



Trådlös bränsletrycksövervakning

Examensarbete högskoleingenjör - Tillämpad datateknik 15.0 hp

Mattias Forsberg
Mfg17005@student.mdh.se

Examinator: Mikael Ekström

Supervisor: Martin Ekström

Sammanfattning

På bilar med insprutningsmotorer behövs oftast någon typ av justering av bränsletryck då olika typer av belastning behöver olika mycket bränsle. Mängden bränsle motorn får styrs till viss del av spridarnas öppentider samt storleken på spridarmunstyckena. Men öppentiderna kan inte vara hur långa som helst samt storleken på spridarmunstyckena kan inte vara allt för stor heller då man bara har en viss tid på sig att trycka in bränsle under insugstakten[1] samt att man inte vill trycka in allt för mycket bränsle heller beroende på belastningen på motorn. Just för den anledningen används oftast en bränsletrycksregulator för sänka bränsletrycket när belastningen är låg och höja bränsletrycket när belastningen är hög. De flesta bränsletrycksregulatorer som sitter som standard på bilar är inte justerbara utan har oftast bara ett fast arbetsområde som styrs med hjälp av vakuum. Börjar man ta ut mer effekt ur en motor kommer det att behövas mer bränsle och ett sätt att få in mer bränsle men ändå behålla spridare och bränslepump är att byta ut den fasta bränsletrycksregulatorn mot en justerbar vilket innebär att man kan ändra arbetsområdet för bränsletrycket och därigenom få in mer bränsle under samma öppentid på spridare, vilket kan behövas vid t.ex överladdning. Den här rapporten kommer gå igenom hur ett trådlöst övervakningssystem för kontroll av bränsletryck kan konstrueras.

Innehållsförteckning

1 Hypotes.....	4
2 Problembeskrivning.....	4
2.1 Frågor som behöver besvaras	4
3 Inledning.....	5
4 Bakgrund.....	5
5 Metod	8
6 Konstruktion	9
6.1 Systembeskrivning.....	9
6.2 Sändare.....	9
6.3 Mottagare.....	9
7 Resultat.....	10
Figur 1. Utsignal respektive insignal på Tx och Rx.....	10
Figur 2. Systemets exekveringstid.	11
8 Slutsats	12
9 Framtida arbete.....	12
Referenser	13
Bilaga A Kopplingscheman.....	15
Bilaga B Källkod	17

1 Hypotes

Tillverka en sändare och en mottagarenhet som sänder data tillförlitligt trådlöst amplitudmodulerat över 433Mhz bandet från motorrummet till kupén i en bil med förbränningsmotor.

2 Problembeskrivning

Det är viktigt att inte blandningsförhållandena mellan luft och bränsle blir för magert då det kan medföra så kallade spikningar, det vill säga att motorn tänder i fel takt.

Har man då inte kontroll på bränsletrycket till spridarna kan det innebära allvariga motorskador.

Problem med tillförlitligheten samt förutsebarhet kan uppkomma när man använder trådlös överföring istället för trådad i motorrummet på en bil. Så den största utmaningen är att ta reda på om amplitudmodulerad överföring går att använda i motorrummet på en bil.

2.1 Frågor som behöver besvaras

1. Störningskänslighet?

Då det finns många möjliga källor för bakgrundsbrus i ett motorrum på en bil samt från övrig omgivning hur kan de problemen reduceras.

2. Exekveringstid?

Det vill säga hur lång tid det får ta för programmet att genomföra en lyckad uppdatering av den digitala mätaren.

3 Inledning

Målet med arbetet är konstruera en mätadel, bestående av en tryckgivare samt en mikrokontroller som skickar mätdata till en kontrollenhet bestående av en mikrokontroller samt en digitalmätare som presenterar mätdata för användaren. När mer effekt börjas tas ur en motor behövs det ha kontroll på alla parametrar (inte minst bränsletrycket) då minsta fel kan få allvarliga konsekvenser. Systemet är tänkt att övervaka bränsletrycket på en förbränningsmotor och larma om mätdata hamnar utanför definierade värden. Data ska sändas trådlöst mellan mätdelen och mottagaren. Mätdelen sänder två signaler, bärvågen och utsignalen från tryckgivaren, som ska moduleras så att mottagaren kan kolla vad mätdelen har sänt och utifrån det veta vad den ska göra beroende på vad mätdelen har sänt. Sändningarna utförs i det licensfria frekvensbandet och signalen som sänds, sänds med en maximal effekt på 10 mW för att inte behöva tillstånd att få sända via radiofrekvens. Så bärvågen måste mätas och kontrolleras så man vet vilken frekvens och amplitud den har. Sedan måste även utsignalen från tryckgivaren, i mätdelen, mätas så man vet frekvensen och amplituden på den. Dessa två signaler ska sedan moduleras till en utsignal som sänds till mottagaren. Mottagaren tar emot signalen och analyserar den och utför det den ska beroende på vilket data den tog emot. Det ska vara en enkel och relativt billig implementation men som samtidigt kan utföra säker kommunikation. All data kommer överföras trådlöst mellan mätdelen och mottagaren. Amplitudmodulering är enkelt att implementera. I denna studie kommer ASK-modulering att användas. Problem som kan tänkas uppkomma är att data som överförs blir korrupt då ASK-modulering är linjär och känslig för bakgrundsbrus och har låg effektivitet.[1] Sätt att lösa det på är att införa någon typ av kontrollsumma koll hos kontrollenheten så att data kan verifieras som pålitlig innan den presenteras. Dessutom gäller det att se till så att antennen har så bra förutsättningar som möjligt.[2][3]

4 Bakgrund

Radiovågor eller radiosignal är den mest lågfrekventa formen av elektromagnetisk strålning. Radiovågor har frekvenser från 300 GHz ner till 3 kHz, och motsvarande våglängder mellan 1 millimeter och 100 kilometer. I naturen uppstår radiovågor främst vid blixurladdningar. Det var genom undersökning av möjligheten att känna av åskväder på avstånd som experiment med att generera och ta emot radiovågor uppkom [4]. År 1895 så började en italienare vid namn Marconi detta experiment. Så det hela började med trådlös telegrafi 1896. När det kommer till själva radiomottagningen och möjligheten till att omvandla radiovågor till ljud så dröjde det till 1913 då Meissner fick patent på en radiosändare som utnyttjade elektronrörets förmåga att förstärka elektriska signaler [5]. Så nu sattes elektronröret i både sändare och mottagare för att ljudet skulle bli bättre. Från ca 1920-talet så börjades det byggas ljudradiostationer världen över [6]. För att få sända radiosignal så måste man ha tillstånd [7]. Men det finns ett frekvensband som är licensfritt att sända över [8]. För att vara säker på att det som sändaren sänder uppfattas/tolkas på samma sätt av mottagaren så måste signalen behandlas - moduleras. När det gäller radiovågor så pratar man då om tre olika typer av modulering:

- frekvensmodulering - FM
- fasmodulering - PM
- och amplitudmodulering - AM

Frekvensmodulering [9] innebär att en bärvåg (en ton eller en radiovåg) reflekterar hur signalen ändras genom att bärvågens frekvens ändras i takt med signalstyrkan, se formel 1. Mottagaren av den modulerade bärvågen måste sedan återskapa den ursprungliga signalen, alltså göra en demodulering, för att kunna uppfatta informationen. En stor fördel med frekvensmodulering är att skillnaden i signalstyrka mellan sändare och mottagare inte spelar någon roll då den inte är amplitud beroende.

$$y(t) = A \cos \left[2\pi \int_0^t (f_m + Bx(\tau)) d\tau \right] \quad (1)$$

Fasmodulering [9] är en metod för överföring av en meddelandesignal med hjälp av en bärvåg där bärvågens fas ändras i takt med meddelandesignalen, se formel 2. Fasmodulering är precis som frekvensmodulering en typ av vinkelmodulering och med det menas att båda moduleringsätten påverkar sinus-funktionens vinkelargument. Den modulerade bärvågen sänds sedan till en eller flera mottagare. Mottagaren ska med en demodulator (detektor) kunna återskapa den ursprungliga meddelandesignalen ur den modulerade bärvågen.

$$s(t) = A \sin(\omega t + \varphi(t)) \quad (2)$$

Amplitudmodulering [9][10] var den modulerings teknik som utvecklades först och det är även den enklaste modulerings tekniken. Den användes redan i början 1900-talet för överföring av röst och musik. En stor fördel med amplitudmodulering är att den är relativt enkel att implementera i jämförelse med andra modulerings tekniker och det behövs bara ett fåtal komponenter och komponenterna som behövs för demodulering är billiga i jämförelse med vad som behövs för t.ex frekvensmodulering då det inte behövs några special komponenter. Några nackdelar däremot är att den inte är så energi effektiv då det är amplituden man justera för att få bra signal styrka, samt att den är känsligare för brus på grund av att det mesta bruset är amplitudbaserat och AM mottager är mottagliga för det. Vid all typ av modulering så skapas det så kallade sidband.

Bärvågen:

$$s(t) = \cos(\omega t) \quad (3)$$

Meddelandesignalen $m(t)$ adderas till bärvågen:

$$s(t) = m(t) \cos(\omega t) \quad (4)$$

Problemet med denna ansats är att amplituden $m(t)$ ibland är negativ. Negativ amplitud ger samma modulationsresultat som positiv, det som skiljer är att bärvågens fas vrids 180° . På grund av detta så vänds alla dalar i $m(t)$ till extra toppar efter moduleringen, men det medför försämring av meddelandet. För att alltid få en positiv amplitud, adderar man en tillräckligt stor konstant A till $m(t)$:

$$s(t) = (A + m(t)) \cos(\omega t) \quad (5)$$

I en radiosändare kan man kalla modulatorens för ett blandarsteg. Där utförs multiplikationen så att bärvågen får önskad amplitudvariation. Blandarsteget har en olinjär förstärkningsteknik som helst ska vara rent kvadratisk. Kvadreringen av bärvågen och den adderade signalen kan skrivas:

$$(A + m(t) + \cos(\omega t))^2 = (A + m(t))^2 + \cos^2(\omega t) + 2 * (A + m(t)) * \cos(\omega t) \quad (6)$$

De resulterande termerna ligger normalt i helt olika frekvensområden och då kan man lätt filtrera fram:

$$2(A + m(t)) * \cos(\omega t) \quad (7)$$

som är den eftersökta multiplikationen. Den amplitudmodulerade bärvågen kan uppfattas på två sätt:

- antingen som en bärvåg på en bestämd frekvens som varierar i amplitud
- eller som ett spektrum av olika frekvenser

Vi har formeln för bärvågen 3. Om vi sätter in den i modulationsformeln så får vi:

$$s(t) = (A + \cos(\omega_m t)) * \cos(\omega t) \quad (8)$$

Med hjälp av sambanden mellan summor och produkter av sinus och cosinus så kan modulationen skrivas om till:

$$s(t) = (A + \cos(\omega t) + \frac{1}{2} \cos(\omega - \omega_m)t + \frac{1}{2} \cos(\omega + \omega_m)t) \quad (9)$$

Detta innebär att modulationen resulterar i tre frekvenser: $\omega - \omega_m$, ω och $\omega + \omega_m$. Om vi modulerar en bärvåg på 1 MHz med en ton på 1 kHz, kommer den modulerade bärvågen att innehålla frekvenserna 0,999 MHz, undre sidbandet, 1 MHz och 1,001 MHz, övre sidbandet. Då all information ligger i sidbanden kan man öka verkningsgraden hos en AM-sändare genom att undertrycka bärvågen helt eller reducera den. Om vi tittar på formel 9 så ser man att informationen om meddelandesignalen bara finns i sidbanden. $A \cos(\omega t)$ förbrukar en stor del av sändareffekten. Den använder en effekt motsvarande A^2 medan sidbanden bara då använder $\frac{1}{4}$. Bästa effektutbytet, utan att övermodulera, får vi om $A=1$ och det eftersom då varje sidbandsterm som värst kan få värdet $\frac{1}{2}$. Visserligen så förbrukar fortfarande bärvågen ändå dubbelt så mycket sändareffekt som sidbanden tillsammans men det är betydligt bättre än innan. Bärvågen kan undertryckas direkt efter modulatorens eller använda en modulator som enbart ger sidband. Då kan all sändareffekt läggas på dessa. Då kan verkningsgraden ökas upp till tre gånger. Metoden kallas DSB-SC (double sideband, suppressed carrier).[11] En amplitudmodulerad signal är lätt att demodulera. Signalen behöver bara likriktas och jämnas till för att den ska återsegla den ursprungliga meddelandesignalen. För att få så bra signaler som möjligt får man filtrera trafiken. Filtrera alla signalnivåer utan för frekvensområdet går att filtrera bort med ett så kallat Surface Acoustic Wave filter, SAW [12][13] Överföringsfunktionen, $H(s)$, av ett filter är kvoten mellan utsignalen, $Y(s)$, och insignalen, $X(s)$, som en funktion av den komplexa frekvensen s , enligt formlerna nedan.

$$X(s) = L\{x(t)\} \stackrel{\text{def}}{=} \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-st} dt$$

$$Y(s) = L\{y(t)\} \stackrel{\text{def}}{=} \int_{-\infty}^{\infty} y(t)e^{-st} dt \quad (10)$$

$$H(s) = \frac{Y(s)}{X(s)}$$

Amplitude-shift keying, ASK, är en digital modularisering som presenterar digitaldata det vill säga 1 och 0 som en variation av amplituden hos en bärvåg. För att representera en digital etta ska en bärvåg med en bestämd amplitud och frekvens skickas under bestämd tid för att tolkas som digital etta. ASK modulering kan används i allt från t.ex. däcktrycksövervakningssystem till trådlös öppning av garage portar. Några stora fördelar med ASK modulering är att det är en billig teknik att jobba med inga dyra komponenter samt att den även är relativt enkel att implementera. Nackdelarna är att den är känslig mot atmosfäriska störningar samt förvrängningar av signaler där för är det viktigt att rätt demodulerings teknik används för att undvika problem.[14] LPD433(Low power device 433MHz) är ett radio frekvensområde där enheter inte behöver ha någon licens för att sända. Frekvensområdet är uppdelat i 69 kanaler från 433.05MHz till 434.79.[16] Cyclic Redundancy Check, CRC[13], är en metod som används för beräkningar av kontrollsummor och som vanligtvis används vid data kommunikation för att säkerställa att data mellan sändare och mottagare är korrekt. Det funkar så att sändaren kodar ett meddelandet genom att lägga till ett bestämt antal bitar. Om n-bitars CRC läggs till ett data block av godtycklig längd kommer ensamma fel[14] som inte är längre än n-bitar att upptäckas och fraktioner $1/(1-2^{-n})$ av längre fel. CRC är enkel att implementera samt att den har hög träffsäkerhet när det gäller att hitta fel.

5 Metod

Empiriska mätningar kommer att ligga till grund för att ta fram ett fungerande system.

Systemet konstrueras utifrån experimentella tester samt informations insamling.

Tester behövs för att kunna utvärdera och förstå hur olika implementerings metoder påverkar den trådlösa sändningen rörande exekveringstider och responstider.

Först delen blir att bärvågens definieras för att sedan kontrolleras med oscilloskop. Nästa steg blir att mäta den modulerade utsignalen från mät delen med oscilloskop. Beroende på amplitudens storlek, som motsvarar matningsspänningen, och beroende på hur mycket matningsspänning modulatorn matas med så kan man öka matningsspänningen för att få högre amplitud. Detta för att det ska bli lättare att skilja på vad som tolkas som 1:a eller 0:a. Högre amplitud ger även mindre känslighet för brus, vid varje sändning kommer även en sync byte att sändas för att synkronisera in mottagaren till rätt signalnivå. När sändaren, mät delen, är klar så måste mottagaren konstrueras så att den kan ta emot den sända signalen med data. Då måste även det sända data kontrolleras så att det är rätt data som sänds. Så det är viktigt att kolla signalen som sänds från mät delen och jämföra den med signalen som mottagaren har tagit emot, de ska vara lika. För att kontrollera data som sänds så användes Cyclic Redundancy Check, CRC[13], det är en metod som används för beräkningar av kontrollsummor och som vanligtvis används vid data kommunikation för att säkerställa att data mellan sändare och mottagare är korrekt. Det fungerar så att sändaren kodar ett meddelandet genom att lägga till ett bestämt antal bitar.

6 Konstruktion

6.1 Systembeskrivning

Systemet består av en tryckgivare vars utsignal AD-omvandlas av en mikrokontroller som sedan formaterar data och sen genererar en checksumma. data skickas sedan i 4800bps över 433Mhz bandet. Mottagaren kontrollerar det mottagna datapaketet och om det är korrekt så avkodas det och presenteras på den digitala displayen. Jag valde att använda atmega16 som mikrokontroller när jag byggde systemet dels för att den har inbyggd AD-omvandlare samt USART och dels för att jag har jobbat en del med Atmels mikrokontroller tidigare.

6.2 Sändare

Mikrokontrollen(Atmega16) på sändardelen tar in utsignalen från tryckgivaren på port A kanal AD0 vilket är den inbyggda AD-omvandlaren på kretsen. AD-omvandlaren på Atmega16 har en upplösning på 10-bitar men i det här systemet läses bara dom 8 mest signifikanta bitarna ut för att öka överföringseffektiviteten. Av det skapas ett 8-bits datapaket genom att omvandla det utlästa värdet(ADCvärdet) med hjälp nedanstående formel för att räkna ut spänningen V.

$$V = \left(\frac{5}{255}\right) * ADCvärdet$$

En checksumma skapas sedan genom att addera på en bestämd summa på det skapade datapaketet. Varje data paket som skickas består av 4 byte se exempel nedan.

Sync	Address	Data	Checksumma=data+Address
0xAA	0x44	0x05	0x49

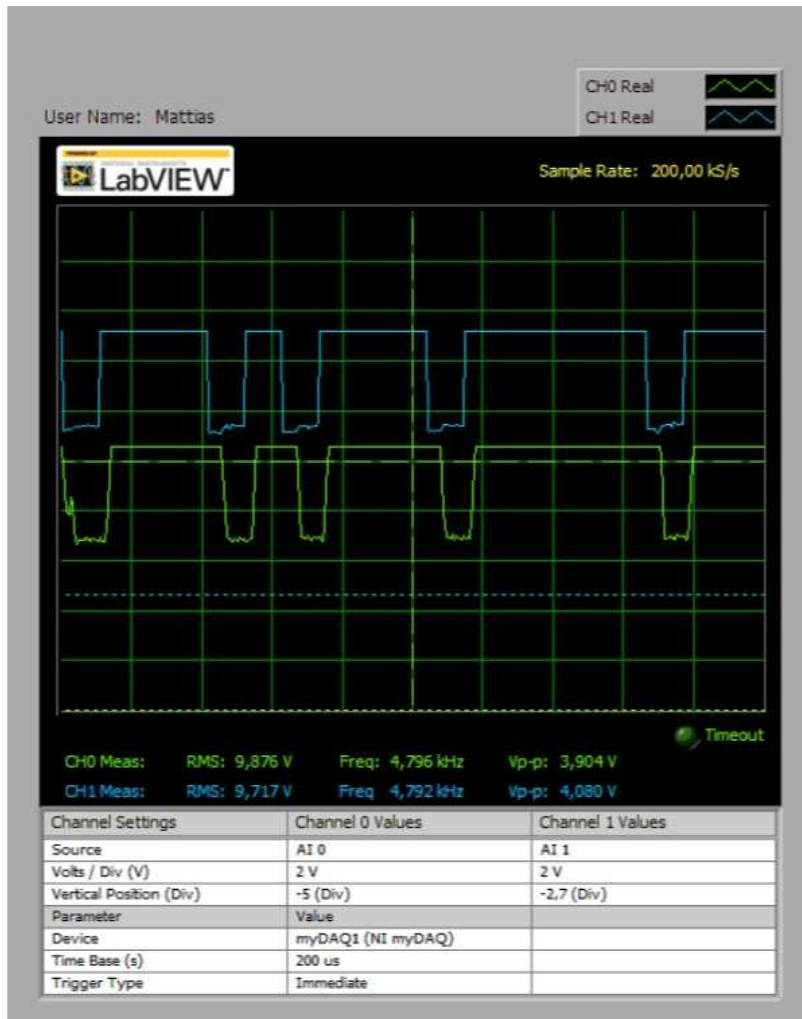
Data skickas sedan via mikrokontrollens USART till sändaren där meddelandet moduleras och skickas.

6.3 Mottagare

Mottagaren demodulerar meddelandet med hjälp av en PLL mottagande loop, data överförs sedan bit för bit till mikrokontrollens USART. Om den första mottagna byten är 0x44 så adderas den nästkommande byten med Address och om den summan är lika med den mottagna checksumman så accepteras data paketet annars så väntar mikrokontrollen på nästa interrupt. Om data paketet accepterades så kontrolleras det mottagna data värdet och dom bitar på port B som behövs sätts låga för att tända led displayen blir satta.

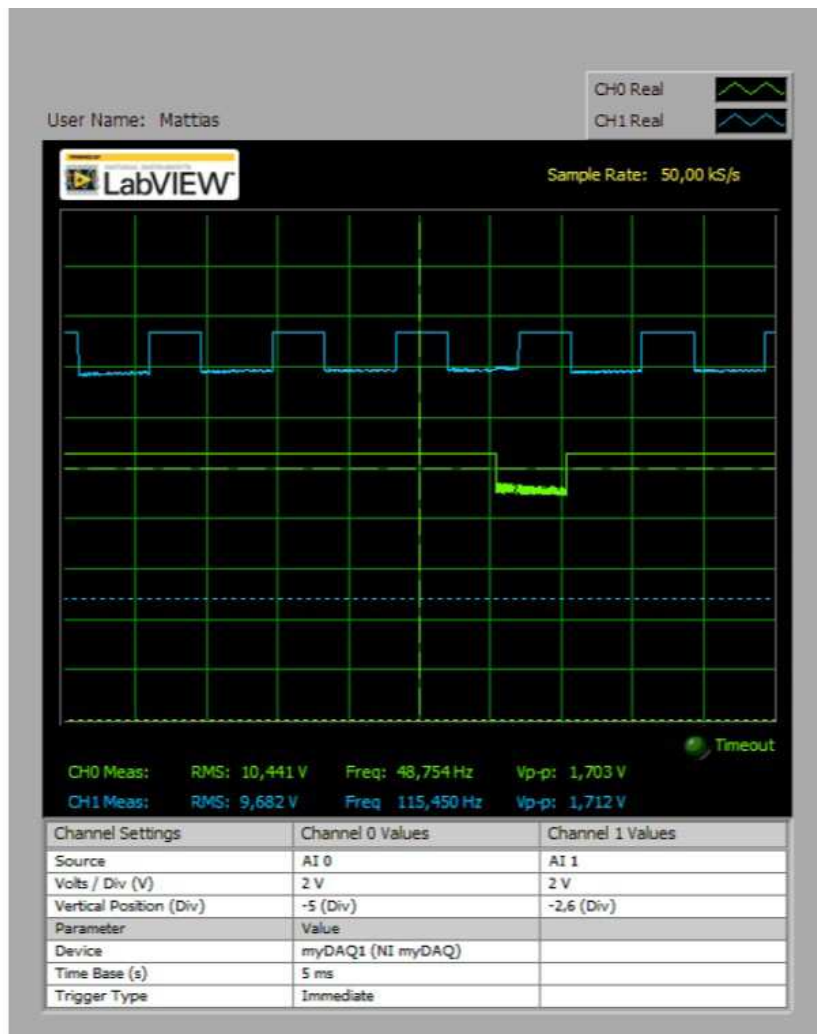
7 Resultat

Figur 1. Utsignal respektive insignal på Tx och Rx.



Figur 1 visar hur utsignalen från sändarens mikrokontroller ser ut på Tx utgången innan den har amplitud moduleras och sänts över 433Mhz bandet respektive hur mottagarens Rx ingång på mikrokontrollen ser ut efter att den mottagna signalen har demodulerats och skickats ut på Rx ingången. CH1 är sändarens utsignal och CH0 är mottagarens insignal. Avståndet mellan sändare och mottagare är 500mm.

Figur 2. Systemets exekveringstid.



Figur 2 visar hur lång tid det tar för sändaren(CH1) att AD-omvandla den analoga signalen från givaren och skapa ett data packet och skicka ut det på Tx utgången, signalen(CH1) skapas genom att en port på mikrokontrollen sätts hög varje gång en sändning har genomförts. Sändaren exekverar kontinuerligt.

CH0 visar mottagarens responstid i förhållande till sändaren, mottagaren triggas enbart på interrupt på Rx ingången på mikrokontrollen. signalen(CH0) skapas genom att en port på mikrokontrollen sätts låg varje gång en uppdatering av displayen har genomförts. Anledningen till att det bara är en trigging på mottagaren är att mottagaren bara uppdaterar displayen om data byten i data paketet har ändrats något sedan föregående paket.

8 Slutsats

Den här studien har gjorts i det licensfria frekvensbandet där maximal effekt som får användas att sända med är 10 mW. Med tanke på den korta tid för denna studie och för att hålla kostnaderna nere så valdes därför amplitudmodulering, ASK för att sända data från mät delen till kontrollenheten i det licensfria frekvensbandet och det görs bäst genom amplitudmodulering, ASK. Lätt att implementera och relativt billigt i inköpskostnad av material.

9 Framtida arbete

För att effektivisera energiförbrukningen i hela systemet så kan man välja en modulator som bara använder ett sidband. Men som vanligt när det gäller att förbättra en del så får man göra avkast på något annat. Vid demodulering av DSB-SC så har bärvågen helt tagits bort och signalen kan då inte längre tolkas som en bärvåg med bestämd frekvens som varierar i amplitud. Då måste mottagaren själv ersätta den saknade bärvågen med en våg som har samma frekvens och fas och därefter kan signalen demoduleras som en vanlig AM-signal. Om den våg som mottagaren ersatte bärvågen med ligger 90° fel i fas, förloras meddelandesignalen helt. Sändaren kan reducera bärvågen utan att undertrycka den helt. Då uppnår man ändå en förhållandevis hög verkningsgrad. Mottagaren kan förstärka bärvågen igen och behöver då inte anta bärvågens exakta frekvens och fas. Denna metod kallas DSB-RC (double sideband, reduced carrier).[17]

Då detta systemet arbetar i det licensfria frekvensbandet så finns det en otalig mängd olika applikationer som det skulle kunna användas till i allt ifrån temperatur övervakning till inbrottslarm. Men även som komplettering till befintliga system för till exempel övervakning av olika utrustningar på sjukhus eller andra ställen där man inte har möjlighet att vara närvarande på plats vid utrustningen.

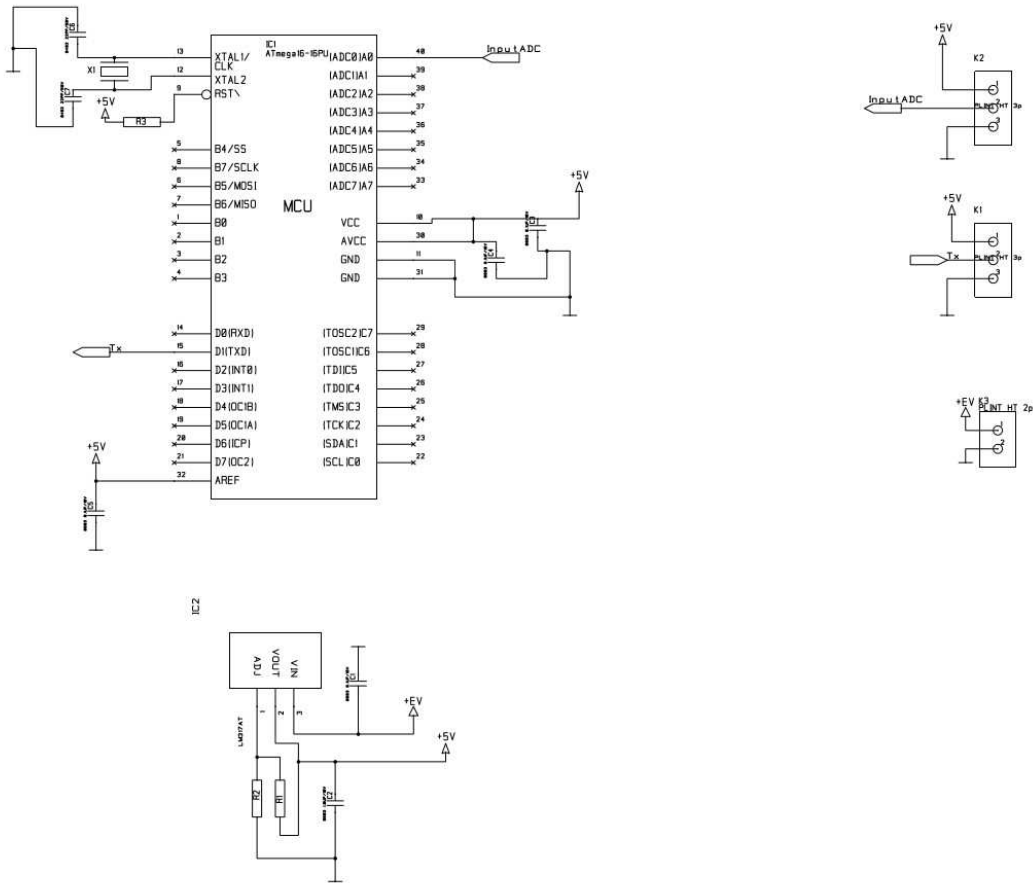
Referenser

- [1] Fyrtaktsmotorn. [Online]. Available: <http://sv.wikipedia.org/wiki/Fyrtaktsmotor>
- [2] H. Mitwong and V. Kasemsuwan, "Low-voltage low-power current-mode amplitude shift keying (ASK) demodulator," in 2012 IEEE International Conference on Electron Devices and Solid State Circuit (EDSSC), Dec 2012, pp. 1–4.
- [3] Wikipedia. (2016-11-29) Amplitudmodulering. [Online]. Available: <https://sv.wikipedia.org/wiki/Amplitudmodulering>
- [4] P. D. Rietz. (2016-12-14) Tekniskamuseet. [Online]. Available: <https://www.tekniskamuseet.se/lar-dig-mer/kommunikation-och-media/radion/>
- [5] A. Meissner, "The development of tube transmitters by the telefunken company," Proceedings of the Institute of Radio Engineers, vol. 10, no. 1, pp. 3–23, Feb 1922.
- [6] E. F. W. Alexanderson, "Transatlantic radio communication," Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers, vol. 38, no. 10, pp. 1077–1093, Oct 1919.
- [7] R. rättsdatabaser. (2003-07-25) Regeringskansliets rättsdatabaser. [Online]. Available: <http://rkrattsbaser.gov.se/sfst?bet=2003:389>
- [8] PTS. (2013-09-20) Post- och telestyrelsens författningssamling. [Online]. Available: http://www.pts.se/upload/Foreskrifter/Radio/ptsfs-2013_4-undantag-tillstand.pdf
- [9] H. Roder, "Amplitude, phase, and frequency modulation," Proceedings of the Institute of Radio Engineers, vol. 19, no. 12, pp. 2145–2176, Dec 1931.
- [10] Wikipedia. (2016-11-29) Amplitudmodulering. [Online]. Available: <https://sv.wikipedia.org/wiki/Amplitudmodulering>
- [11] S. B. Saraswati, M. G. Asuti, and A. Mishra, "DSB-SC AM based software defined radio (SDR) design," in 2016 IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information Communication Technology (RTEICT), May 2016, pp. 1356–1360.
- [12] R. H. Tancrell and M. G. Holland, "Acoustic surface wave filters," in 1970 Ultrasonics Symposium, Oct 1970, pp. 48–64.
- [13] S. Sheng-Ju, "Implementation of cyclic redundancy check in data communication," in 2015 International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks (CICN), Dec 2015, pp. 529–531.
- [14] W. W. Peterson and D. T. Brown, "Cyclic codes for error detection," Proceedings of the IRE, vol. 49, no. 1, pp. 228–235, Jan 1961.
- [15] A. Liscidini, "Fundamentals of modern RF wireless receivers: A short tutorial," IEEE Solid-State Circuits Magazine, vol. 7, no. 2, pp. 39–48, Spring 2015.
- [16] E. C. C. E. Recommendation. (2017-02-03) Electronic communications committee ERC recommendation. [Online]. Available: <http://www.erodocdb.dk/docs/doc98/official/pdf/rec7003e.pdf>

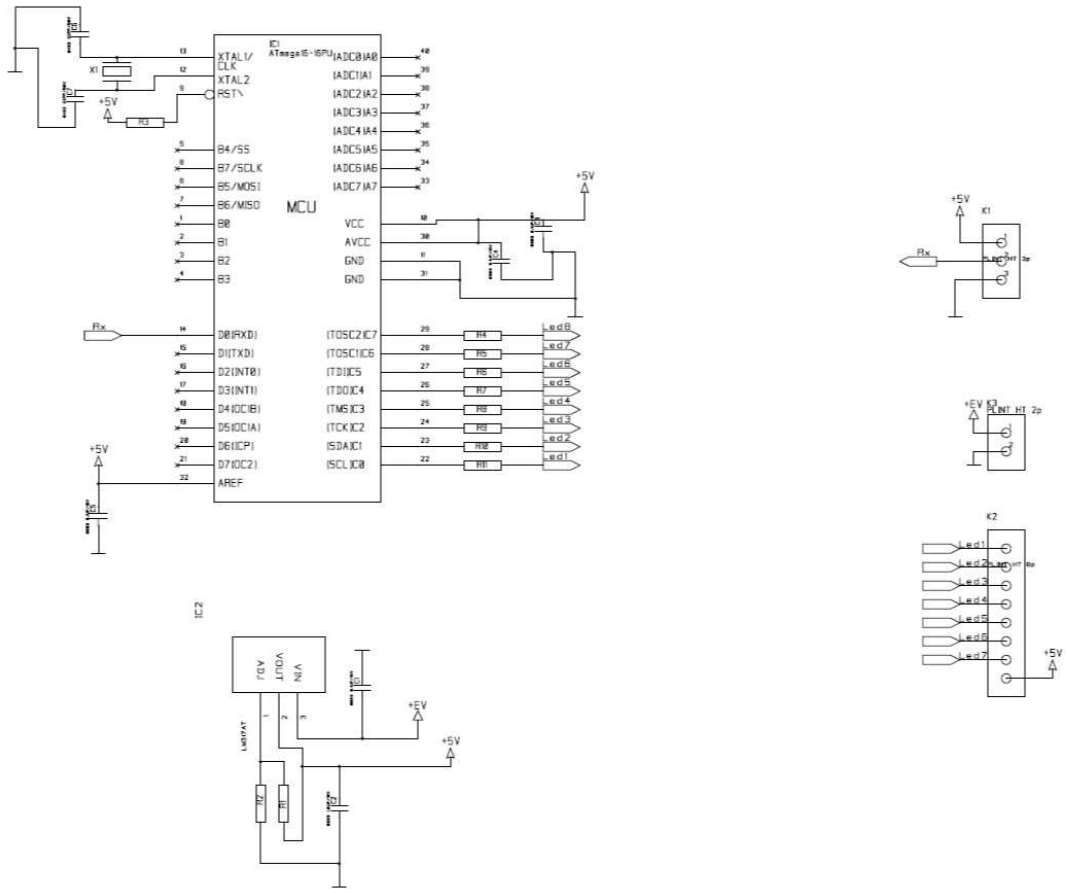
[17] W. Wang, L. Wu, and B. Zhu, "An am-compatible hybrid modulation for broadcasting," in 7th International Conference on Communications and Networking in China, Aug 2012, pp. 197–201.

Bilaga A Kopplingscheman

Sändaren



Mottagaren



Bilaga B Källkod

```
/*
 * Sender.c
 *
 * Created: 2017-08-03 20:29:20
 * Author: Mattias
 */

#ifndef F_CPU
#define F_CPU 12000000UL
#endif
#define TOT 3
#define SYNC 0xAA
#define RADDR 0x44
#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>
#include <avr/interrupt.h>
unsigned char adcvalue[TOT];
void USART_init(void)
{
    UCSRA=0X00;
    UCSRB=0X18;
    UCSRC=0X86;
    UBRRH=0X00;
    UBRRL=0X9B;//4800
    //UBRRL=0X4D;//9600
    //ADMUX = _BV(REFS0);
    ADMUX= _BV(ADLAR);
    ADCSRA = _BV(ADEN) | _BV(ADPS2) | _BV(ADPS1) | _BV(ADPS0);
}
uint16_t adc()
{
    uint16_t a=0,i;
    ADCSRA |= _BV(ADSC);
    while( ADCSRA & _BV(ADSC) )
    a=ADCH;
    for(i=0;i<TOT;i++)
    {
        ADCSRA |= _BV(ADSC);
        while( ADCSRA & _BV(ADSC) )
        adcvalue[i]=ADCH;
        if(adcvalue[i]>a)
        a=adcvalue[i];
    }
    a=a*5;
    a=a/255;
    return a;
}

void USART_TX(uint8_t data)
{
    while(!(UCSRA & (1<<UDRE)));

    UDR=data;
}
```

```
}

unsigned char USART_RX(void)
{
    unsigned char data;
    while((UCSRA & 0x80)==0x00){;}
    data=UDR;
    return data;
}

void send(uint8_t addr,uint8_t cmd)
{
    //USART_TX(SYNC);
    USART_TX(SYNC);
    USART_TX(addr);
    USART_TX(cmd);
    USART_TX((addr+cmd));
/*
    PORTA |= (1 << PA1);
    _delay_ms(5);
    PORTA &= ~(1 << PA1);
*/
}

int main(void)
{
    DDRA=0xFE;
    DDRC=0xFF;
    PORTC=0xFF;
    USART_init();
    uint16_t data;
    uint8_t transm;
    while (1)
    {
        data=adc();

        transm=(uint8_t)data;

        send(RADDR,transm);
        _delay_ms(1);
        if(transm==0)
            PORTC=0b11111111;
        else if(transm==1)
            PORTC=0b11111110;
        else if(transm==2)
            PORTC=0b11111101;
        else if(transm==3)
            PORTC=0b11111011;
        else if(transm==4)
            PORTC=0b11110111;
        else if(transm==5)
            PORTC=0b11101111;
        else{;}
    }
    return 0;
}
```

```
}

/*
 * receiver.c
 *
 * Created: 2017-08-03 20:29:20
 * Author: Mattias
 */

#ifndef F_CPU
#define F_CPU 12000000UL
#endif
#define PAYLOAD 2
#define SYNC 0xAA
#define RADDR 0x44

#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>
#include <avr/interrupt.h>
#include <util/crc16.h>
uint8_t message[PAYLOAD];

void USART_init(void)
{
    UCSRA=0X00;
    UCSRB=0X98;
    //UCSRB=(1<<RXEN)|(1<<RXCIE);//(1<<TXEN);
    UCSRC=0X86;
    UBRRH=0X00;
    UBRRL=0X9B;//4800
    //UBRRL=0X4D; //bauderate 9600
    //UBRRL=(uint8_t)UBRRVAL;
    //UBRRH=(UBRRVAL>>8);
}

/*uint8_t USART_TX(unsigned char c)
{
    while((UCSRA & 0x20)==0x00){;}
    UDR=c;
}
*/
uint8_t USART_RX(void)
{
    while(!(UCSRA&(1<<RXC)));
    return UDR;
}

void Main_Init()
{
    DDRA=0xFF;
}
```

```
        DDRC=0xFF;
        DDRD=0xFF;
        PORTD=0b00000000;
        PORTA=0b00000000;
        PORTC=0b11111111;
        sei();

    }

int main(void)
{
    Main_Init();
    USART_init();

    while (1);

    return 0;

}
ISR(USART_RXC_vect)
{
    unsigned short int i;
    uint8_t raddress, data,chk, x;
    uint8_t oldmsg[PAYLOAD];

    oldmsg[0]=message[0];

    x=USART_RX();
    if(x==SYNC){;}
    else if(x==RADDR)
    {
        raddress=x;
        for(i=0;i<PAYLOAD;i++)
        {
            message[i]=USART_RX();
        }
        data=message[0];
        chk=message[1];

        //PORTA=0b11111111;
    }
    else{;}
    if(chk==(raddress+data))
    {
        if(raddress==RADDR)
        {
            if(message[0]!=oldmsg[0])
            {
                if(data==0)
                {
                    PORTA=0b11111111;
                    _delay_ms(5);
                    PORTA=0b00000000;
                    PORTC=0b00010010;

                    /*
                    _delay_ms(2000);
                */
            }
        }
    }
}
```

```
        PORTC=0b11111111;
        _delay_ms(10);*/
    }
    else if(data==1)
    {
        PORTA=0b11111111;
        _delay_ms(5);
        PORTA=0b00000000;
        PORTC=0b11011110;
        /*_delay_ms(2000);
        PORTC=0b11111111;
        _delay_ms(10);*/
    }
    else if(data==2)
    {
        PORTA=0b11111111;
        _delay_ms(5);
        PORTA=0b00000000;
        PORTC=0b10000011;
        /*
        _delay_ms(2000);
        PORTC=0b11111111;
        _delay_ms(10);*/
    }
    else if(data==3)
    {
        PORTA=0b11111111;
        _delay_ms(5);
        PORTA=0b00000000;
        PORTC=0b11000010;
        /*
        _delay_ms(2000);
        PORTC=0b11111111;
        _delay_ms(10);*/
    }
    else if(data==4)
    {
        PORTA=0b11111111;
        _delay_ms(5);
        PORTA=0b00000000;
        PORTC=0b01001110;
        /*_delay_ms(2000);
        PORTC=0b11111111;
        _delay_ms(10);*/
    }
    else if(data==5)
    {
        PORTA=0b11111111;
        _delay_ms(5);
        PORTA=0b00000000;
        PORTC=0b01100010;
        /*
        _delay_ms(2000);
        PORTC=0b11111111;
        _delay_ms(10);*/
    }
    else if(data==6)
    {
        PORTA=0b11111111;
        _delay_ms(5);
        PORTA=0b00000000;
        PORTC=0b00100010;
        /*
        _delay_ms(2000);
```

```
        PORTC=0b11111111;
        _delay_ms(10);*/
    }
    else if(data==7)
    {
        PORTA=0b11111111;
        _delay_ms(5);
        PORTA=0b00000000;
        PORTC=0b11011010;
        /*
        _delay_ms(2000);
        PORTC=0b11111111;
        _delay_ms(10);*/
    }
    else if(data==8)
    {
        PORTA=0b11111111;
        _delay_ms(5);
        PORTA=0b00000000;
        PORTC=0b00000010;
        /*
        _delay_ms(2000);
        PORTC=0b11111111;
        _delay_ms(10);*/
    }
    else if(data==9)
    {
        PORTA=0b11111111;
        _delay_ms(5);
        PORTA=0b00000000;
        PORTC=0b01001010;
        /*
        _delay_ms(2000);
        PORTC=0b11111111;
        _delay_ms(10);*/
    }
    else
    {
        PORTA=0b11111111;
        _delay_ms(200);
        PORTA=0b00000000;
        PORTC=0b00000000;
        _delay_ms(100);
    }
}
}
}
}
}
```