

Vedlegg A: Feilsøking

Dette vedlegget er hovedaklig ment som dokumentasjon på arbeid og tester. Store deler av vedlegget dreier seg om feilsøking rundt versjon 3 av ESC, derfor heter vedlegget feilsøking.

Innholdsfortegnelse

Tester design 2.....	1
Tester design 3.....	2
Diskusjon.....	8
Lærdommer.....	10

5 Tester og resultater

5.2 Tester design 2

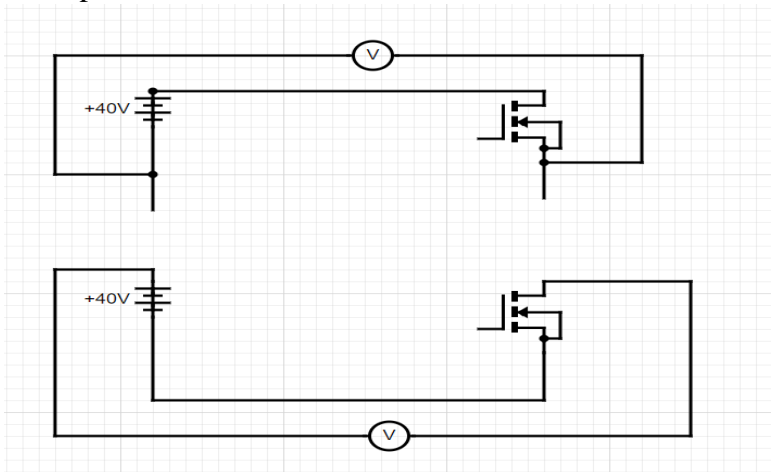
5.2.1: Tetthetstest 1: ohming

Tetthetstest 2: med spenning

I lys av kortslutning forrige design 1 sin mosfetbro var hensikten her å teste tettheten mellom fasene før spenningen ble satt på. Dette ble gjennomført med multimeter.

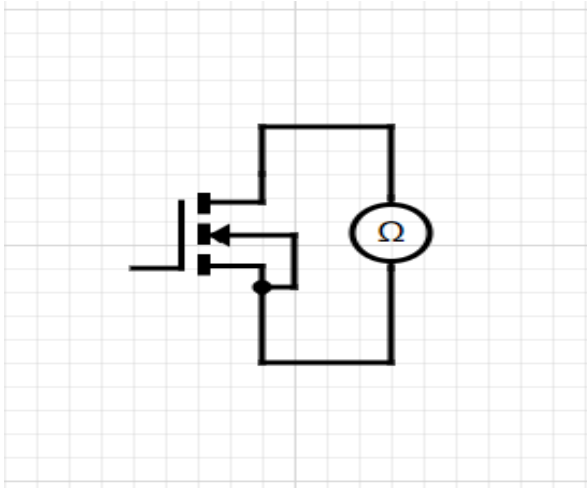
Utstyr: Mosfetbro design 2 og multimeter.

Prinsipiell skisse under.



Øverst: test høy side mosfet. Nederst: test lav side mosfet

bildnr: 5.2.1.1, tetthetstest 2



Ohming mellom source og gate

bildnr: 5.2.1.3, tetthetstest 1

Tetthetstest 1	A	B	C	a	b	c
MOSFET	0.2ohm	Utenfor måleområde	2kOhm	Utenfor måleområde	1.6ohm	0.2ohm
Tetthetstest 2	39,9V	0V	1,6V	0V	Variabel spenning mellom 1 og 4 volt	0V

Resultater tetthetstest 1 og 2, bildnr: 5.2.1.4

5.3 Tester design 3

5.3.1: maks Duty cycle test

I dette forsøket var målet å se hvor høy duty-cycle det var mulig å ha over 10 sekunder uten at bootstrap kondensatoren ladet ut. Måten det ble gjennomført på var at mosfetbroen først ble delt i to, slik at mosfet A og mosfet a ikke hadde noen form for sluttet krets. Deretter ble mosfetene koblet sammen via en 6kOhm motstand. Etter det ble mosfet a skrevet konstant høy og mosfet A pulsbreddemodulerte. I bildet under er det blokkdiagram av forsøket. Se bildnr 5.3.1.1 for skisse av målepunkter.

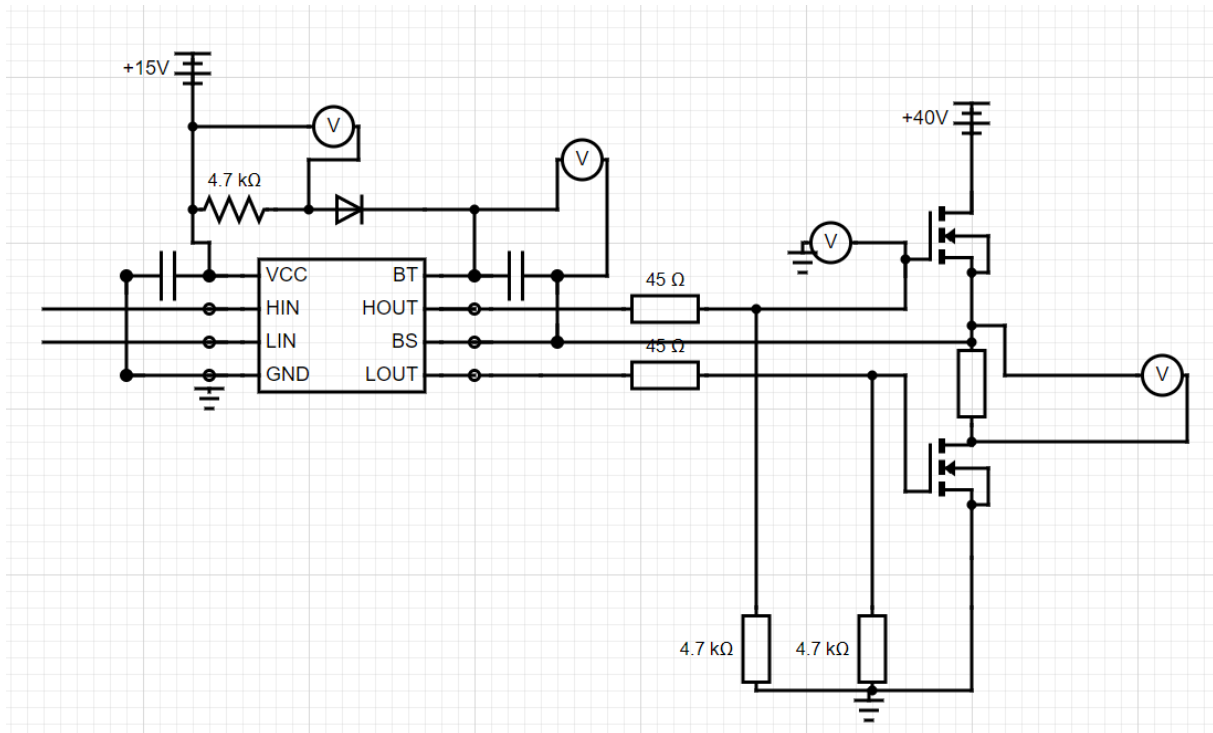
Videre ble forsøket styrt av hypotesen av at kondensatoren ladet seg for fort ut. For å teste hvorfor den gjorde dette ble ulike ting gjort. Mosfet A gate ikke jordet, mosfet a gate jordet med 5kohm.

Hypotese 1: For liten kondensator. Tester med større kondensator

Hypotese 2: for mye lekkstrøm gjennom dioden. Tester med å måle spenningsfall over resistor i serie med diode

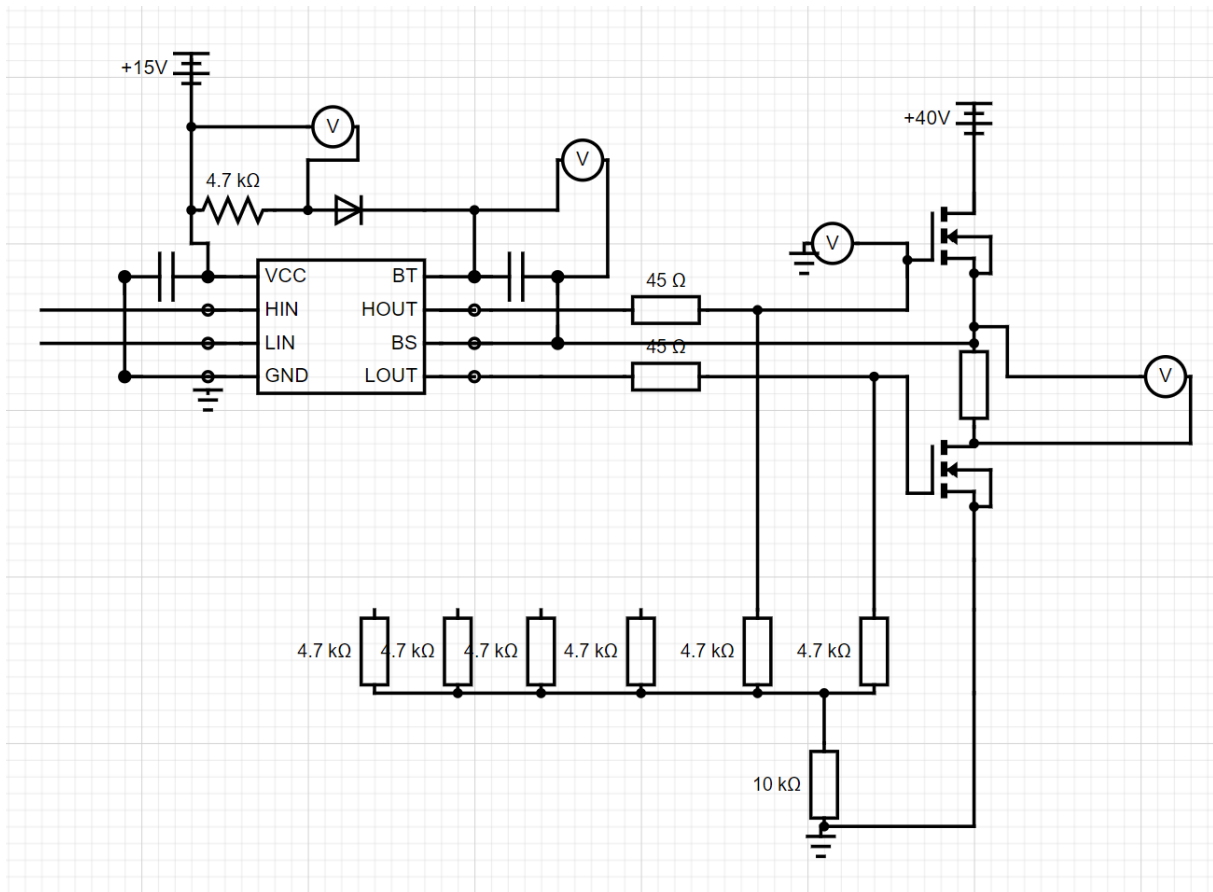
Hypotese 3: Gate jordet med for liten pulldown motstand. Tester med 10kOhm ekstra.

Hypotese 4: for mye lekkstrøm i dioden. Tester med synkron mosfet.



Måleskisse test 5.3.1, hypotese 1 og 2

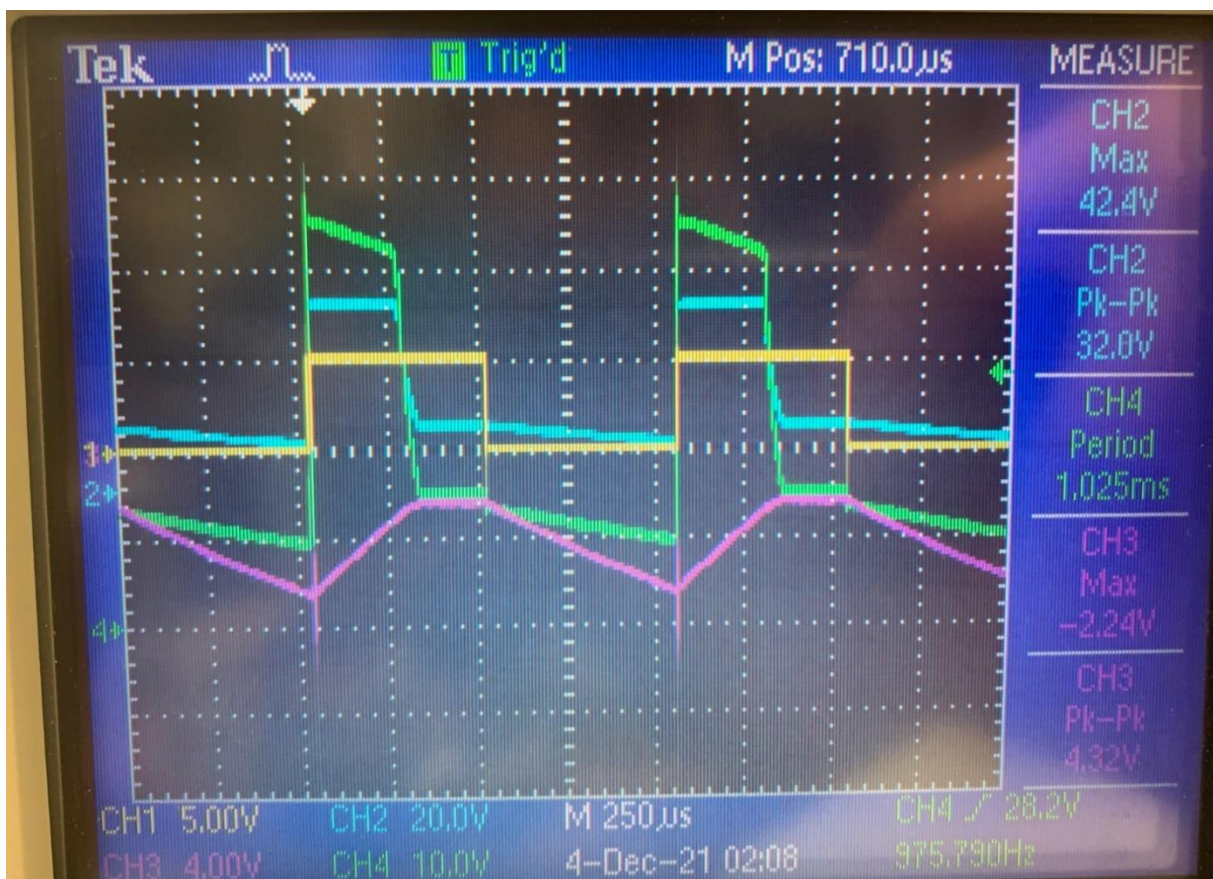
bildnr 5.3.1.1.A



Måleskisse test 5.3.1, hypotese 3. Motstandene uten tilkobling går til de 4 andre gatesene på de 4 andre mosfetene
 bildnr 5.3.1.1.B

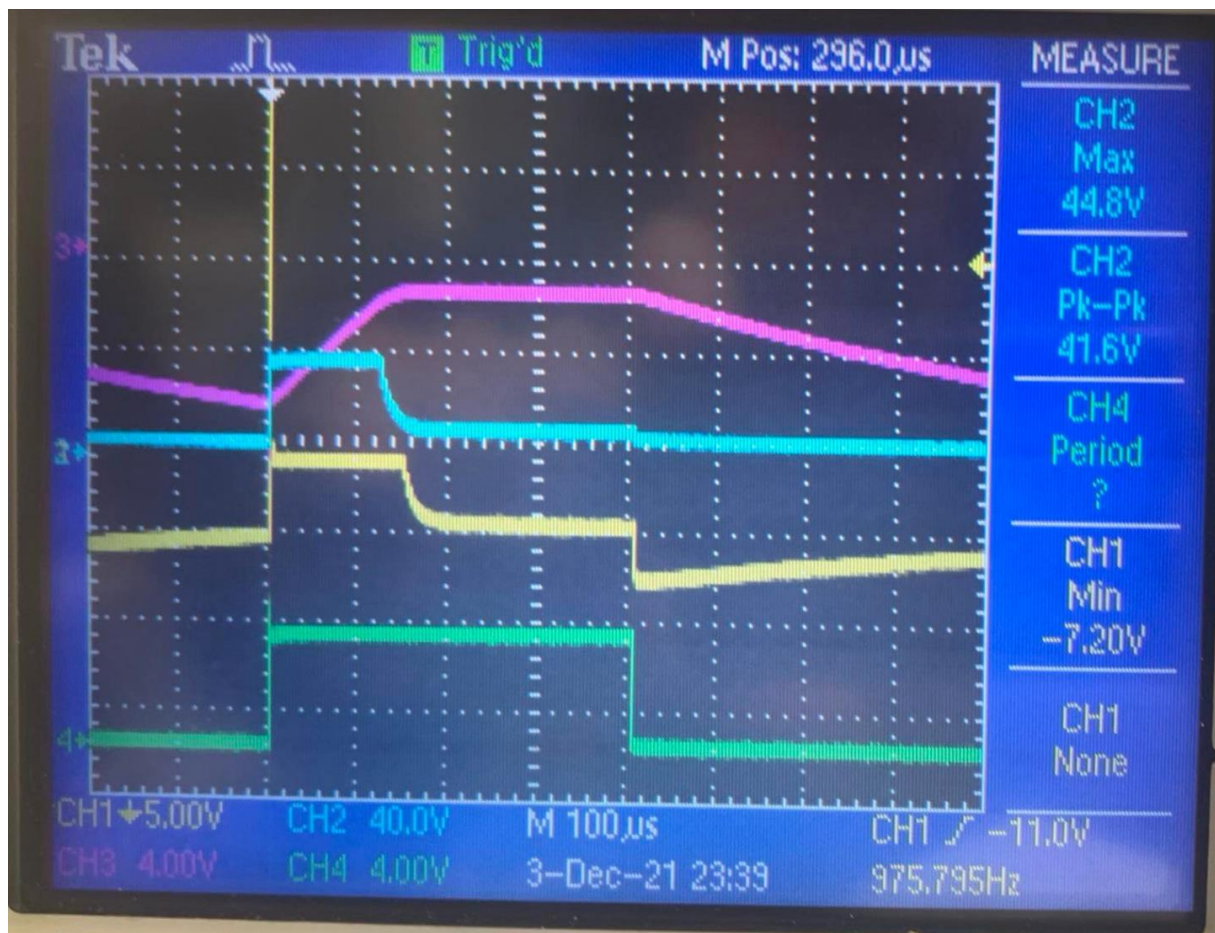
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	KONDENSATOR BOOTSTRAP		DESIGN 3					
2								
3	Duty cycle%	Duty cycle(tall)	Spenningsfall gate-jord.	Spenningsfall over 6kOhm last	Periode på av Lineær(JA/NEI)	Capacitor størrelse vs Tid før fallende flanke begynner		
4	3,921568627	10	4V	44V konst	0,07843137 JA	Liten(4,5nF)	0,25ms	
5	7,843137255	20	8V	44V konst	0,15686275 JA	Liten(4,5nF) Medium(10uF)	0,450ms	
6	11,76470588	30	12V		0,23529412 JA	Liten(4,5nF) medium(10uF) stor(40uF)	0,450ms	
7	15,68627451	40	16V lineær, så 30V ned derifra igjen		0,31372549			
8	13,7254902	35			0,2745098			
9	23,52941176	60			0,47058824			

Forsøk 5.3.1, Hypotesetest 1. Resultater helt til høyre med tid før fallende flanke begynner, gjennomført med kst dutycycle på 100/255.



*PWMperiode=1ms GUL: Logisk signal fra Ard LILLA: spenning over kondensator, GRØNN: Spenning mellom gate og jord
BLÅ: spenning over motstand
forsøk 5.3.1,
bildenr: 5.3.1.1*

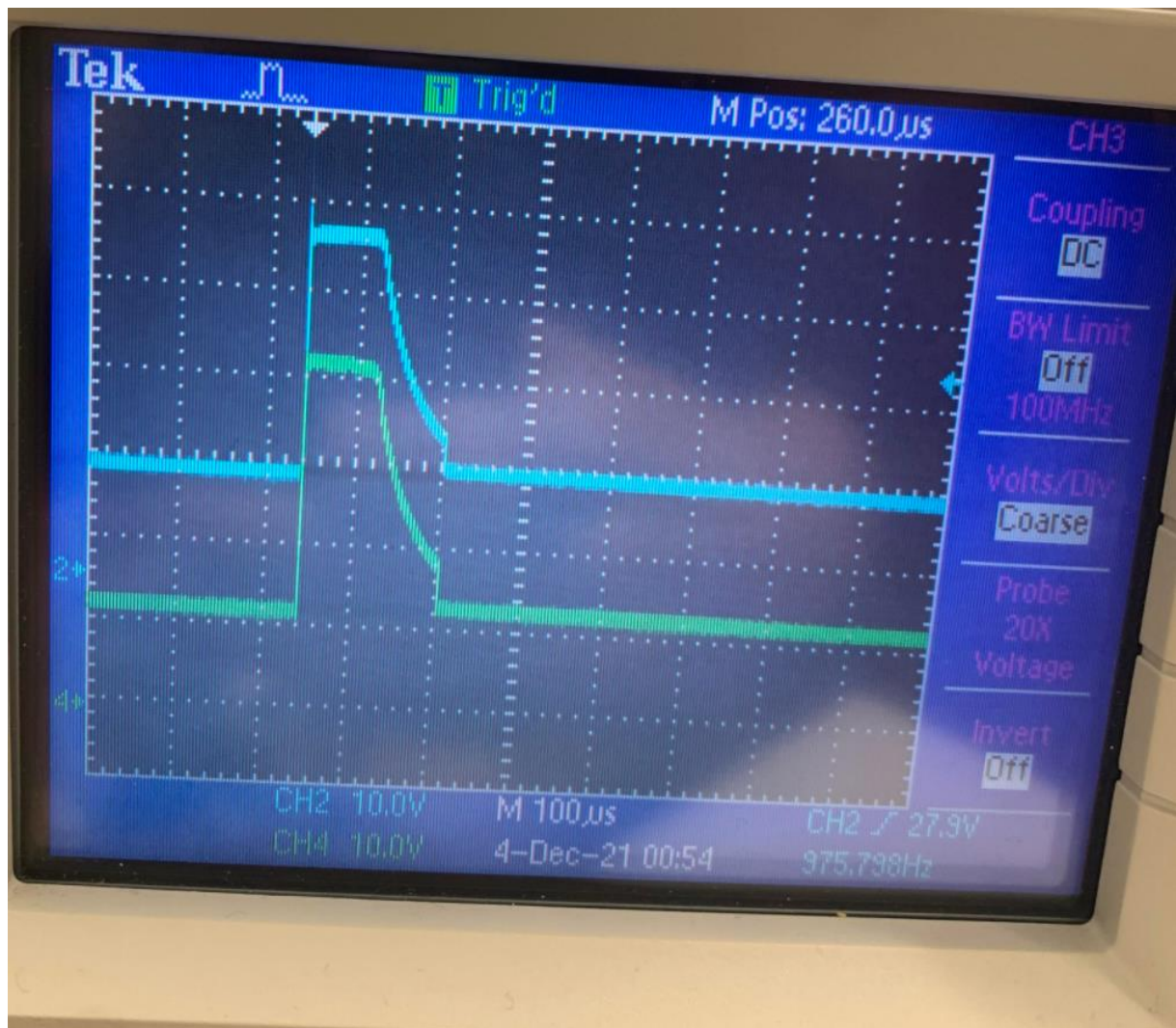
bildenr:5.3.1.2



PWMperiode = 1ms LILLA: spenning over kondensator. **BLÅ:** spenning over last. **GUL:** spenning over resistor før diode **GRØNN:** Logisk signal fra ard.

forsøk 5.3.1, hypotesetest 2

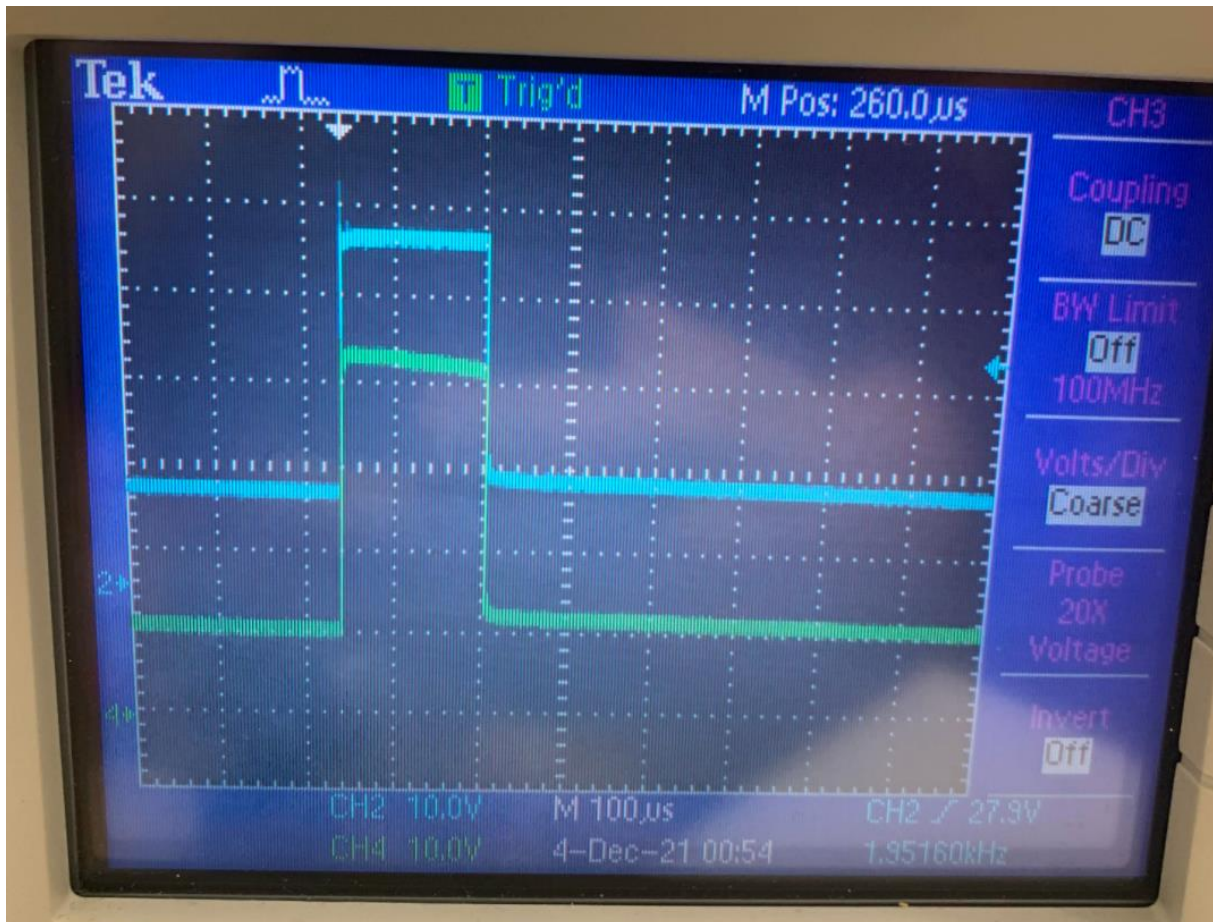
bildnr: 5.3.1.3



BLÅ: spenning over last. **GRØNN:** spenning gate-jord. GATE er jordet via 10kOhm.

forsøk 5.3.1, hypotesetest 3

bildenr: 5.3.1.4



BLÅ: spenning over last. **GRØNN:** spenning gate-jord. GATE er IKKE jordet via 10kOhm.
 forsøk 5.3.1, hypotesetest 3

bildenr: 5.3.1.5

Hypotesetest 4: Synkron mosfet utgjorde ingen forskjell, grafene var identiske som tilsvarende med diode. Det er derfor ikke tatt bilde av oscilloskopet.

6 Diskusjon

6.1.2: Diskusjon tester design 2

6.1.2.1: tetthetstestene

Det første som må nevnes er hva slags resultater som tyder på at mosfeten er tett. Når det kommer til ohmingen vil svært høy ohm, gjerne utenfor måleområdet til multimeteret, være et tegn på at mosfeten er tett. Her ligger derimot en risiko for en falsk positiv hvis multimeterets prober ikke får tilstrekkelig kontakt med kretsen. Da vil multimeteret også vise uendelig motstand og man kan konkludere feil. Det samme gjelder spenningstesten. Det man vil se er 0V, for da har mosfeten brutt kretsen totalt. På samme måte vil probene til multimeteret alltid vise tilnærmet 0V hvis de ikke får berører kretsen. Alt annet enn 0V er tegn på at mosfeten ikke er tett.

Ut fra tabellen, bildene 5.2.1.4, ser man at under at spenningstesten og ohm-testen for mosfet A,B og a henger fullstendig sammen, fordi motstanden er lav og man leser dermed spenningen over batteriet. Mosfet A er derimot ikke tett. Videre er det vanskelig å trekke konklusjoner fra mosfet C, b og c. Spesielt målingene for mosfet c, disse motsier hverandre. Spenningstesten sier den er tett, men ohm-testen sier den ikke er tett.

Den største feilkilden til dette forsøket er samtlige gates på alle 6 mosfetene ikke var koblet til jord. Denne feilkilden utdypes i pkt. 6.2.2.

6.1.3: Diskusjon tester design 3

6.1.3.1: Maks duty cycle test

I dette forsøket ble det også testet om å gi en D-cycle på 100/255 i 4ms og dermed en D-cycle på 0/255 i 4ms var med å påvirke spenningsfallet over motstanden. Det gjorde det ikke. Dokumentasjon på denne testen eksisterer derimot ikke da det virket uviktig å dokumentere ingen forskjell. Fra bildene 5.3.1.1 ser man at spenningen mellom gate og jord synker når spenningsdifferansen over kondensatoren synker. Videre ser man at når kondensatorspenningen slutter å forandre seg, forsvinner spenningsfallet over lasten, selv om det er logisk høy fra Arduinoen. Kondensatorspenningen faller veldig raskt så det er grunn til å tro at den enten er for liten eller at det lekker strøm et sted.

6.1.3.1.1: Hypotese 1: For liten kondensator

Fra bildene 5.3.1.2 kommer det til syne at større kondensator øker tiden mosfeten holder høy fra 0.25ms til 0.45ms. Med enda en kondensator i parallell blir derimot tiden med høy ikke lenger, men holder seg like lang. Det virker derfor sannsynlig at den første kondensatoren var for liten, men at det ikke alene er årsaken til at spenningsfallet over lasten faller før logisk høy faller.

6.1.3.1.2: Hypotese 2: for mye lekkstrøm gjennom dioden.

Ut fra bildene 5.3.1.3 ser man at spenningsfallet over motstanden i serie med dioden alltid holder seg til samme fortegn. Dette tyder på at dioden faktisk bare leder strøm en retning. Det er derimot en veldig høy spenningsspike akkurat i de kondensatoren begynner å tømme seg. Det kan derfor virke som at det går en lekkstrøm akkurat i det logisk høy blir gitt, men denne blir sperret med en gang. Dessuten fortsetter kondensatoren å lade seg ut med lik fart fra logisk høy blir gitt og ser tilsynelatende ut til å være upåvirket av lekkstrømmen-spiken

dioden har i så kort tid at det ikke kommer til syne av bildet.

6.1.3.1.3: Hypotese 3: Gate jordet med for liten pulldown motstand. Tester med 10kOhm ekstra.

Her ble resultatet verre med jord enn uten jord, som sett i bildene 5.3.1.4 og 5.3.1.5. En grunn til dette er at alle pulldown motstandene til de andre mosfetene var koblet i parallell før 10kOhm ekstra til jord. Dette kan bety at kondensatoren lader seg enda fortere ut, fordi det er mindre motstand til mosfetgatene. I tillegg er det 5 5kohm resistorer i parallell, derfor vil den elektrisk sett se ut som 1kohm. Derfor gir resultatet mening, selv om tiltaket for å hindre lekkstrøm var mot sin hensikt. Når det er sagt vil mosfetene sine gates bli fort ladet opp til samme potensiale som kondensatoren gir ut. Når dette skjer vil det muligens også gå en lekkstrøm via gate-resistoren til de 2 andre mosfet halvbro chippene. Dokumentasjon på hva som var på innsiden av halvbro chippen ble ikke funnet, derfor er det uvisst om det er en diode inne i den som forhindrer evt. feedback.

6.1.3.1.4: Hypotese 4: for mye lekkstrøm i dioden. Tester med synkron mosfet istedenfor diode.

Resultatene viste ingen forskjell. Dette tyder på at dioden fungerer veldig bra, da den ikke skiller seg fra en synkron mosfet i praksis. Det skal også nevnes at ingen av mosfetene hadde pulldownresistorer koblet til jord i lys av forrige hypotesetest.

6.2 Lærdommer

6.2.1: Første lærdom,; Vgs

Tidlig i utviklingsfasen ble det testet med en mosfet før og en mosfet etter en mostand der den totale spenningen over hele kretsen var 50V. deretter ble et 9V ikea batteri koblet med dens minus til jord og dens pluss til begge mosfetene. Til undring gikk det svært liten strøm i kretsen da begge gatene hadde fått inn 9V. Etter litt lesing ble det etablert at terskelspenningen til mosfetene var under 9V, men disse var referert til fra gate til source og dermed md 50V over hele lasten trengtes en minimum spenning av 55V inn på gaten, referert til jord. Lærdommen ble derfor at terskelspenningen til mosfeter er referert til drain, ikke til en jord. Dette er så åpenbart nå at det er flaut å skrive det, men når man jobber med noe nytt er enkle svært lette å begå.

6.2.2: andre lærdom: Ohming av bro ved ikke jordet gate og voltmetertest

Under tetthetstest av design 2, test 5.2.1, ble ikke gaten jordet fordi det tilsynelatende ikke var noen grunn til dette. Det var en tetthetstest og hvordan skulle gaten på noen av mosfeten få 5V over seg når den ikke en gang var en del av en sluttet krets. Etter forsøket var det vanskelig å forstå hvordan noen av mosfetene var tette og andre ikke var det, når disse var behandlet på nærmest identisk måte. Tilfeldighetene førte til at multimeteret målte motstand da gaten ble inspisert for feil. Da endret motstanden seg drastisk fra 0.2Ohm til 2kohm og bevegde seg opp og ned tilsynelatende uten mønster. Det som sannsynligvis var grunnen til dette er statisk elektrisitet fra teipen brukt til å isolere pinsene til mosfeten som ga nok ladning til at mosfeten skrudde seg på. Sannsynligvis mens teipen ble lagt på pinsene og ting ble flyttet og rørt på ble gaten ladet opp på lik måte som en van der graf maskin fungerer.

6.2.3: tredje lærdom: Kortslutning ved tilkobling av tilførsel før Ard har lagd brudd i kretsen.

I design 4 er ved ingen logikk og kun spenningstilførsel høy side av mosfetbroen åpen og lav side lukket. Av en eller annen grunn kan lyden av en lysbue høres når batterier blir plugget inn. Når arduinoen får spenning fra USB, og ikke lokal forsyning, og deretter kobles fra USB og blir matet fra batteriet blir det ingen kortslutning. Derfor er konklusjonen at Arduinoen av mystiske grunner må få spenning og skru seg på *før* mosfetbroen, eller strengt tatt før alt annet får spenning. Grunnen til at mosfetbroen får mye oppmerksomhet er at ved inspeksjon av utstyr etter kortslutningen i Design 4 var det 5 og en halv mosfet igjen. En mosfet hadde altså sprenget.

6.2.4: lærdom 4: DC-DC konverter kortslutning.

DC-DC konverter stod på Kjell og Co. Sine nettsider som Max 40V inn, men kondensatorene på koblingsbretter var markert med maks 35V. Denne inngangskondensatoren eksploderte og førte til at 3 mosfetter på høy side fikk 40Vgs. Etter denne hendelsen ble neste Velleman DC-DC converter oppgradert med en 63V inngangskondensator. Da fungerte det tilsynelatende som det skulle.

6.3 Hypoteser formulert og ikke testet

6.3.1: Hvorfor mosfetdriveren lakk strøm(se pkt. 5.3.1.)

Høy motstand mellom kondensator inn til gate er viktig. Det ble antatt at gate driver chip JY21L hadde denne integrert. Hvis den ikke har dette, kan dette også forklare spennings spiken over motstand i parallell med diode, som vist i bilde nr. 5.3.1.3. Det forklarer derimot ikke hvorfor kondensatoren lader seg ut i like fort, selv etter denne spiken. Dette er vist i

samme bilde. Når det er sagt, ville neste test for å feilsøke test nr. 5.3.1. for eksempel være å legge en 5kohm motstand mellom kondensatoren og inngang BT på mosfetdriverchipen.