

SWAGWAY
af
Carl Emil Grøn Christensen and Mathias Dannesbo
8. maj 2012

Resumé

[FiXme: Skriv resume](#)

Forord

Gennem teksten vil der være angivet link til “Issues” på GitHub siden for projektet¹. Disse issues har været brugt som projektstyring samt bugtracker gennem projektforløbet. Links er angivet som i enden af denne sætning^{#1}. Det er ikke nødvendigt for forståelsen af denne rapport at følge linksne.

FiXme: Tak til Steffen LC og
Kristian

¹<https://github.com/neic/Swagway>

Indhold

Indhold	3
1 Indledning	4
1.1 Problemformulering	4
2 Indput	4
2.1 Sensor	4
2.2 Styring	4
3 Control	4
3.1 Filter	4
3.2 Regulering	4
4 Output	5
4.1 H-broens virkemåde	5
4.2 PWM	5
4.3 Overvejelser	5
4.4 Motorcontroller	5
5 Auxiliary	8
5.1 Mainboard	8
6 Mekanik	10
7 Konklusion	10
8 Perspektivering	10
Tabeller	11
Figurer	11
Litteratur	11
A Kildekode	12
A.1 swagway.ino	12
A.2 ADXL345.h	16
A.3 ADXL345.cpp	18
B Status log	20
B.1 13. marts	20

1 Indledning

1.1 Problemformulering

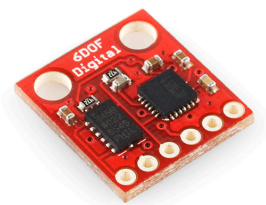
2 Input

2.1 Sensor

To sensorere, drift.

Sensor hardware

Pull-up, Bus capacitance, level shifter,



Figur 1: IMU breakoutboard fra Sparkfun. (CC BY-NC-SA 3.0, Sparkfun)

Sensor software

I²C, wire.h, libraries

2.2 Styling

Potentiometer, gaffelsensor, strain-gate

3 Control

3.1 Filter

Mål: samle data fra gyro og acc og regne en vinkel ud

Komplimentær filter

Kalman filter

Modificeret kalman filter

3.2 Regulering

Mål: omsætte en vinkel til en PWM værdi

Linær

PID

Ekspontential

4 Output

Mål: Køre motore i begge retninger med variabel hastighed.

4.1 H-broens virkemåde

H-bro teori

4.2 PWM

PWM teori

4.3 Overvejelser

Vores valg: Dobbelt H-bro med mange chip eller bygge selv. Med eller uden PWM "i bunden".

4.4 Motorcontroller

Tabel 1: Motorcontroller sandhedstabel

Arduino pin			HEXFET spænding				HEXFET on/off				
P7	P6	P5	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	
P8	P9	P10	Q5	Q6	Q7	Q8	Q5	Q6	Q7	Q8	
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	Off (☹)
1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	Off (☹)
0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	☹
1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	Short
0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	Short
1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	☹
0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	Short
1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	Short

Tabellen viser hvordan motorcontrolleren opføre sig hvis den får inputtet angivet under "Arduino Pin"

H-bro, PWM, PWM-kondensator, beskyttelses dioder, 4000 serie, optocoupler

Samlet board

Det var upraktisk at have alle funktioner på samme board. H-broerne og optocouplerne blev flyttet på sit eget board "Motorcontroller v1.0".

Motorcontroller v1.0

24. januar 2012 Boardet virkede ikke. Det opførte sig som det var kortsluttet. Det viste sig, efter at boardet var skilt helt af igen, at det plus tegn der skulle vise polariteten var sat ved den forkerte pol. Printet havde taget skade af at blive loddet på flere gange.

Fixme: Indset diagram over
Motorcontroller v1.0
Fixme: Indset figur over
Motorcontroller v1.0

Der var desuden nogle ledninger der var for tætsiddene og loddeøerne var lidt underdimensionerede. Der manglede også en mulighed for at se hvilken vej strømmen løber i H-borerne. Dette blev rettet i v2.0.

Motorcontroller v2.0

8. marts 2012 Dette board blev aldrig lavet færdig; Ledningerne omkring pinheaderen var for tæt efter at loddeøerne blev forstørret. Diagram og figur over printet kan findes i bilag.

FiXme: ref

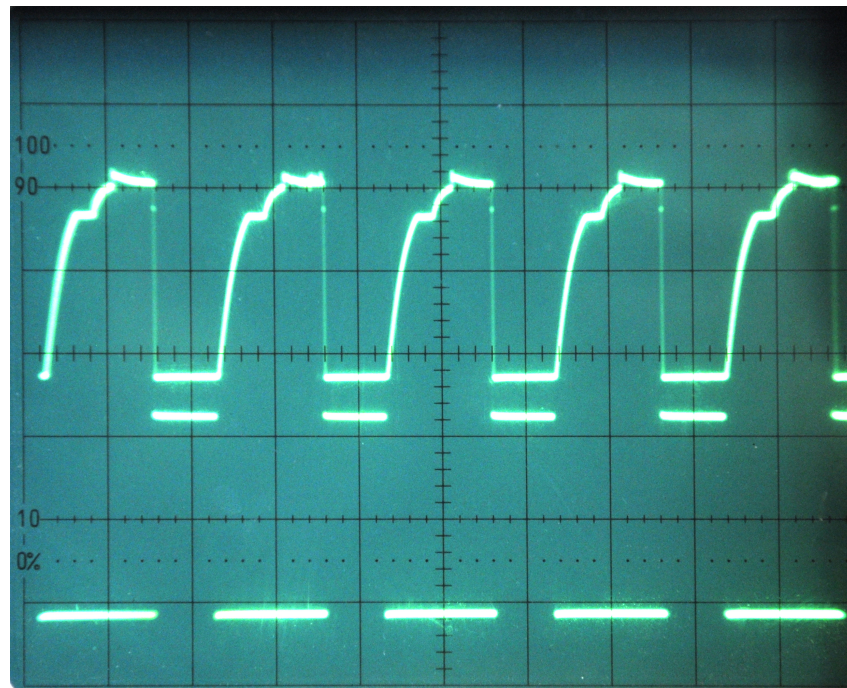
Motorcontroller v2.1

8 marts 2012

Boardet fungerede umiddelbart. Motoren kunne køre i begge retninger og farten kunne styres med PWM. Dog startede motoren på ca. 30% fart i den ene retning. Ved at måle på PWM signalet fra mainboardet og signalet til motoren kunne problemet indskrenkes til at være på Motorcontrolleren.

Det viste sig efter meget debugging at spændingen på gaten på P-kanal HEXFETterne (IRF4905) ikke gik high ligeså hurtigt som forventet. Der blev opstillet et forsøg på et breadboard med en P-kanal HEXFET, en optocoupler og en Arduino.

Forsøget viste at når optocoupleren sad mellem HEXFETen og Arduinoen var der en kapacitet mellem HEXFETens gate og source. Figur 2 viser nederst PWM signalet fra Arduinoen og øverst signalet på P-kanal HTXFETens gate. Man ser tydeligt at det tager ubejlejligt før signalet på gaten stiger.



Figur 2: Oscilloskop billede af stigetid på en P-kanal HEXFET gate. Nederst ses PWM-signalet fra Arduinoen, øverst ses signalet på gaten.

Ved at sætte en mindre pull-up-modstand på kunne den aflades hurtigere, men det var ikke muligt at få den tilpas langt ned til at kunne styre motoren godt. Ved at fjerne optocoupler og køre HEXFETens gate direkte fra Arduinoen eller ved fjerne HEXFETen og måle direkte på optocoupleren, var stigningstiden ≈ 0 . Det var kun i kombination mellem HEXFETen og transistoen i optocoupleren at stigningstiden ikke var ≈ 0 .

Der blev forsøgt med en 4N25 optocoupler istedet for 4N35 og en BC547 istedet for optocoupleren; der var samme stigningstid.

FiXme: Indset diagram over Motorcontroller v2.1 (Figur over printet kan findes i bilag)

FiXme: Indset diagram over forsøg med optocoupler og HEXFET

Det har ikke været muligt, selv med hjælp fra vejleder, at forklare hvorfor denne kapacitet er der.

Problemet blev ikke løst, det blev bare gjort ubetydeligt: Istedet for at bruge en N- og en P-kanal HEXFET til at bestemme retning og køre PWM på de andre to N- og P-kanal HEXFETer, blev det lavet om til at begge P-kanal HEXFETer blev brugt til at bestemme retning og at N-kanal HEXFETerne bliver brugt at køre PWM. Det er ikke et problem at stigetiden på P-kanal HEXFETerne er langsom da de kun ændre sig når der skiftes retning og ikke med høj frekvens som ved PWM.

For ikke at tilføje flere optocouplere og bruge flere pins på arduinoen blev der, på Motorcontrolleren tilføjet to invertere. Se figur

FiXme: ref: dia:v3.0

Motorcontroller v3.0

27. marts 2012 Efter at der blev tilføjet en inverter på to af gatesne til P-kanal HEXFETerne er denne low når der ikke er spænding på optocouplerne (fx når den ikke er koblet til Mainboardet). Det tænder HEXFETen, det, sammen med N-kanal HEXFETerne som også er tændt uden spænding på optocouplerne, kortslutter H-broen. Motorcontroller v3.0 var fungerede, men det var upraktisk at den var kortsluttet uden at være koblet sammen med Mainboardet.

FiXme: Indset diagram over Motorcontroller v3.0 (Figur over printet kan findes i bilag)

Pull-up modstandende blev erstattet af pull-down.

Motorcontroller v4.0

12. april 2012 Dette board blev aldrig lavet færdig. En stor del af boardet blev re-routed da der var blevet rodet efter mange versioner. Diagram og Figur over printet kan findes i bilag.

FiXme: ref

Motorcontroller v4.1

13. april 2012 Der var en ledning der ikke var routed og der var nogle mindre re-routing.

Motorcontroller v4.2

17. april 2012 Dette board blev aldrig lavet færdig. Formodstandene til optocouplerne blev flyttet fra mainboardet til Motorcontrolleren.

Motorcontroller v5.0

24. april 2012 Dette board blev aldrig lavet færdig. Der blev tilføjet LEDer til optocouplerne så man kan se hvornår de er tændt.

Motorcontroller v5.1

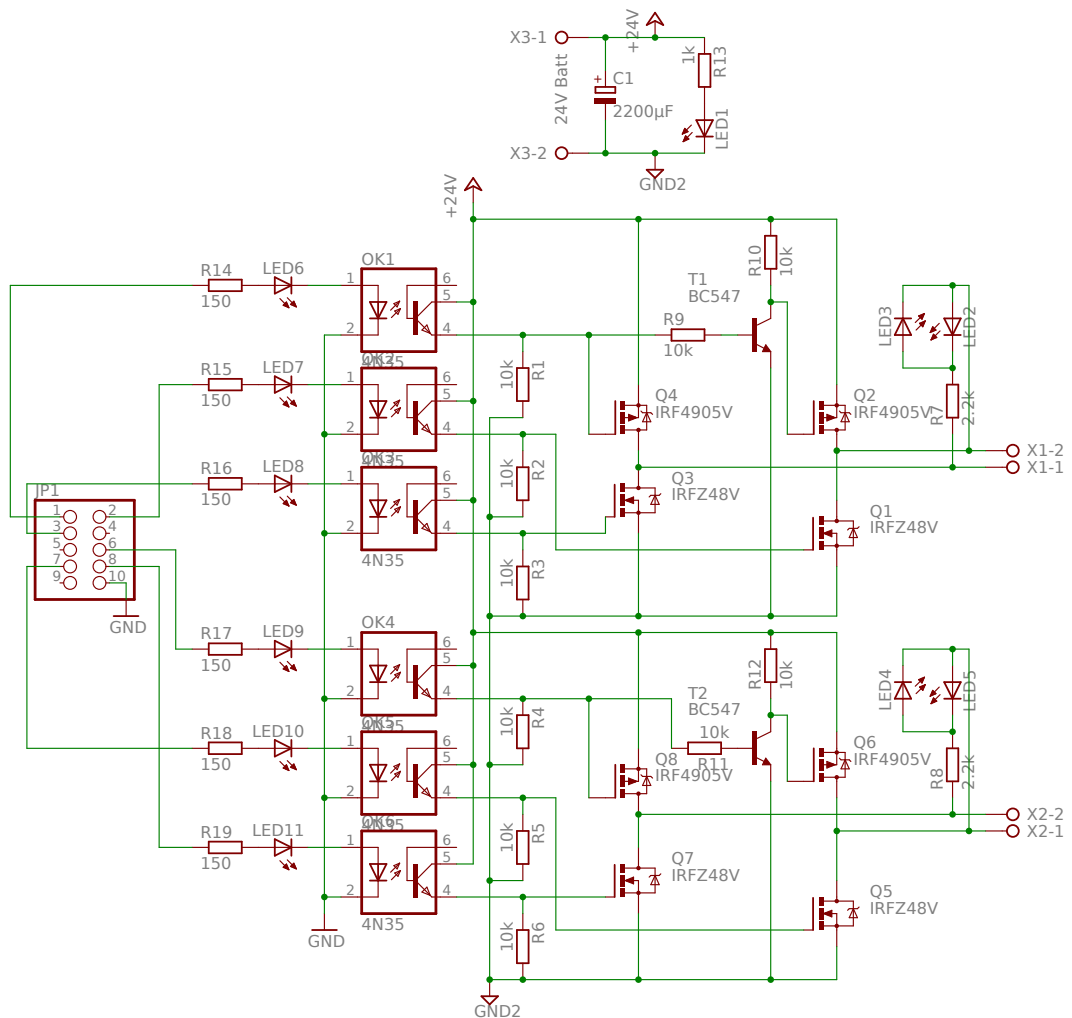
24. april 2012 Dette board blev aldrig lavet færdig. Nogle pins blev flyttet i fladkablet.

Motorcontroller v5.2

24. april 2012

Dette board fungerer og sidder i Swagwayen.

FiXme: Board brænder af



Figur 3: Diagram over Motorcontroller v5.2

Motorcontroller v6.0

24. april 2012

5 Auxiliary

5.1 Mainboard

Mainboard v1.0

24 jan 2012 Loddeøerne var underdimensioneret^{#1} og det var ikke til at komme til at trykke på resetknappen på Arduinoen da bordet dækkede over det^{#2}. Der blev tilføjet en resetknap på mainboardet samt et stik til at læse data fra styret^{#12}.

Mainboard v2.0

1 marts 2012 Logik kredsløbet blev opgivet og efterfølgende blev der brugt tre Arduino pins per motor^{#21}. Displayboardet blev ligeledes opgivet^{#9}. Pinheaderne til 9V og IMUen var desuden for tæt sammen^{#13}.

Tabel 2: Pin forbindelser på Arduino

Pin	Forbindelse	Egenskaber
0	USB Rx	
1	USB Tx	
2	Radio Rx	Interrupt
3		Interrupt, PWM
4	Radio Tx	
5	Motorcontroller R2	PWM ^a
6	Motorcontroller L2	PWM ^a
7	Motorcontroller L1	
8	Motorcontroller R1	
9	Motorcontroller L3	PWM
10	Motorcontroller R3	PWM
11		PWM
12		
13		LED
A0		
A1		
A2	Steering	
A3	Steering	
A4	IMU I ² C SDA	SDA
A5	IMU I ² C SCL	SCL

^a PWM outputtet fra disse er lidt højere end forventet. De drives af en anden timer^{#42}. Se under Mainboard 4.0 i sektion.5.1

Mainboard v3.0

26 marts 2012 Dette board blev aldrig lavet færdig. Tilføjet pins til radio^{#29}.

Mainboard v3.1

29 marts 2012 Formodstandene til optocouplerne på motorboardet blev flyttet til motorboardet^{#37}. Pin-headeren til IMUen blev lavet om fra 2×7 til 2×5

Mainboard v4.0

24 april 2012 Swagwayen kører med dette board, men den ene motor kørte hurtigere end den anden^{#42}. Det lignede umiddelbart en mekanisk fejl, men ved at bytte om på ledningerne til motorene viste det sig at den ene kanal på motorcontrolleren kørte langsommere end den anden. Problemet blev isoleret til at Arduinoen ikke sendte PWM med samme frekvens til begge kanaler. I Arduino referencen for `AnalogWrite()` ser man også at pin 5 og 6 PWM kører fra en anden timer end de andre PWM pins. Tilfældigvis kørte den ene motor på begge af disse pins. Pin 5 og 9 blev byttet så Swagwayen kører lidt hurtigere forlens end baglens, men med samme forskel på begge hjul.

Opbygningen af de to pins blev gjort ved at bryde kobberbanerne på printet og lodde to ledninger på,

der blev ikke lavet et nyt board.

6 Mekanik

Motorer, batterier,

7 Konklusion

Vi satte os de og de mål, vi nåede de og de mål.

8 Perspektivering

Styring Kraftigere motorer med mindre gearkasser. Encodere

Tabeller

1	Motorcontroller sandhedstabel	5
2	Pin forbindelser på Arduino	9

Figurer

1	IMU breakoutboard fra Sparkfun	4
2	Oscilloskop billede af stigetid på en P-kanal HEXFET gate	6
3	Diagram over Motorcontroller v5.2	8

Litteratur

A Kildekode

A.1 swagway.ino

```
1  /*****  
2  /* swagway.ino -- Swagway onboard software      */  
3  /*                                              */  
4  /* Author: Mathias Dannesbo <neic@neic.dk> and  */  
5  /*      Carl-Emil Grøn Christensen             */  
6  /* Time-stamp: <2012-05-07 18:07:19 (neic)>     */  
7  /* Part of the Swagway project                 */  
8  /* https://github.com/neic/Swagway              */  
9  /*                                              */  
10 /*****/  
11  
12 #include <Wire.h>  
13 #include <math.h>  
14 #include "ITG3200.h"  
15 #include "ADXL345.h"  
16  
17 // IMU  
18 ADXL345 acc = ADXL345();  
19 float accSampleRate;  
20 ITG3200 gyro = ITG3200();  
21 float gyroSampleRate;  
22  
23 // General  
24 int xa, ya, za;  
25 float xg, yg, zg;  
26  
27 unsigned long sinceLastSend;  
28  
29 bool newAccData, newGyroData;  
30  
31 double accAngle, gyroAngle, estAngle;  
32  
33 // Kalman filter  
34 const float Q_angle = 0.001; // Process noise covariance for the  
    accelerometer - Sw  
35 const float Q_gyro = 0.003; // Process noise covariance for the gyro - Sw  
36 const float R_angle = 0.03; // Measurement noise covariance - Sv  
37  
38 double angle = 0; // It starts at 0 degrees  
39 double bias = 0;  
40 double P_00 = 0, P_01 = 0, P_10 = 0, P_11 = 0;  
41 double dt, y, S;  
42 double K_0, K_1;  
43  
44 // Motor  
45  
46 const int directionPinLeft = 7; //HIGH when forward  
47 const int forwardPinLeft = 9;  
48 const int backwardPinLeft = 6;  
49  
50 const int directionPinRight = 8; //HIGH when forward  
51 const int forwardPinRight = 10;  
52 const int backwardPinRight = 5;  
53
```

```

54 // PID
55
56 const int targetAngle = 0;
57 const float Ex = 2.6; //Exponential value
58 const float Kp = 2; //Proportional value
59
60 void setup()
61 {
62     Serial.begin(115200);
63     Wire.begin();
64
65     //Init the acc
66     acc.init(ADXL345_ADDR_SDO_LOW);
67     acc.setFullRes(true);
68     acc.setRange(3);
69     acc.setVoltage(3.3);
70     acc.setOutputRate(10); //25Hz*2^(10-8)=100Hz. See table 7 in ADXL345
        datasheet
71
72     //Calculate the accSampleRate
73     accSampleRate = 25*pow(2,(acc.getOutputRate()-8)); //See table 7 in
        ADXL345 datasheet
74
75     //Init the gyro
76     gyro.init(ITG3200_ADDR_ADO_LOW);
77     gyro.setSampleRateDiv(79); //Set the sample rate to 8000Hz/(79+1)=100Hz
78
79     //Calculate the gyroSampleRate
80     if (gyro.getFilterBW() == BW256_SR8)
81     {
82         gyroSampleRate = 8000 / (gyro.getSampleRateDiv()+1);
83     }
84     else
85     {
86         gyroSampleRate = 1000 / (gyro.getSampleRateDiv()+1);
87     }
88
89     pinMode(directionPinLeft, OUTPUT);
90     pinMode(forwardPinLeft, OUTPUT);
91     pinMode(backwardPinLeft, OUTPUT);
92     pinMode(directionPinRight, OUTPUT);
93     pinMode(forwardPinRight, OUTPUT);
94     pinMode(backwardPinRight, OUTPUT);
95     //Calibration
96     gyro.zeroCalibrate(250,2);
97
98     //Dump settings
99     dumpIMUsettings();
100 }
101
102 void loop()
103 {
104     if (acc.isRawDataReady())
105     {
106         acc.readAccRaw(&xa,&ya,&za);
107         accAngle = atan2(xa,ya)*180/3.1415; // calcutalte the X-Y-angle
108         newAccData = true;
109     }

```

```

110
111     if (gyro.isRawDataReady())
112     {
113         gyro.readGyro(&xg,&yg,&zg);
114         gyroAngle += zg/gyroSampleRate;
115         newGyroData = true;
116     }
117
118     if (newAccData && newGyroData)
119     {
120         estAngle = kalman(accAngle, zg, micros()-sinceLastSend);
121         //      sendToGraph();
122         newAccData = newGyroData = false;
123         float pwm = pid(estAngle);
124         motorControl(pwm,pwm);
125         Serial.print(estAngle);
126         Serial.println(pwm);
127
128         sinceLastSend = micros();
129     }
130 }
131
132 double kalman(double newAngle, double newRate, double dtime) {
133     // KasBot V2 - Kalman filter module - http://www.arduino.cc/cgi-bin/yabb2/YaBB.pl?num=1284738418 - http://www.x-firm.com/?page\_id=145
134     // with slightly modifications by Kristian Lauszus
135     // See http://academic.csuohio.edu/simond/courses/eec644/kalman.pdf
136     // and http://www.cs.unc.edu/~welch/media/pdf/kalman\_intro.pdf for
137     // more information
138     dt = dtime / 1000000; // Convert from microseconds to seconds
139
140     // Discrete Kalman filter time update equations - Time Update ("
141     // Predict")
142     // Update xhat - Project the state ahead
143     angle += dt * (newRate - bias);
144
145     // Update estimation error covariance - Project the error covariance
146     // ahead
147     P_00 += -dt * (P_10 + P_01) + Q_angle * dt;
148     P_01 += -dt * P_11;
149     P_10 += -dt * P_11;
150     P_11 += +Q_gyro * dt;
151
152     // Discrete Kalman filter measurement update equations - Measurement
153     // Update ("Correct")
154     // Calculate Kalman gain - Compute the Kalman gain
155     S = P_00 + R_angle;
156     K_0 = P_00 / S;
157     K_1 = P_10 / S;
158
159     // Calculate angle and resting rate - Update estimate with
160     // measurement zk
161     y = newAngle - angle;
162     angle += K_0 * y;
163     bias += K_1 * y;
164
165     // Calculate estimation error covariance - Update the error
166     // covariance

```

```

160     P_00 -= K_0 * P_00;
161     P_01 -= K_0 * P_01;
162     P_10 -= K_1 * P_00;
163     P_11 -= K_1 * P_01;
164
165     return angle;
166 }
167
168 float pid(float input)
169 {
170     float output;
171     if (input>0)
172     {
173         output = pow(input,Ex) + Kp*input;
174     }
175     else
176     {
177         output = -pow(-input,Ex) + Kp*input;
178     }
179     return constrain(output, -255, 255);
180 }
181
182 void motorControl(int left, int right)
183 {
184     if (left < 0)
185     {
186         digitalWrite(directionPinLeft, HIGH);
187         digitalWrite(backwardPinLeft, LOW);
188         analogWrite(forwardPinLeft, -left);
189     }
190     else
191     {
192         digitalWrite(directionPinLeft, LOW);
193         digitalWrite(forwardPinLeft, LOW);
194         analogWrite(backwardPinLeft, left);
195     }
196     if (right < 0)
197     {
198         digitalWrite(directionPinRight, HIGH);
199         digitalWrite(backwardPinRight, LOW);
200         analogWrite(forwardPinRight, -right);
201     }
202     else
203     {
204         digitalWrite(directionPinRight, LOW);
205         digitalWrite(forwardPinRight, LOW);
206         analogWrite(backwardPinRight, right);
207     }
208 }
209 /* Serial communication */
210
211 void sendToGraph()
212 {
213     Serial.print("<");
214     Serial.print(gyroAngle); //0
215     Serial.print(",");
216     Serial.print(accAngle); //1
217     Serial.print(",");

```

```

218     Serial.print(estAngle); //2
219     Serial.print(",");
220     Serial.print(micros()-sinceLastSend); //3
221     Serial.println(">");
222 }
223
224 void dumpIMUsettings()
225 {
226     Serial.println();
227     Serial.println("=====");
228     Serial.println("=====IMU Settings=====");
229     Serial.println();
230     Serial.println("          ---Gyro---          ");
231     Serial.print("Sample rate          (Hz) = ");
232     Serial.println(gyroSampleRate,0);
233     Serial.println();
234     Serial.println("          ---Acc---          ");
235     Serial.print("Sample rate          (Hz) = ");
236     Serial.println(accSampleRate,0);
237     Serial.print("Full resolution          = ");
238     Serial.println(acc.getFullRes());
239     Serial.print("Range          (g) = ");
240     Serial.println(pow(2,(1+acc.getRange())));
241     Serial.print("Scale factor X          (LBS/g) = ");
242     Serial.println(acc.scaleFactor[0],0);
243     Serial.print("Scale factor Y          (LBS/g) = ");
244     Serial.println(acc.scaleFactor[1],0);
245     Serial.print("Scale factor Z          (LBS/g) = ");
246     Serial.println(acc.scaleFactor[2],0);
247     Serial.println();
248     Serial.println("=====end IMU Settings=====");
249     Serial.println("=====");
250     Serial.println();
251 }

```

A.2 ADXL345.h

```

1  /*****
2  /* ADXL345.h -- ADXL345/I2C library for Arduino */
3  /*
4  /* Author: Mathias Dannesbo <neic@neic.dk> and */
5  /*      Carl-Emil Grøn Christensen */
6  /* Time-stamp: <2012-04-04 17:37:05 (neic)> */
7  /* Part of the Swagway project */
8  /* https://github.com/neic/Swagway */
9  /*
10 /* Inspired by the ITG3200 Arduino library at */
11 /* http://code.google.com/p/itg-3200driver */
12 /*****/
13
14 #ifndef ADXL345_h
15 #define ADXL345_h
16
17 #if defined(ARDUINO) && ARDUINO >= 100
18 #include "Arduino.h"
19 #else
20 #include "WProgram.h"
21 #endif

```



```

22
23 #define ADXL345_ADDR_SDO_HIGH 0x1D
24 #define ADXL345_ADDR_SDO_LOW 0x53
25
26 // Registers
27 #define BW_RATE          0x2C // RW SETUP: Output rate and low power mode
28 #define POWER_CTL        0x2D // RW SETUP: Power control
29 #define INT_SOURCE        0x30 // R  INTERRUPT: Status
30 #define DATA_FORMAT      0x31 // RW SETUP: Self-test and data format
31 #define DATAX0           0x32 // R  SENSOR: Data
32
33 // Bitmaps
34 #define STANDBY_MODE      0x00 // 0000 0000
35 #define MEASURE_MODE      0x08 // 0000 1000
36
37 class ADXL345
38 {
39 public:
40     float scaleFactor[3];
41     float voltage;
42
43     ADXL345();
44
45     void init(unsigned int address);
46
47     // SETUP: Mode
48     void setStandbyMode();
49     void setMeasureMode();
50
51     // SETUP: Output Rate
52     byte getOutputRate();
53     void setOutputRate(byte _SampleRate);
54
55     // SETUP: Data format
56     bool getFullRes();
57     void setFullRes(bool fullRes);
58     int getRange();
59     void setRange(int range);
60
61     // INTERRUPT
62     bool isRawDataReady();
63
64     // SETUP: Data processing
65     void setVoltage(float _voltage);
66     void updateScaleFactor();
67
68     // SENSOR: Read
69     void readAccRaw(int *_AccX, int *_AccY, int *_AccZ);
70     void readAcc(float *_AccX, float *_AccY, float *_AccZ);
71
72     void writemem(uint8_t _addr, uint8_t _val);
73     void readmem(uint8_t _addr, uint8_t _nbytes, uint8_t __buff[]);
74
75 private:
76     uint8_t _dev_address;
77     uint8_t _buff[6];
78 };
79

```

```
80 #endif /* ADXL345_h */
```

A.3 ADXL345.cpp

```
1  /*****  
2  /* ADXL345.cpp -- ADXL345/I2C library for Arduino */  
3  /*  
4  /* Author: Mathias Dannesbo <neic@neic.dk> and  
5  /*      Carl-Emil Grøn Christensen  
6  /* Time-stamp: <2012-04-04 18:04:52 (neic)>  
7  /* Part of the Swagway project  
8  /* https://github.com/neic/Swagway  
9  /*  
10 /* Inspired by the ITG3200 Arduino library at  
11 /* http://code.google.com/p/itg-3200driver  
12 *****/  
13  
14 #include "ADXL345.h"  
15 #include <Wire.h>  
16  
17 ADXL345::ADXL345()  
18 {  
19 }  
20  
21 void ADXL345::init(unsigned int address)  
22 {  
23     _dev_address = address;  
24     setStandbyMode();  
25     setMeasureMode();  
26  
27 }  
28  
29 void ADXL345::setStandbyMode()  
30 {  
31     writemem(POWER_CTL, STANDBY_MODE);  
32 }  
33  
34 void ADXL345::setMeasureMode()  
35 {  
36     writemem(POWER_CTL, MEASURE_MODE);  
37 }  
38  
39 byte ADXL345::getOutputRate()  
40 {  
41     readmem(BW_RATE, 1, &_buff[0]);  
42     return(_buff[0]);  
43 }  
44  
45 void ADXL345::setOutputRate(byte _rate)  
46 {  
47     _rate %= 16; //Prevent overflow  
48     writemem(BW_RATE, _rate);  
49 }  
50  
51 bool ADXL345::getFullRes()  
52 {  
53     readmem(DATA_FORMAT, 1, &_buff[0]);  
54     return(_buff[0] >> 3);
```

```

55 }
56
57 void ADXL345::setFullRes(bool _fullRes)
58 {
59     readmem(DATA_FORMAT, 1, &_buff[0]);
60     writemem(DATA_FORMAT, ((_buff[0] & ~(1 << 3)) | (_fullRes << 3)));
61 }
62
63 int ADXL345::getRange()
64 {
65     readmem(DATA_FORMAT, 1, &_buff[0]);
66     return(_buff[0] & B00000011);
67 }
68
69 void ADXL345::setRange(int range)
70 {
71     range %= 4; //Prevent overflow
72     readmem(DATA_FORMAT, 1, &_buff[0]);
73     writemem(DATA_FORMAT, ((_buff[0] & ~3) | range));
74 }
75
76
77 bool ADXL345::isRawDataReady()
78 {
79     readmem(INT_SOURCE, 1, &_buff[0]);
80     return(_buff[0] >> 7);
81 }
82 void ADXL345::setVoltage(float _voltage)
83 {
84     voltage = _voltage;
85     updateScaleFactor();
86 }
87
88 void ADXL345::updateScaleFactor()
89 {
90     int rangeScale=256;
91     if (!getFullRes())
92     {
93         rangeScale = pow(2,(8-getRange()));
94     }
95     scaleFactor[0] = rangeScale*0.89013671875+rangeScale*0.0439453125*
        voltage;
96     scaleFactor[1] = rangeScale*0.89013671875+rangeScale*0.0439453125*
        voltage;
97     scaleFactor[2] = rangeScale;
98 }
99
100 void ADXL345::readAccRaw(int *_AccX, int *_AccY, int *_AccZ)
101 {
102     readmem(DATA_X0, 6, &_buff[0]);
103     *_AccX = _buff[1] << 8 | _buff[0];
104     *_AccY = _buff[3] << 8 | _buff[2];
105     *_AccZ = _buff[5] << 8 | _buff[4];
106 }
107
108 void ADXL345::readAcc(float *_AccX, float *_AccY, float *_AccZ)
109 {
110     int x, y, z;

```

```

111     readAccRaw(&x,&y,&z);
112     *_AccX = x / scaleFactor[0];
113     *_AccY = y / scaleFactor[1];
114     *_AccZ = z / scaleFactor[2];
115 }
116
117 void ADXL345::writemem(uint8_t _addr, uint8_t _val) {
118     Wire.beginTransmission(_dev_address); // start transmission to device
119     Wire.write(_addr); // send register address
120     Wire.write(_val); // send value to write
121     Wire.endTransmission(); // end transmission
122 }
123
124 void ADXL345::readmem(uint8_t _addr, uint8_t _nbytes, uint8_t __buff[]) {
125     Wire.beginTransmission(_dev_address); // start transmission to device
126     Wire.write(_addr); // sends register address to read from
127     Wire.endTransmission(); // end transmission
128
129     Wire.beginTransmission(_dev_address); // start transmission to device
130     Wire.requestFrom(_dev_address, _nbytes); // send data n-bytes read
131     uint8_t i = 0;
132     while (Wire.available()) {
133         __buff[i] = Wire.read(); // receive DATA
134         i++;
135     }
136     Wire.endTransmission(); // end transmission
137 }

```

B Status log

B.1 13. marts

Mainbord er fungerende. v2.0 af motorboardet er næsten færdig.

Kredsløbet uden om printne er næsten færdig.

Vi kan læse data fra IMUen og vi har et halvt implementert kalman-filter.

Efter kalmanfilteret fungere skal der implementeres PID med wrapper kode.