

EMC Rapport  
AU2  
*Den intelligente bil*  
Gruppe 1

4. Semesterprojekt E4PRJ4  
Ingeniørhøjskolen, Aarhus Universitet  
Vejleder: Arne Justesen

24. november 2015

Navn	Studienummer	Underskrift
Kristian Thomsen	201311478	
Philip Krogh-Pedersen	201311473	
Lasse Barner Sivertsen	201371048	
Henrik Bagger Jensen	201304157	
Kenn Hedegaard Eskildsen	201370904	
Karsten Schou Nielsen	201370045	
Jesper Pedersen	201370530	

# Indhold

Indhold	ii
<b>1 Projektbeskrivelse</b>	<b>1</b>
<b>2 Implementerede kredsløb</b>	<b>2</b>
2.1 Strømforsyning på bil .....	2
2.2 Tachometer på bil .....	8
2.3 Motor med tilh. H-bro på bil .....	8

## 1 Projektbeskrivelse

Projektet omhandler design og implementering af en fjernstyret legetøjsbil. Bilen skal kunne styres via en Xbox 360 Controller koblet til et PC, som via WiFi kommunikerer med en central computer i form af en Raspberry Pi på bilen. Denne sørger for at styre bilen og udføre ”smarte” funktioner, som indebærer et kamera, et anti-kollisionssystem samt mulighed for visning af data på PC’en omkring bilens fart, g-påvirkning mm.

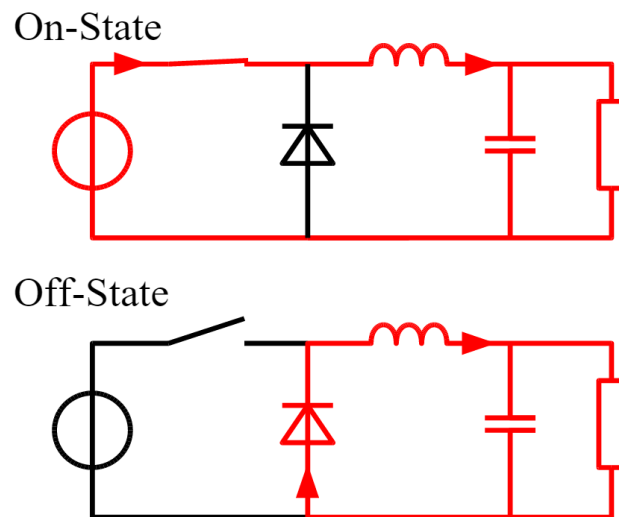
Raspberry Pi’en styrer selve bilen ved hjælp af sensorer og aktuatorer, deriblandt et eget designet tachometer, en motor og en servomotor til at styre hjulene. Alt dette er forsynet af bilens strømforsyning, som består af en buck converter, der leverer 3V og 5V forsyning samt en direkte adgang til bilens batteri. I forbindelse med denne rapport er der lagt fokus på bilens strømforsyning, tachometer og motor, da disse arbejder med hhv. høje frekvenser, strømme og følsom måling af bilens hastighed.

## 2 Implementerede kredsløb

De implementerede kredsløb er som nævnt tidligere valgt ud fra at der er tale om store strømme, stejle flanker og støjfølsomhed omkring måling af hastighed. I hvert afsnit herunder er det beskrevet hvilke specifikke kredsløb det drejer sig om, hvilke EMC-mæssige problemer der forventes at opstå samt hvad gruppen har gjort for at løse eller formindske disse problemer.

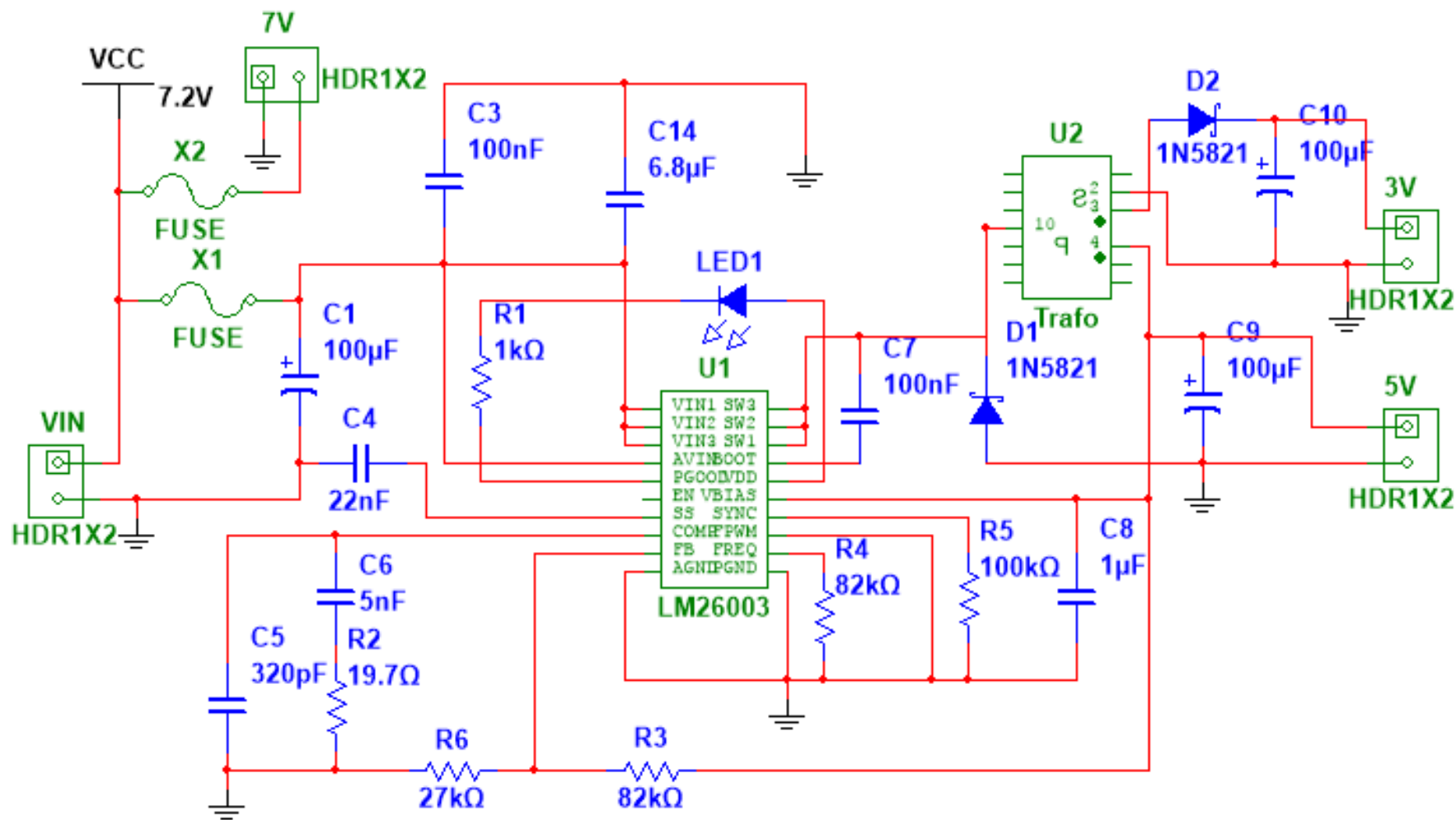
### 2.1 Strømforsyning på bil

Bilens strømforsyning er som førnævnt designet ud fra princippet om en buck converter. Buck converteren fungerer overordnet set ved at en PWM-styret mosfet eller anden form for transistor lukker op og i for en høj spænding ved meget høj frekvens. Dette midles herefter i et 2. ordens lavpasfilter. Den resulterende strøm ledes herefter igennem en diode, så der er en lukket sløjfe i kredsløbet, selvom transistoren er off.



Figur 1: Princippet for en buck converter, figur venligst lånt fra Wikipedia

I figur 1 vises princippet om en buck converter. Det ses hvordan strømmen løber når transistoren er hhv. on og off. Det mest væsentlige ift. EMC-problematik ligger i de flanker, som opstår når transistoren går on eller off, da disse går fra stel til forsyningsspænding på meget kort tid og ved meget høj skiftefrekvens. I dette system er skiftefrekvensen 100 kHz hvilket betyder at der både forekommer støj i 100 kHz, men også ved højere harmoniske frekvenser af de 100 kHz.



Figur 2: Kredsløbsdiagram for strømforsyning

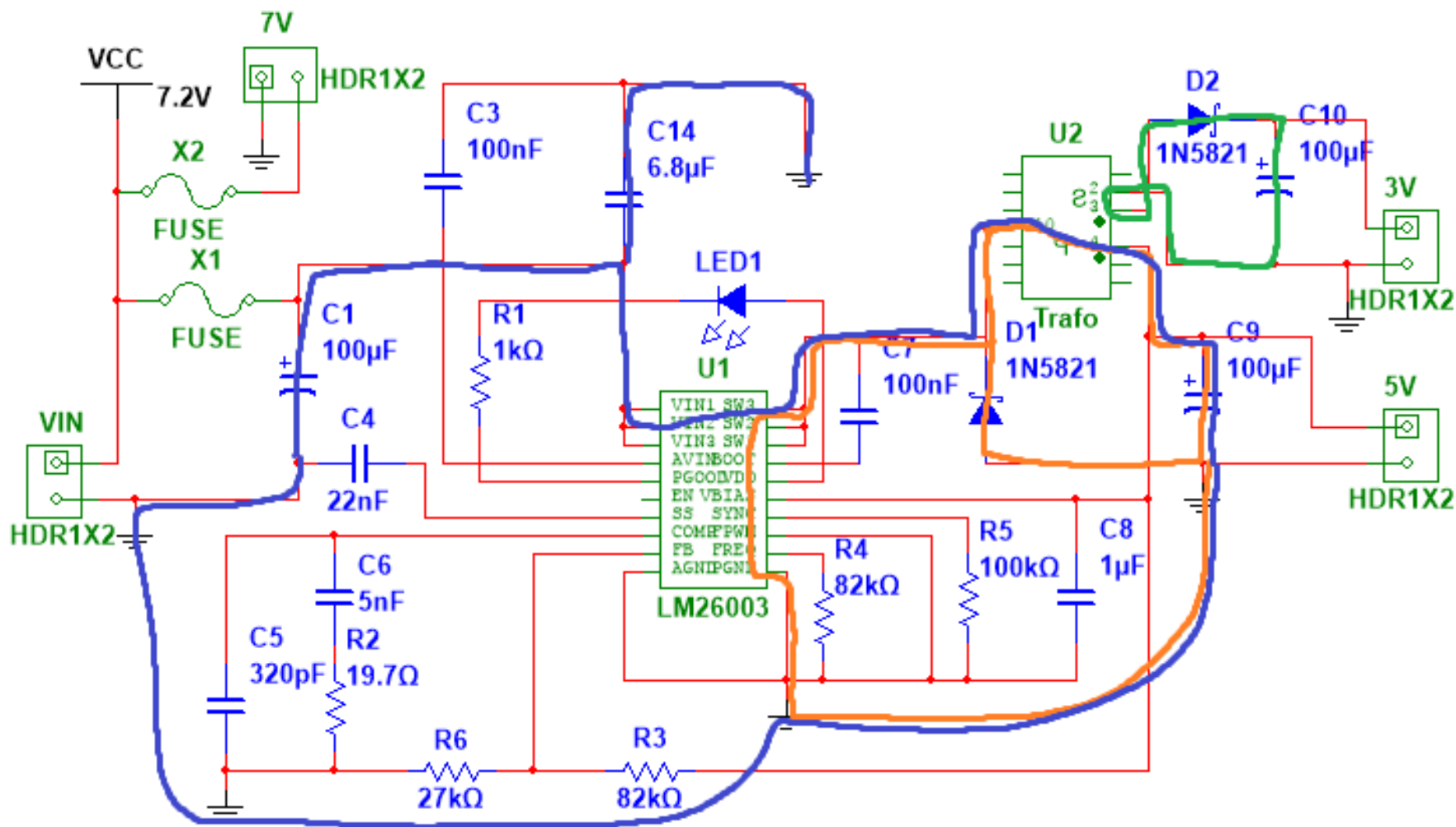
På figur 2 ses hele kredsløbet for bilens strømforsyning. Der er en mindre afvigelse i dette design ift. "standard" buck converteren i form af en ekstra udgang på 3V. Dette medfører at der er tre strømloops, hvor der fremkommer højfrekvente signaler. I figur 3 ses disse indrammet.

Hvis man kikker på den blå strømsløjfe handler det om den vekselstrøm der løber fra batteriet/-kondensatoren på indgangen og ud til udgangskondensatoren når transistoren skifter mellem ON og OFF. Denne strøm er både højfrekvent og relativt høj i spænding og der er i designet derfor forsøgt at mindske arealet sløjfen dækker over for at mindske udstråling af B-felter.

Den orange sløjfe viser den skiftende strøm der går gennem dioden og optages af kondensatoren. Når transistoren er ON løber strømmen gennem IC'en og når transistoren er OFF løber den via dioden. Måden støjen fra dette reduceres på er ved at mindske arealet for strømloopet.

Til sidst er der den grønne strømløkke, som i denne applikation ikke fører en særlig stor strøm (under 100 mA) og der vurderes ikke at der er de helt store EMC-mæssige problemer fra denne. Den er dog værd at tage med, da princippet og frekvenserne er lig de andre to sløjfer.

Udover de markerede sløjfer findes der ligeledes fløjfer ved tilbagekobling og stabilisering af udgangssignalet tilbage til IC'en, disse er af lave strømme og spændinger og er derved ikke betragtet som værende væsentligt støjende. Dog vurderes det at indgangssignalet på IC'en fra tilbagekoblingen er relativt støjfølsom og dette begrænses herved ved at placere banerne langt fra støjkluder i designet.



Figur 3: Kredsløbsdiagram for strømforsyning med strømsløjfer indtegnet

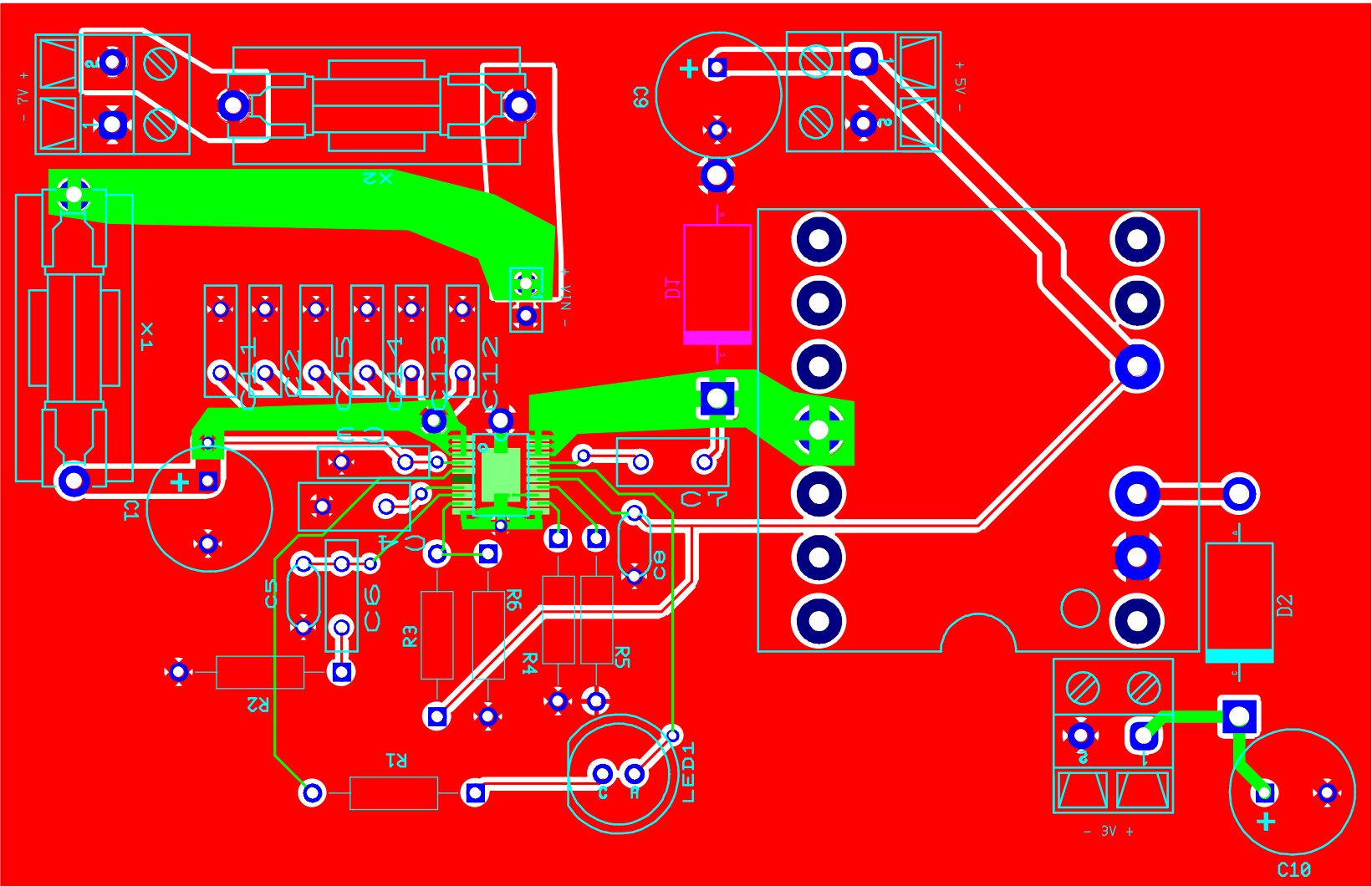
I figur 4 ses det implementerede kredsløb på print. Det er uheldigvis ikke muligt inden afleveringsdatoen for EMC-rapporten at få printet produceret, så de overvejelser der er gjort i dette afsnit betragtes som værende endelige.

Printet er som udgangspunkt lagt ud således at strømsløjferne vedr. output alle er placerede i højre side af printet, med så korte og brede printbaner som muligt. Returstrømme går via stelplan på bagsiden, hvilket vil sige at arealet på hver strømsløjfe minimeres så vidt som muligt.

Forsyningsstrømmen til IC'en samt direkte udgang er trukket op i øverste venstre side og er derved, på samme vis som udgangssløjfer, langt fra den mere følsomme elektronik i nedre del af printet. Der er så vidt muligt taget hensyn til at signalbaner og forsyningsbaner (både input og output) ikke er lagt oveni hinanden eller tæt på hinanden for netop at undgå kapacitiv kobling mellem banerne. Dette minimerer også at man i stelplanet mindsker problemer med impedans i fælles strømveje.

For at mindske de højfrekvente strømsløjfer er afkoblingskondensatorer placeret så tæt på de komponenter de skal afkoble som muligt. Dette ses ved C9, C10, C1 og C11-12.





Figur 4: Kredsløbsdiagram for strømforsyning med strømsløjfer indtegnet

## 2.2 Tachometer på bil

Svissen svassen

## 2.3 Motor med tilh. H-bro på bil

Svissen svassen