

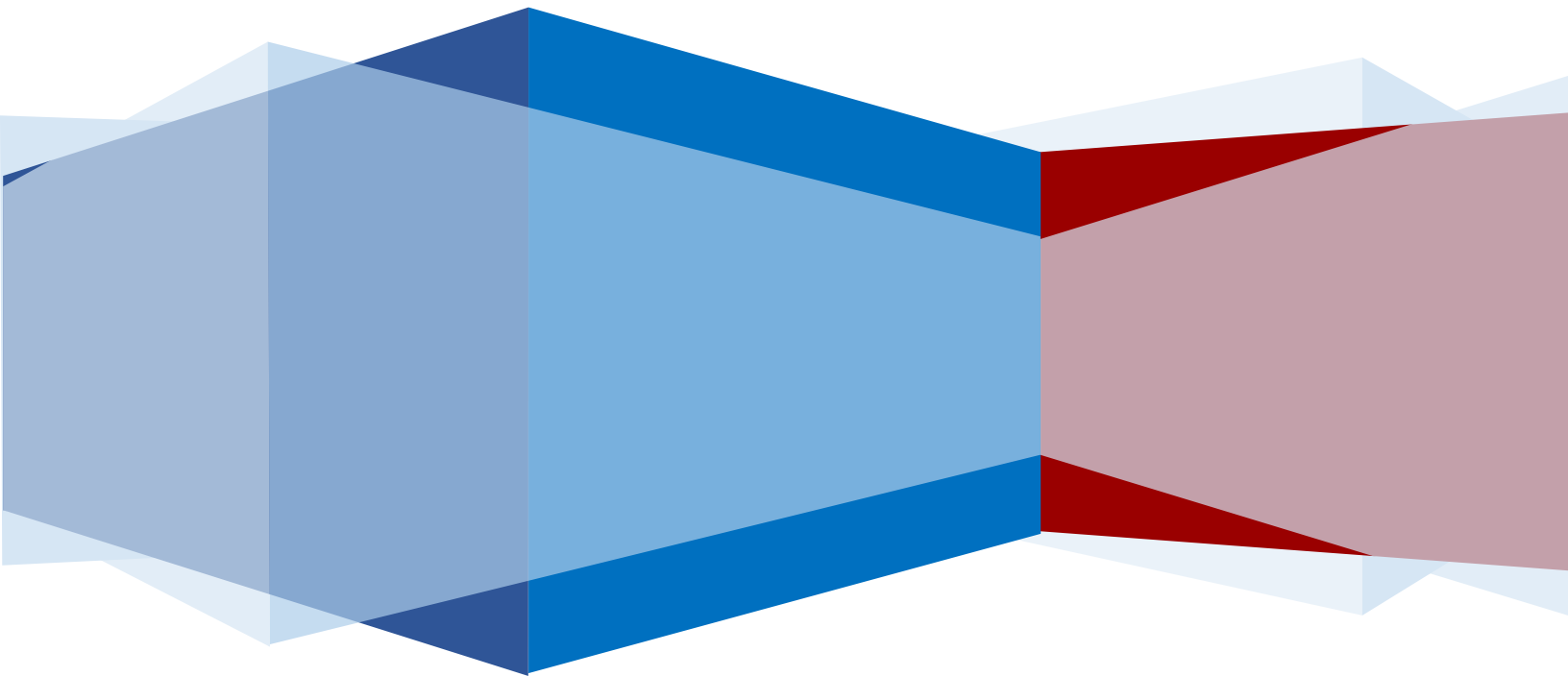
# Økobil – Elektronik 2014

**Dynamo 10.0**

Oliver Topp s123036, Henning Si Høj s122992,

Ingimar Andersen s122661

30/06/2014



## Indhold

1. Indledning.....	2
2. Oversigt.....	2
3. Batteri .....	4
4. Miniboard .....	5
5. Motorboard .....	7
6. Fremtidige ændringer.....	9
6.1. Miniboard .....	9
6.2. Motorboard.....	9
6.3. Kode.....	10
7. Konklusion .....	11

# Økobil - Elektronik 2014

*Oversigt og forklaring om Dynamo 10.0's elektronik*

## 1. Indledning



*Figur 1 Dynamo 10.0 på banen i Rotterdam*

Som led i Shell Eco-marathon, skal bilens el-system overholde en række forskellige krav. Dette omfatter blandt andet krav om at bilen skal være udstyret med lys, kabineblæser, vinduesvisker, horn mm. Mere specifikt skal der være forlys, baglys, bremselys, blinklys og lys som indikere om startermotoren kører. Derudover skal der være elektronik til styring og kommunikation mellem de mange forskellige

komponenter i bilen. For nærmere information om specifikationer henvises der til de officielle Shell Eco-marathon regler som findes på Shells hjemmeside<sup>1</sup>. Disse regler bliver opdateret hvert år og derfor skal man følge nøje med om noget har ændret sig inden for gruppens ansvarsområde.

## 2. Oversigt

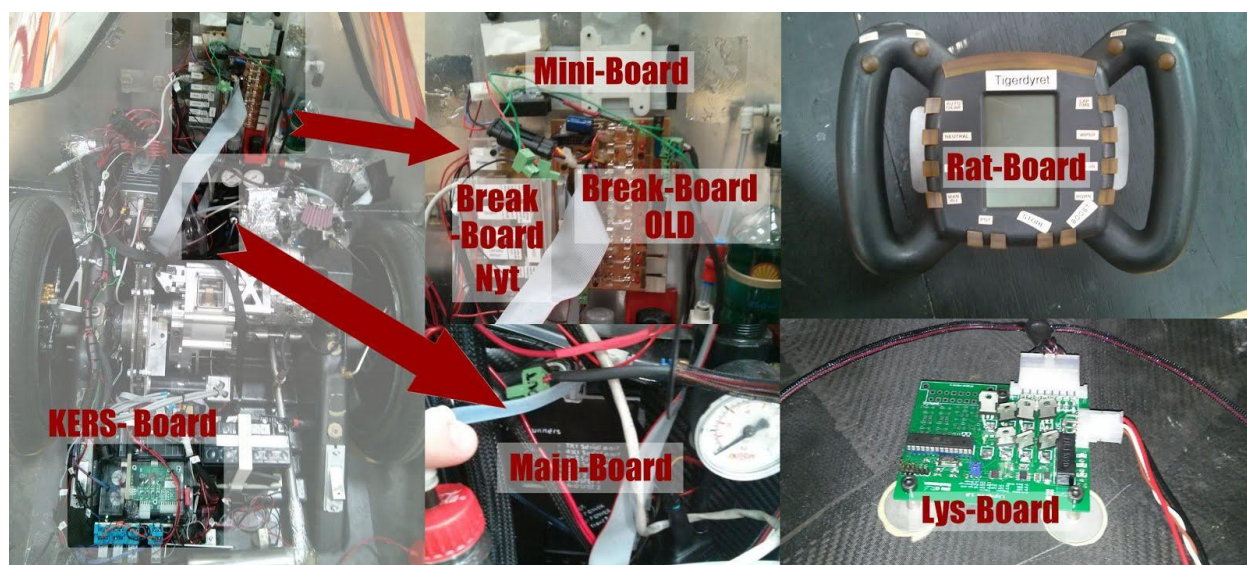
Økobilen indeholder en lang række elektroniske komponenter og herunder et stort antal mikroprocessor-boards: bag-lys, for-lys, rat, Mainboard og et Motorboard (som endnu ikke er blevet koblet til bilen), som alle kommunikerer ved brug af databusser (som også kommunikere til en CompactRio). Disse komponenter står for alt datahåndtering, datamåling, styring og kommunikation med bilens fører og en hjemmeside.

---

<sup>1</sup> <http://www.shell.com/global/environment-society/ecomarathon/for-participants/general-information/rules.html>

Boardene kommunikerer ved brug af RS-485 på en samlet bus, som gør det mere praktisk at sende information rundt i bilen, men også gøre det lettere at tilkoble nye sensorer eller aktuatorer til bilen.

Bussen fungerer således at hvis eksempelvis man ønsker at tænde forlyset, klikkes på den tilsvarende knap på rattet. Boardet i rattet sender en besked over bussen til lysprintet forrest i bilen, som opfanger dette og tænder lyset. Boardene kan både sende og anmode om sensoroplysninger, eller aktivere aktuatorer over bussen.

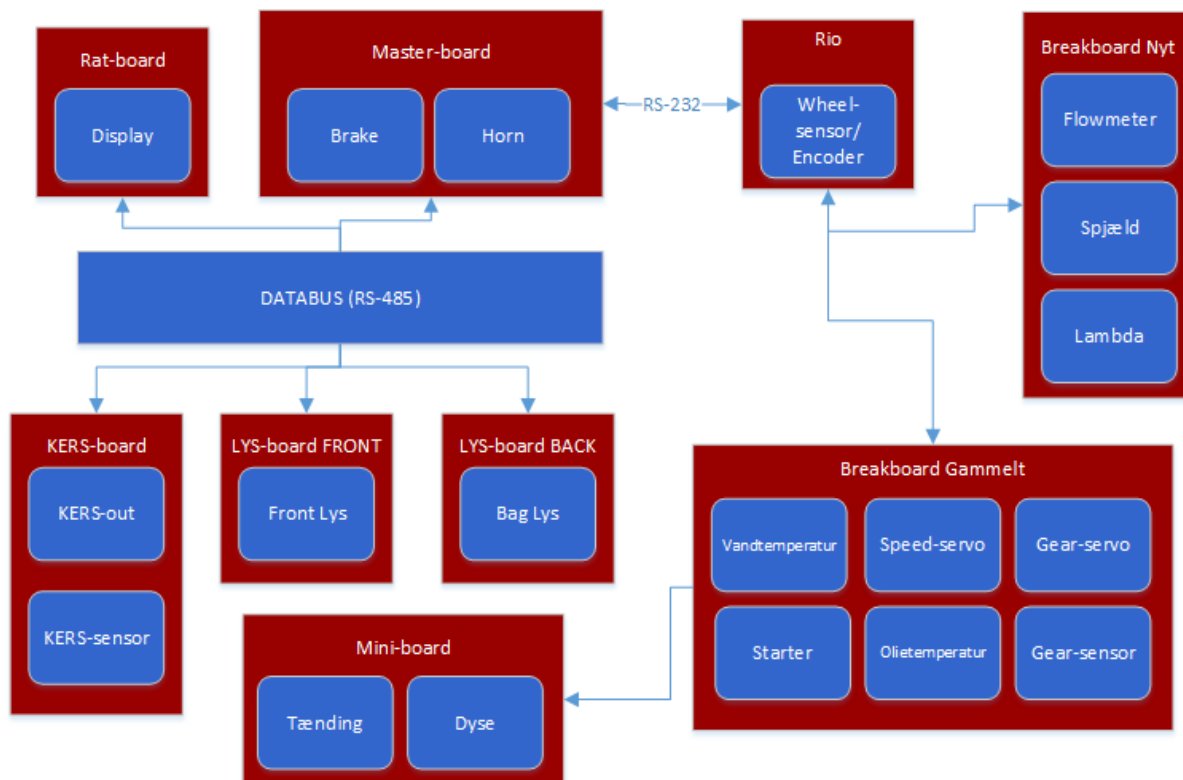


Figur 2 Her ses de aktuelle boards i økobilen. Lysboards findes i bilens front og bag-skald.

Da cRio'en kun kommunikerer over RS-232, benyttes Mainboardet også til at overføre data fra cRio til Bussen, og omvendt. CompactRio'en indeholder alt kontrol og regulering af bilen og er derfor nødt til at kunne tilgå de forskellige boards på bussen. For mere information om CompactRio henvises til Motorstyringsgruppen. Derudover er der to 'kritiske' signaler som cRio'en skal have direkte forbindelse til, da disse ikke tolererer nogen form for forsinkelse. Der er tale om dyse og tænding til motoren, som cRio'en kan tilgå direkte uden om bussen via Miniboardet. Alle andre sensorer og aktuatorer vil kunne holde til at blive styret igennem bussen. Se Figur 3 for en oversigt over de elektroniske komponenter.

I løbet af Økobil 2013/2014 blev der designet et "Motorboard" som skulle stå for at erstatte flere af boardene, og koble flere sensorer og aktuatorer til bussen. Se Afsnit "Motorboard" for mere information om det.

For at læse mere omkring kommunikationsprotokoller, se elektronikgruppens rapport fra Økobil 2012/2013. Her er der også en uddybet beskrivelse af Lysprint, Ratboard og Mainboard.



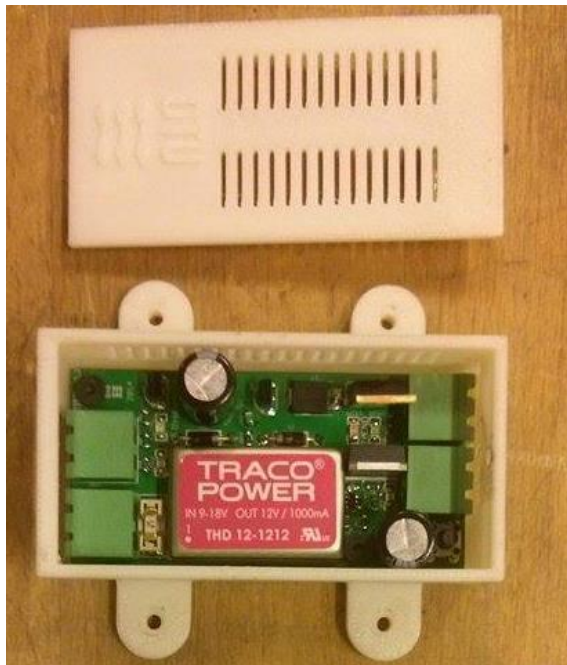
Figur 3: På figuren ses de blå kasser som de sensorer, aktuatorer etc. som hvert board er forbundet til.

### 3. Batteri

Batteriet blev udskiftet fra et almindeligt blybatteri til et Lithium-polymer batteri. Der opstod visse udfordringer i at vælge et passende Lithium batteri med tilstrækkelig kapacitet til at erstatte det 14 Ah fattende og over 6 kg vejende blybatteri. Valget faldt på Shorai's 27 Ah "blyækvivalent" batteri (SR-LFX27L3-BS12). Dette vejer kun 1.9 kg. Bemærk dog, at Shorai's definition på "blyækvivalent" omfatter den momentane strøm batteriet kan afgive, og den

angivne kapacitet skal deles med tre, for at opnå noget som svarer til cellernes faktiske energikapacitet. Det købte Lithium batteri fatter altså energi svarende til ca. 9 Ah. Dette var tilstrækkeligt til at køre ét løb på banen i Ahoy! Street Circuit i Holland. Vi vil anbefale at købe et ekstra batteri af samme type, for at kunne skifte mellem de to Lithium batterier, når der køres to løb efter hinanden. Bemærk at Lithium batterier kræver speciel pleje, idet de helst skal langtids lagres koldt ved en bestemt spænding. På Shorai's oplader eksisterer knappen "Store" for at opnå denne spænding. Derudover skal der holdes nøje øje med spændingen, da denne ifølge Shorai's specifikation ikke må falde under 13.1 V. Denne spænding er definitionssag og batteriet kan aflades yderligere, men dette kommer hurtigt til at have en stor negativ påvirkning på batteriets levetid. Der henvises til Shorai's hjemmeside for yderligere information.<sup>2</sup>

## 4. Miniboard



Figur 4 Billede af Miniboard 2.3 i sin 3D printet kasse.

I sidste års design var dyse-controlleren implementeret på et hjemmelavet board. Vi har besluttet os for at lave et nyt og lidt mere kompakt print til dyse-controlleren, som også indeholder flere forbedringer, især med hensyn til sikkerhed.

Det første trin i denne process var at analysere og tegne kredsløbet op for dyse-controlleren. Herunder har vi også undersøgt om der findes nogen mindre komponenter som kan erstatte de eksisterende. Vi fandt ud af at der findes nogle noget mindre DC/DC konvertere som kan bruges til samme formål. Da vi ikke havde tidligere erfaring med Eagle blev vi nødt til at lære Eagle at kende

<sup>2</sup> <http://shoraipower.com/faq>

helt fra bunden af, hvortil vi kan anbefale at tage udgangspunkt i Jeremy Blum's vejledninger for nybegyndere.<sup>3</sup> Den største udfordring har nok været at tegne vores egne komponenter, men heldigvis findes de fleste komponenter i Eagle's omfattende bibliotek eller andre frit tilgængelige biblioteker. Her anbefales at download Sparkfun's Eagle bibliotek.

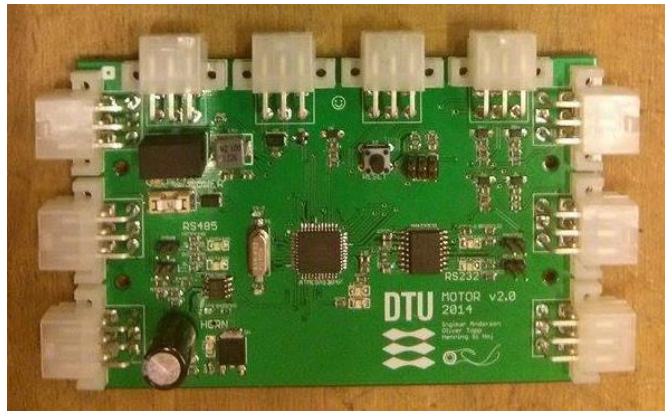
Dyse og tænding kræver et styresignal på 12 V og trækker begge to en beagtelig mængde strøm. Da cRIO'ens styresignaler ligger på 5 V og kun kan levere meget lidt strøm er der blevet bygget et kredsløb for at kompensere for det. Det har vi gjort ved at lade cRIO'en styre to MOSFETs som så åbener og lukker for de kompenserede styresignaler. For tændingen er signalet trukket direkte fra batteriet men da dysen er særlig følsom for ændringer i spænding, bliver dens signal trukket i gennem en 12 volts regulator. Eftersom disse signaler er højt tidskritiske skal de sendes med meget lidt forsinkelse og MOSFETene skal kunne reagere meget hurtige. Et hurtig respons opnås ved at bruge en "gate driver" til at drive MOSFETens styresignal. Sådant en "gate driver" er dog kun brugt på dysens MOSFET, men burde også implementeres på indgangen til tændingens MOSFET, da dette sørger for en hurtigere ændring i strømmen. Tændingen er simpelt set intet andet end en spole, som oplades og aflades. Jo hurtigere MOSFETen reagerer, og dermed ændrer strømmen, jo større gnist kan man få fra denne spole. Her skal man til gengæld også sørge for, at de spændingsspiques, som bliver sendt tilbage i boardet, ikke ødelægger MOSFETen. Hertil skal der bruges en TVS (Transient Voltage Supression) diode og MOSFETens hastighed skal nøje indstilles. Muligvis er det også nødvendigt at implementere dedikeret køling til netop denne tændings MOSFET.

Til boardet er der lavet en særlig 3D printet boks, designet i SolidWorks, og dens CAD filer kan findes i kursets Dropbox mappe.

---

<sup>3</sup> <http://www.jeremyblum.com/portfolio/eagle-tutorial-series/>

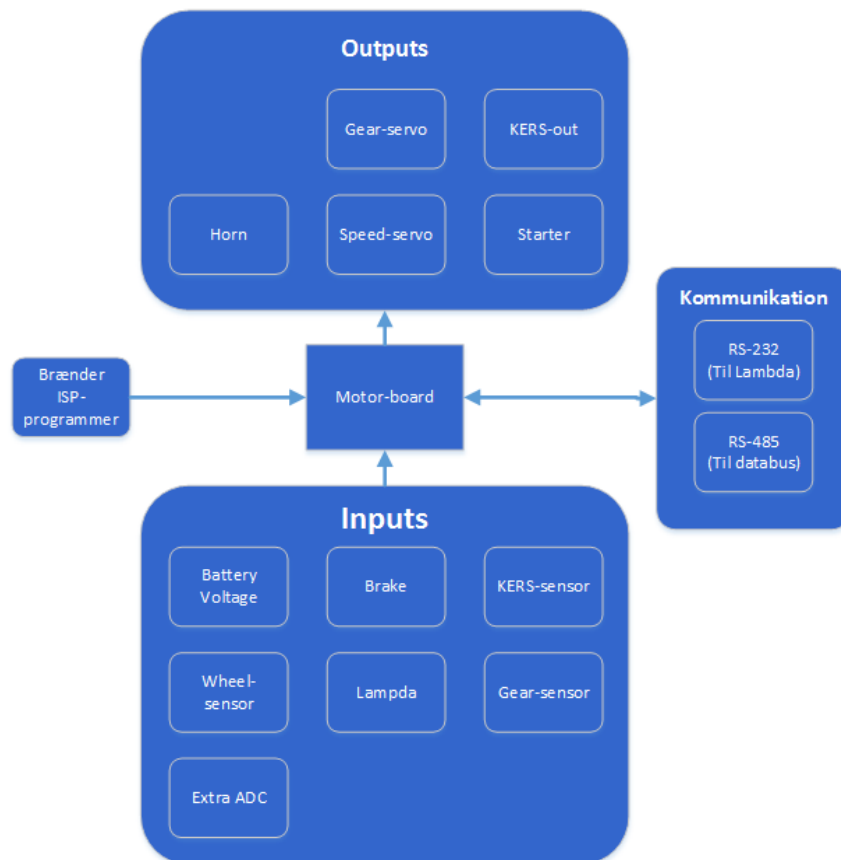
## 5. Motorboard



*Figur 5: Motorboard 2.0*

Motivationen for Motorboardet var at samle den fragmenterede elektronik på et board. Da boardet desværre ikke indeholdte nok signal ind/udgange til at erstatte alle de gamle boards (se afsnittet over fremtidige ændringer, hvor manglende elementer i motorboardet står beskrevet), er det ikke tilstrækkeligt. Motorboardet er dog fuldt funktionelt, og nåede desværre ikke at blive installeret. Det ville kunne erstatte nogle af de gamle board, men er ikke ideelt.





Figur 6 Illustration over de blokke indeholdt i Motorboard 2.0.

Motorboardet er ligesom Miniboardet designet i Eagle. Dens tiltænkte funktion er at samle en række af sensorene og analog systemerne på et board og facilitere sammenkoblingen af de mange enkeldele. Hertil er der forberedt spændingsdelinger til de enkelte indgange. Bemærk at servomotorene kræver en stærk 5 V forsyning med mulighed for at levere mere end 3 A per servo. Ved denne høje energimængde er der derfor brug for dedikeret køling. Derfor anbefales at beholde disse konvertere off-board, for at facilitere kølingen. De kan stadig styres af et styresignal fra Motorboardet. Derudover er det vigtigt at elektrisk isolere forsyningen til hornet fra resten af kredsløbet, for at forhindre at elektrisk støj fra denne forsyning griber over på de mere sensible sensorkredsløb. Hertil bliver der brugt et relæ.

Til boardet er der lavet en særlig 3D printet boks, designet i SolidWorks, og dens CAD filer kan findes i kursets Dropbox mappe.

## 6. Fremtidige ændringer

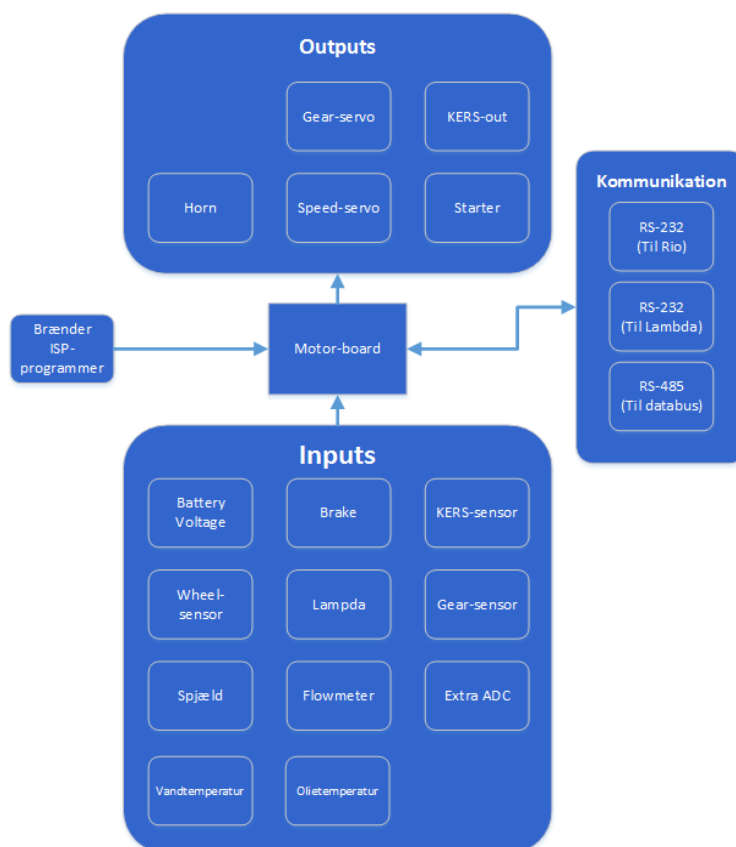
### 6.1. Miniboard

I dens nuværende form kan Miniboardet godt bruges. En stor ulempe er at tændingssignalet kan være lidt upræcist og derfor anbefales det at lave et nyt Miniboard 3.0 print med en ekstra "gate driver" for tændingen (se Afsnit 4 om Miniboardet).

### 6.2. Motorboard

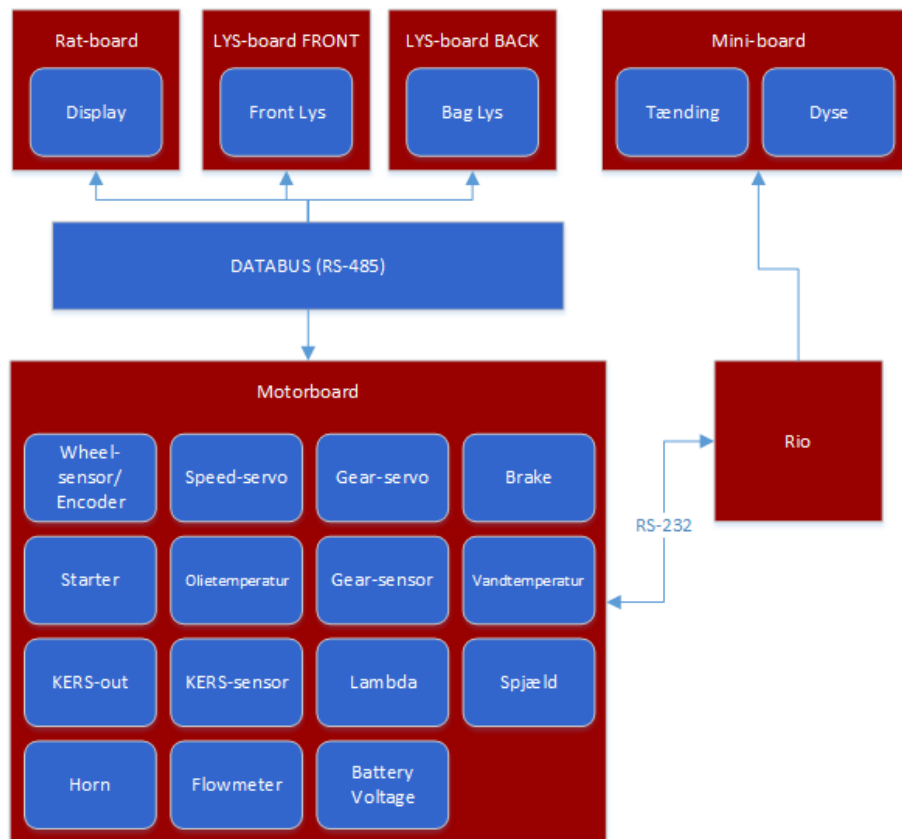
Visionen er at kunne kombinere så godt som alt elektronik på et centralt board, Motorboardet. Dertil er der behov for at designe et nyt board på basis af Motorboard 2014 og benytte en ny mikroprocessor. Hertil anbefales at bruge en ATmega2560 mikroprocessor.

En oversigt over et nyt Motorboard ses på nedenstående figur:



Figur 7 Mulig opbygning af Motorboard 3.0 til erstatning af elektronik

Med dette fuldendte Motorboard ville opsætningen af systemet i bilen kunne reduceres til følgende Figur 8.



Figur 8 Opsætning af elektronik med det tiltænkte Motorboard 3.0.

Denne opsætning er bedre, da der er mindre komponenter og boards. Dette gør systemet mere overskueligt da alle målinger nu er samlet på bussen og hjælper med fejlfinding.

### 6.3. Kode

Vi anbefaler stærkt at der til næste version tages fokus på hele bilens komponenters programmering. Dette kan involvere at alle boards programmeres forfra. Især med hensyn til implementering af CRC tjek. Manglen på dette ses, når en RS485 komponent tilsluttes til bussen imens denne er aktiv. Dette genererer så mange fejlsignaler, at bilen kan finde på at starte af sig selv. Der er også plads til optimeringer flere steder i koden.

## 7. Konklusion

Vi har været med til at bidrage til Dynamo 10.0's elektronik samt at sørge for at den bestående elektronik fra Dynamo 9.0 stadig var funktionsdygtig. Igennem denne proces har vi lært mange ting og samlet masser af erfaring. Det er på baggrund af dette at vi foreslår de nævnte ændringer og forbedringer til næste version og vi håber at kunne være med til at opleve at disse ting bliver implementeret.