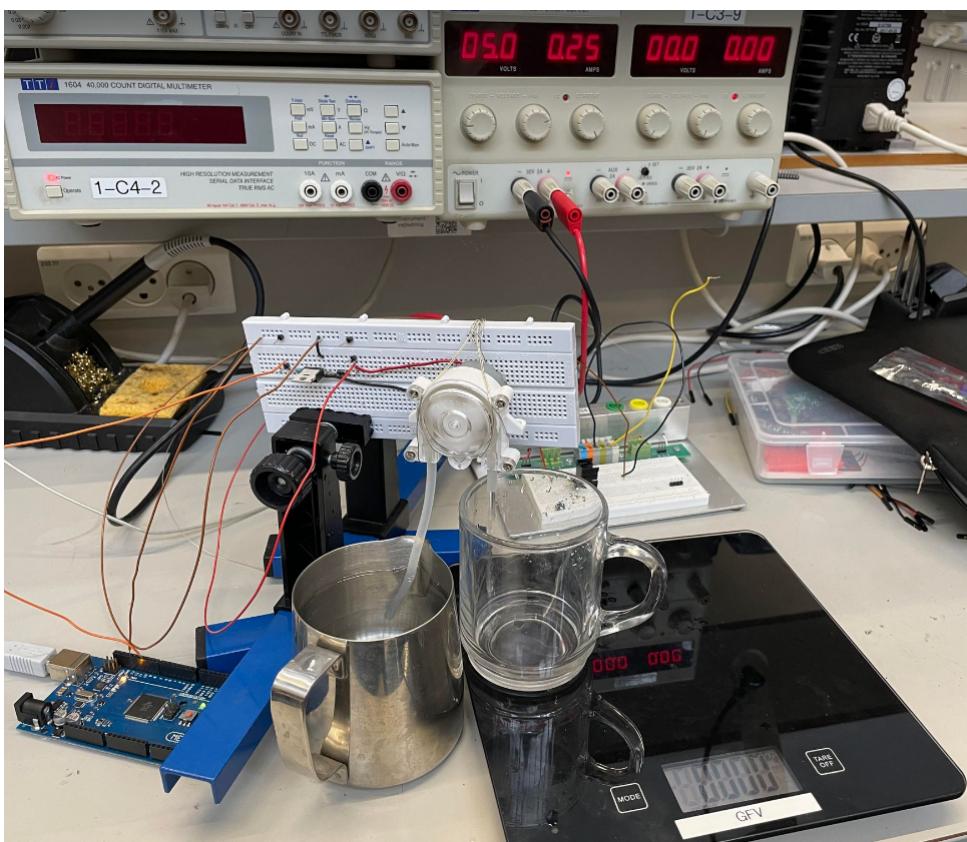
Det er relevant at vide hvor præcist hvor meget vand pumpen kan pumpe over tid, for at softwareudviklerne kan lave præcise vandninger af planten.

Derudover vil vi sideløbende tjekke om pumpen kan levere de ønskede resultater, med den forsyning vi testede pumpen for sig i starten af designfasen.

4.0.1 Opstilling af test

Vi udfører en test for at tjekke hvor meget vand der pumpes over tid.

Dette gøres som ses på figur 4.



Figur 4: Pumpe test opstilling

Der er lavet en opstilling hvor at pumpen har mulighed for at tage vand ind i slangen i den ene kop, og bagefter pumpe det i en anden kop, som står på en vægt. Vægten af vandet efter tiden, vil herefter regnes om til mL, og der kan bestemmes hvor meget vand der ca. pumpes over tid.

Til testen bruges der en arduino som er indstillet til at give et PWM-signal på 100% duty cycle, så vi ser hvad pumpens fulde potentiale ved 5V. Som forventet ser vi (ligesom da vi testede pumpen alene) at den trækker ca 250 mA ved 5V, hvilket vi er tilfredse med.

Det vælges at vi pumper i 20 sekunder for at have et lidt længere tid, og forhåbentligt derved en mere præcis omregning til hvor meget der pumpes i sekundet.

Den vægt/mL vi ender med at aflæse er den værdi vi aflevere til softwareudviklerne. De kan så derfra implementere en passende tid i deres program, for den ønskede pumpning.

Som ses på figur 5 herunder endte vægten med at vise 27 gram, efter 20 sekunders pumpning.



Figur 5: Pumpe test måling

4.0.2 Resultat af test

De 27 gram omregner vi til mL, og der blev altså derfor pumpet 27 mL på 20. sekunder. Det svarer til 1,35 mL i sekundet. Dette ser vi som en succes. Vi formæde at kunne styre pumpen med et signal fra en mikrocontroller, og vi kunne på relativt kort tid, pumpe noget vand fra et sted, til et andet. Derudover ved vi nu med sikkerhed også, at vi kan benytte pumpen med den valgte strømforsyning, der benyttes til resten af systemet.

Litteratur

- [1] Philips Semiconductors. *IRFZ44N Datasheet*. Accessed on May 30, 2023. 2001. URL: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/17807/PHILIPS/IRFZ44N.html>.
- [2] Øyvind Svinseth. *Mosfet Gate Resistor*. <https://www.build-electronic-circuits.com/mosfet-gate-resistor/>. Accessed on May 30, 2023. 2019.
- [3] Wikipedia. *Flyback Diode*. https://en.wikipedia.org/wiki/Flyback_diode. Accessed on May 30, 2023. 2023.