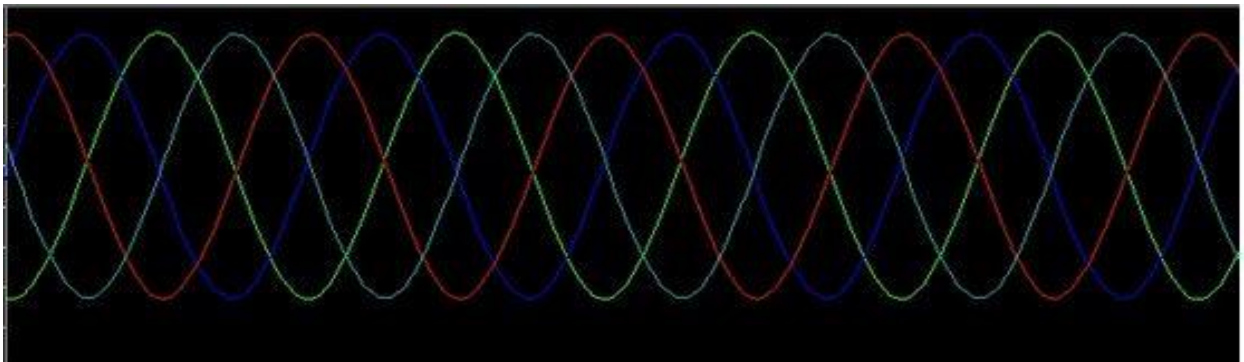




CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



Powerline Communication

Hardware

Examensarbete Institutionen för data- och informationsteknik

Martin Jakobsson

Andreas Arrefelt Augustsson

Powerline Communication
Hardware

Martin Jakobsson, Andreas Arrefelt Augustsson

© Martin Jakobsson, Andreas Arrefelt Augustsson, 2014

Institutionen för data- och informationsteknik
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Tel: 031-772 1000
Fax: 031-772 3663

[Graf över fasförskjutningen i LTspice]

Institutionen för data- och informationsteknik
Göteborg, 2014

Förord

Rapporten är ett examensarbete som har gjorts på Chalmers tekniska högskola, campus Lindholmen, under en period på 10 veckor.

Vi vill ge ett stort tack till vår handledare Sakib på Chalmers, som har varit ett stort stöd för oss genom projektet.

Vi vill tacka Alixander och Andreas som är våra handledare från Sigma.

Vi vill passa på att tacka Göran Hult för assistans med simuleringsprogram och Arto Heikkilä för tips om litteratur.

Även ett stort tack till Johan och Mohammed som har gjort ett liknande projekt som vi har kunnat bolla idéer med. Även kända som mjukvaru-gruppen.

Tack till Fabian och Joakim som vi har delat grupprum med.

Sammanfattning

Inom fordonsindustrin ökar behovet av elektronikenheter som kommunicerar mellan varandra. Det ökande behovet av elektronikenheterna är på grund av att det tillkommer allt fler styr- och reglersystem. Det leder till att mängden information blir större och måste skickas snabbare, vilket medför att antalet kommunikationskablar måste öka. Detta är ej önskvärt.

För att lösa det här problemet har vi för avsikt att konstruera ett kommunikationssystem som skickar information över det befintliga dc-matade elnätet i fordonet. På så sätt minskar antalet kommunikationskablar.

Systemet kommer att bygga på BPSK/QPSK och kommer att vara så hårdvarubaserat som möjligt då vi ej behandlar någon mjukvara.

Summary

In today's vehicle industry, the demand of electronics devices that can communicate with each other is increasing. The increasing demand of electronics is due to more and more automatic control systems. This leads to an increase in the amount of information needed to be sent and the speed of the information needs to increase which in turn leads to that the amount of cables must also increase. An increase of cables is undesirable.

To show this problem we intend to construct a communications system that sends all it is information on the existing dc-powered distribution grid. With this solution the amount of cables needed, will reduce.

Our system will be based on BPSK/QPSK technology and our focus will be on doing as much as possible with only hardware as we will not discuss any software in this project.

Innehållsförteckning

1 Inledning.....	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Mål.....	1
1.4 Avgränsningar.....	1
1.5 Precisering av frågeställningen	1
2 Teknisk bakgrund	2
2.1 Projektkurs.....	2
2.2 Yamar	3
2.3 Modulationstekniker	3
3 Genomförande	5
3.1 Komponenter	5
3.2 Program.....	7
3.3 Modulering	8
3.4 Demodulering	14
4 Resultat & Analys	17
4.1 Diskussion	18
4.1.1 Planering	18
4.1.2 Oscillatorerna	18
4.1.3 Simuleringsprogram	18
4.1.4 Kritisk diskussion	18
5 Miljö- & Ekonomiaspekter	19

Ordlista

CAN – Controller Area Network

LIN – Local Interconnect Network

ASK – Amplitude Shift Keying

FSK – Frequency Shift Keying

PSK – Phase Shift Keying

BPSK - Binary Phase Shift Keying

QPSK - Quadrature Phase Shift Keying

VCO - Voltage Controlled Oscillator

PLL - Phase Locked Loop

Op-amp - Operation amplifier

LP-filter - Lågpas filter

HP-filter - Högpas filter

BP-filter - Bandpass filter

I-data - Jämna bitar i vår data

Q-data - Udda bitar i vår data

PIC - Peripheral Interface Controller

1 Inledning

Inom fordonsindustrin ökar antalet elektronikheter som behöver kommunicera med varandra. Detta leder till ett behov av fler kablar och större kabelmattor vilket ökar kostnaden och försvårar montering. Rapporten handlar om tekniker som kan överföra kommunikationen över fordonets elnät, och på så vis spara kablar och minskar kabelmattor.

1.1 Bakgrund

I dagens fordonsbransch har det börjat uppstå ett behov av en alternativ lösning för kommunikation. Detta är på grund av den växande mängden funktioner och enheter som behöver kommunicera med varandra, och även kräver ett ökat antalet kablar.

Det är därför intressant att undersöka alternativa kommunikationsmetoder, framför allt metoder som inte behöver ett eget kommunikationsnät av kablar. Tanken är att CAN- och LIN-nätverken skall ersättas med en alternativ metod vilken överför informationen över elnätet i fordonet.

1.2 Syfte

Vårt syfte är att ta fram en teknik som kan kommunicera över det befintliga dc-matade elnätet i ett fordon. Detta för att kunna ersätta dagens CAN- och LIN-nätverk i dagens fordon och på så sätt dra ned på mängden kablage.

1.3 Mål

Vårt mål är att med hjälp av BPSK alternativt QPSK teknik ta fram en modul som kan kommunicera över en dc-matad kabel. Detta skall ske med en dataöverföringshastighet av minst 0.5Mbit/s

1.4 Avgränsningar

Projektet kommer inte att beröra hur ett eventuellt kommunikationsprotokoll kommer att se ut för sändning och mottagning av data.

Vi kommer heller inte att behandla det grafiska interfacet, vilket kommer att behövas för att implementera uppdateringar etc. Beslut gällande vilken typ av mikroprocessor som kommer att användas görs ej av oss, utan istället av en mjukvaru-grupp som vi samarbetar med.

1.5 Precisering av frågeställningen

Frågeställningar som behandlas i rapporten:

- Vilken typ av modulering är värd att undersöka?
- Vilken hastighet kommer tekniken att klara av?
- Går det att spänningsmata alla komponenter med hjälp av det befintliga elnätet?
- Är tekniken full-duplex kompatibel?
- Är tekniken implementerbar i fordon?

2 Teknisk bakgrund

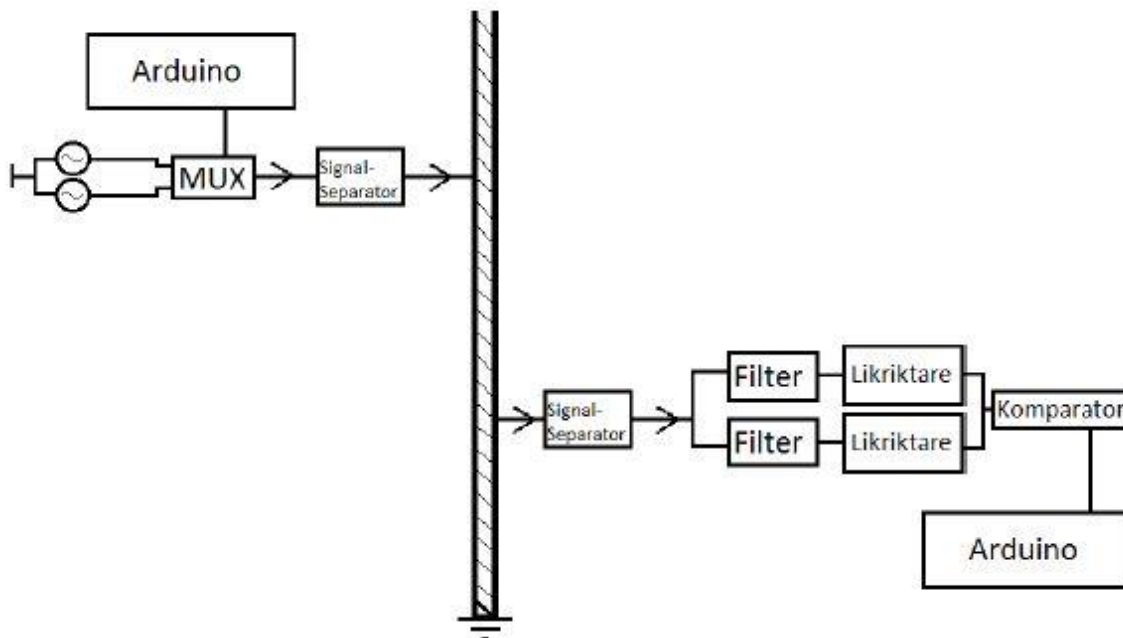
2.1 Projektkurs

Innan arbetet påbörjades läste vi en projektkurs på 8 veckor, där vi skulle konstruera ett system med envägskommunikation, detta skulle kommunicera över ett dc-matat likströmsnät. Projektet var ett så kallat proof of concept som skulle undersöka om det är möjligt att kommunicera över ett dc-matat elnät. I projektet användes två lösningar, en digital och en analog. I den digitala lösningen användes bara två stycken Arduino som kommunicerade med varandra. Med denna lösning blev det dock mycket bitfel, då vi testade denna lösning på en spänningsmatad kabel. Så vi beslutade oss för att utveckla den analoga lösningen istället.

I den analoga lösningen använde vi två olika frekvenser, som representerade noll eller ett. Dessa frekvenser skapades med två fasskiftoscillatorer som vi själva konstruerade.

Vilken frekvens som skickades ut på bussen, bestämdes med en mux, vilken kontrollerades av en Arduino. Mottagarsidan bestod av två bandpassfilter, dessa släppte igenom de två frekvenserna. Därefter likriktades signalerna och jämfördes i en komparator, vilken sedan lästes av en annan Arduino. Signalseparatorerna användes för att separera ut ac-signalen. [20]

Kommunikationssystemet kom upp i en hastighet på 5k bit/s och över, då tillkom det störningar som orsakade bitfel. Figur 2.1 visar en ritning på hur systemet såg ut i projektkursen.



Figur 2.1 Ritning på analoga lösningen från projektkurs

2.2 Yamar

Det finns för närvarande endast några få färdiga lösningar på marknaden, som är gjorda för kommunikation över dc-elnet i bilar.

Vi har haft möjligheten att undersöka en produkt från ett israeliskt företag, Yamar. Detta företag sägs ha utvecklat ett fullt fungerande system för kommunikation över likströmselnet. De moduler vi fick studera närmare var DCB1M evaluation board i kombination med DCB1M USB PC interface. På modulerna gick det att ställa in beroende på om BPSK eller QPSK skulle användas och även vilken överföringshastighet. När vi testade BPSK försvann det inte många bitar, men när vi ställde in den på att köra QPSK i maximal överföringshastighet, så försvann upp till 40-60 % av bitarna. Vilket inte är stabilt, framför allt då den spänningsmatadekabeln mellan modulerna inte var längre än en meter och informationen mellan modul och PC använde sig USB. Det kom alltid fram rätt bitvärden, så förmodligen har de löst de försvunna bitarna genom felkorrigering i överföringsprotokollet. Detta test gjordes med ett spänningsaggregat, som matade modulerna och även spänningssatte kabeln. Kabelns längd mellan modulerna var fem meter. Modulerna är isolerade av ett plaströlje. [11]

2.3 Modulationstekniker

Modulation innebär överlagrad information på en bärvåg, vilken är skickad från en sändare. [1][6]

AM Amplitudmodulation:(ASK)

Amplitudmodulation innebär en förändring, av amplitudnivån på sändarens bärvågssignal. Genom en modulation av amplitudnivån går det att överföra information med signalen. En hög amplitud motsvarar ett högt värde och en låg amplitud innebär att signalen har ett lågt. Genom denna amplitudförändring mellan hög och låg amplitud går det att överföra information med hjälp av amplitudmodulation. Det finns många olika tekniker som utnyttjar detta inom bland annat radiokommunikation.[1]

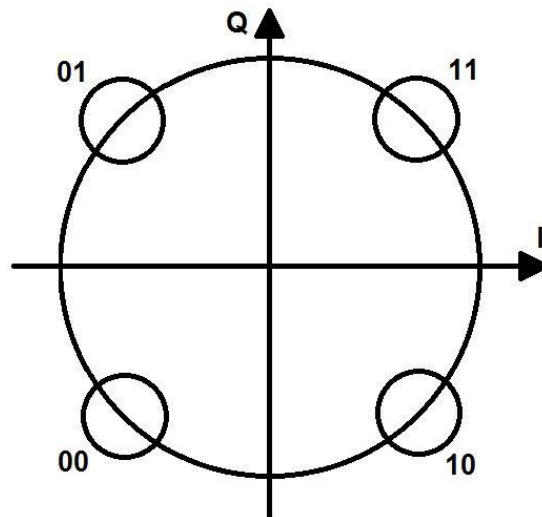
FM Frekvensmodulation:(FSK)

Istället för att ändra amplituden på bärvågen, så varierar frekvensen. Genom att använda en bestämd frekvens och variera den upp och ner, går det att skicka information. [1]

PM Fasmodulation:(PSK)

Detta innebär att signalens fas ändras för att representera olika värden, vilket medför att amplituden blir konstant. Beroende på hur mycket fassen är vriden, representerar fassen ett högt eller lågt värde. [1][6][8]

- **BPSK** är en fasmodulationsteknik som baserar sig på att fassen antingen är 0 grader eller fasvriden 180 grader. Den ena fassen representerar logisk nolla och den andra logisk etta.
- **QPSK** är en fasmodulationsteknik som fasvridits 0/90/180/270 grader. Detta fungerar på samma sätt som BPSK, fast tekniken använder sig av ytterligare två faser. Vilket gör att det går att skicka mer information under samma tid. Detta innebär att man får fyra punkter där man kan läsa av signalen som i sin tur representerar två bitar. Värden beror på i vilken kvadrant fassen ligger i, se figur 2.2.



Figur 2.2 Konstellers diagram över QPSK med graykod

- **8-PSK**
Fasförskjutning med åtta olika värden
- **16-PSK**
Fasförskjutning med sexton olika värden.

3 Genomförande

3.1 Komponenter

Mixer

Mixern är en treports komponent som är viktig på flera sätt inom de olika modulationsteknikerna. Den används till exempel till om man vill flytta en signal från en viss frekvens till en annan. Detta kan man göra då mixerns utsignal huvudsakligen består av två nya frekvenser som är summan och differensen av dess två insignaler, då tillkommer även en viss del övertoner av dess insignaler. Sedan kan man enkelt välja vilken signal man vill ha genom filtrering. [2]

Spänningsregulator

En spänningsregulator är en krets som används för att reglera en spänning till ett önskat värde. Även om spänningen in till regulatorn skulle variera, får den ett fixerat värde ut, som bestäms av dimensioneringen av motstånden i Figur 3.2. [17]

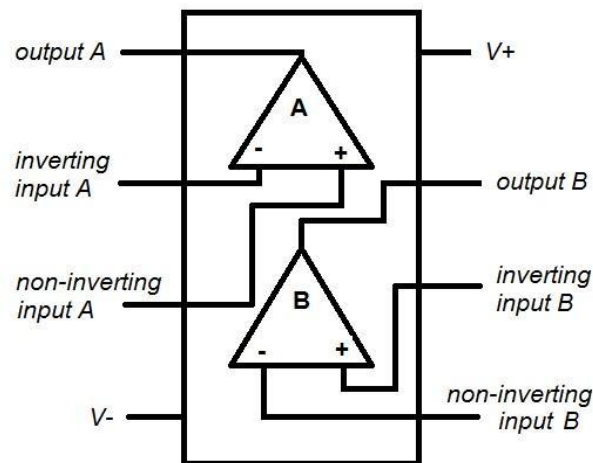
Polinverterare

För att få ut vår negativa matning till våra operationsförstärkare använder, vi oss av en krets som heter LTC7660. Med hjälp av två stycken kondensatorer som sitter i anslutning med polinverteraren, går det att få ut den inverterade matningsspänning. [19]

Operationsförstärkare

En operationsförstärkare har många användningsområden. Den går att koppla ihop med filter så att filter och förstärkning kan kombineras. Den kan kopplas som allpassfilter vilken släpper igenom alla frekvenser och kan fasförskjuta signalen i ett bestämt antal grader.

Vid valet av vilken operationsförstärkare som skall användas, var vi tvungna att ta hänsyn till att den måste klara av att arbeta med våra önskade frekvenser. För att vara säkra på detta valde vi att ha en säkerhetsmarginal med en faktor tio. Det innebär att eftersom vi inte arbetar med frekvenser över 10 MHz innebär detta att operationsförstärkaren behöver klara att arbeta vid en frekvens på 100MHz. Valet föll då på LM6172 som dessutom innehåller två stycken, se figur 2.4. [3]



Figur 2.4 Operationsförstärkaren LM6172

Oscillator

Oscillatorer är en vanlig förekommande komponent inom signalbehandling. Den används för att skapa en signal som oscillerar. Den oscillerande signalen brukar oftast vara i en sinus- eller i en fyrkantsform, vilket ofta behövs i kommunikationssyften. Ett vanligt arbetsområde är inom radiosammanhang. Där komponenten ofta används för skapa en svämgande signal som sedan mixas med en inkommande radiosignal. Detta görs för att få ut rätt frekvens genom att modulera bärvågen från den inkommande signalen. Det finns flera olika typer oscillatorer. [2][9]

Voltage controlled oscillator

En VCO är en oscillator som varierar i frekvens utifrån vilken spänning oscillatoren får in. Ett vanligt användningsområde för en VCO är i en PLL.[3]

PIC

Projektet är designat efter en mikroprocessor av typen PIC vid namn DSPIC33FJ64GP802. PIC:en skall generera informationssignalerna I och Q. Den skall även ta emot I och Q signalerna efter demodulering och behandla dessa.[14]

3.2 Program

Eagle

Vi valde att använda CAD-programmet Eagle för att rita upp kretsscheman, detta för att senare kunna tillverka BCD-kretskort och utföra fler tester och mätningar. Även för att det skall gå att utföra tester i ett fordon, vid ett senare tillfälle.[21]

LTSpice

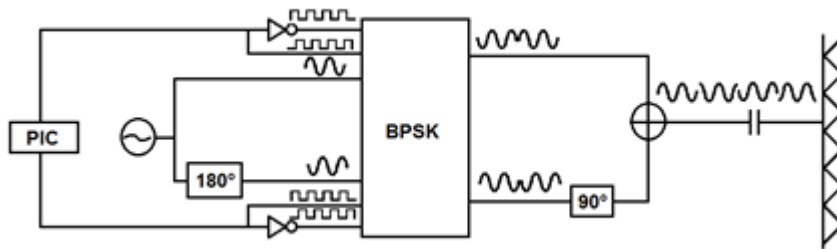
För att kunna simulera vår krets och de delar den är uppbyggd av, så har vi valt att använda simuleringsprogramen LTSpice. LTSpice är Linear Technologys version av Spice. Valet föll på detta program då vi använt det i tidigare kurser och eftersom det är lätt att implementera nya kretsar och bibliotek, om dessa kretsar skulle saknas i programmet. [22]

Filter Free

Då vår krets består av flera olika slags filter och då vi också testat en del olika bärfrekvenser har vi behövt räkna om värdena ett flertal gånger. För att inte ödsla tid på alla beräkning har vi använt oss av ett program som gör detta åt oss, Filter Free.[23]

3.3 Modulering

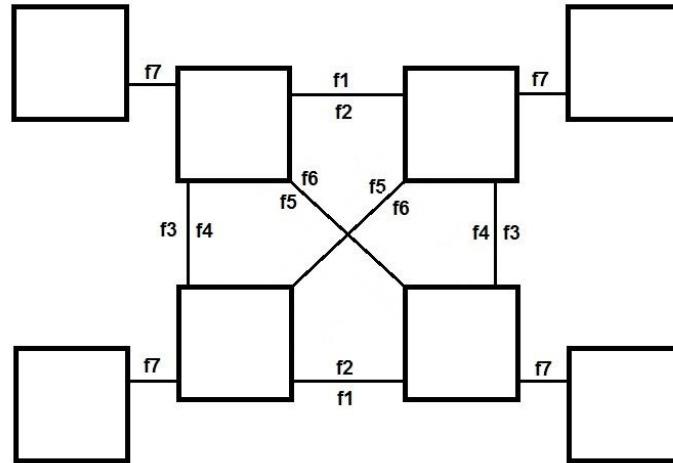
Anledningen till att inte amplitudmodulation valdes är att det är många andra enheter på elnätet som kan bidra till störningar och medför att amplituden varierar för mycket. Detta är inte önskvärt då signalen kommer att bli för svår att sampla och läsa av. Vår signal kan även påverka spänningen över redan befintliga kretsar vilket inte heller är önskvärt. Valet föll då på fasmodulering, då det är en väl beprövad teknik och har många fördelar över frekvensmodulering [9]. Bland annat att fler frekvensområden kan användas. En annan fördel som tilltala oss var att om det visar sig att QPSK inte är tillräckligt stabilt, så krävs väldigt små justeringar för att använda oss av BPSK istället. Förhoppningsvis skall det även gå att få ut någon bra full-duplex teknik med hjälp av fasmodulation, då man kan använda sig av två olika bärvägsfrekvenser.



Figur 3.1Moduleringskrets

Full-duplex

Full-duplex innebär att de olika modulerna kan kommunicera med varandra samtidigt på en och samma kabel. Detta kan åstadkommas genom att två moduler använder varsin bärvågssignal med olika frekvenser. För att inte överbelasta en kabel så kan det vara bra att koppla samman modulerna i ett så kallat “mesh”, se figur 2.3. Där bara de moduler som har behov av full-duplex använder sig av det. En nackdel med det här är att fler antal kabler måste användas.

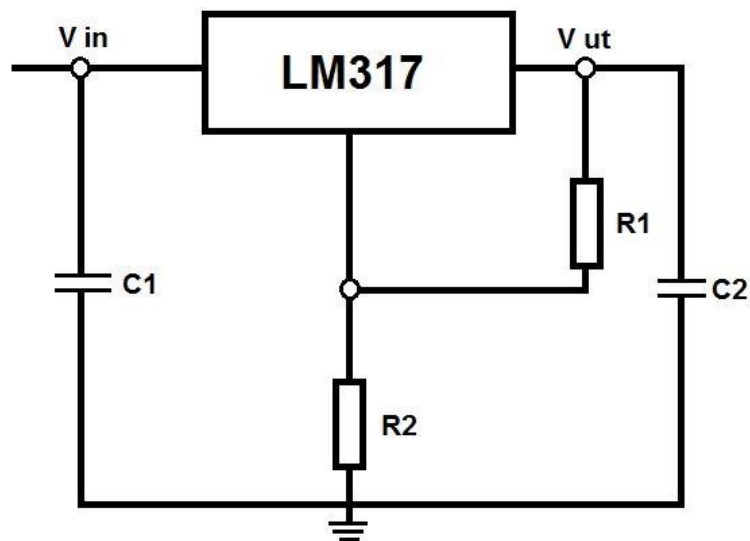


Figur 2.3 Mesh

Spänningsregulatorer

För att minska spänningen från 24V till 5V använder vi oss av en spänningsregulator som heter LM317T. För att få önskad utspänning från LM317T så används två stycken resistorer dimensionerade enligt formel 3.1 och figur 3.2. Kondensator C1 behövs om regulatören är placerad långt från spänningskällan och C2 för att förbättra transientresponsen. Till matningen av operationsförstärkarna krävs 5V. LM317T används även till att reglera spänningen till 3.3V, vilket oscillatoren och PIC:en behöver som matningsspänning.

LM317 är utformad så att den kan klara av en varierande inspänning från 12V till 30V, detta på grund av att det kan förekomma variationer på amplituden i elnätet.



Figur 3.2 Spänningsregulator

$$V_{out} = V_{ref} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \quad (3.1)$$

Polinverterare

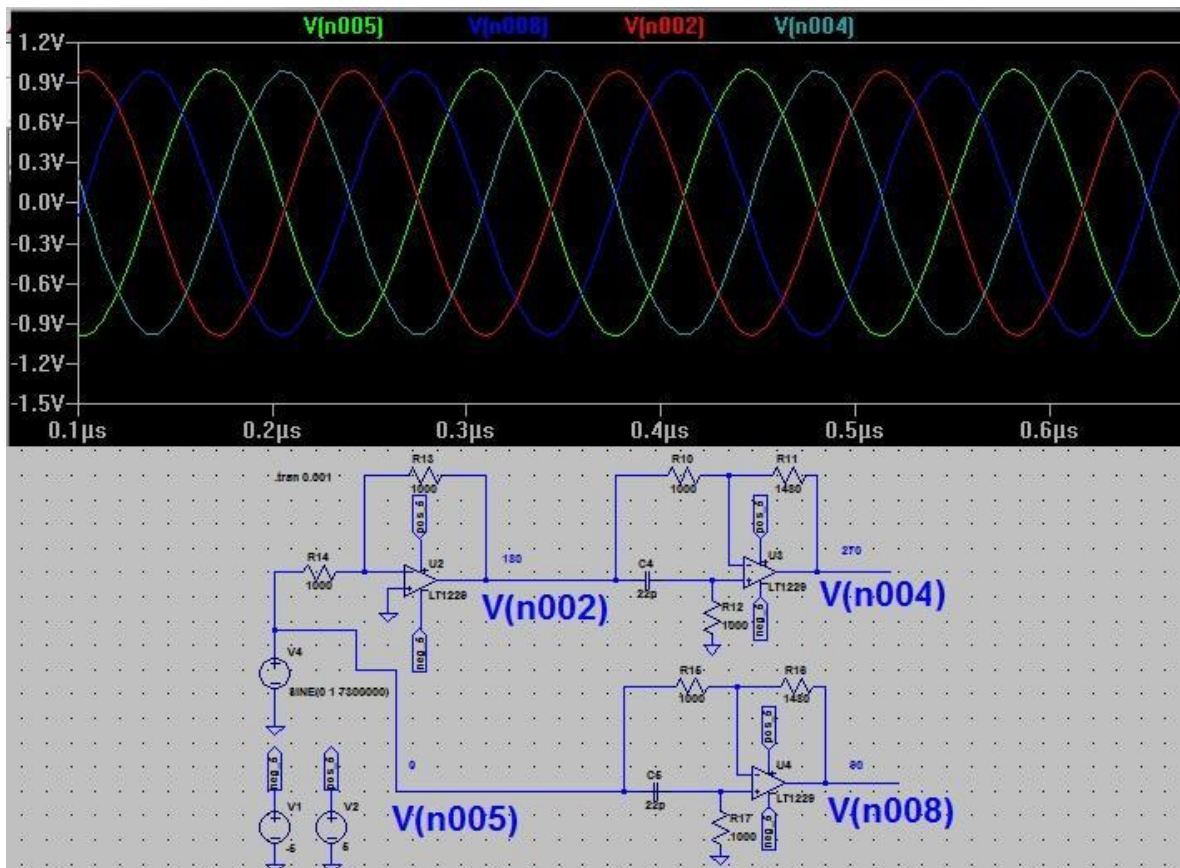
För att kunna få den behövda negativa matningen, som våra operationsförstärkare behöver, så använder vi oss av en polinverterare. Det kretsen gör är helt enkelt att den inverterar dess matningspänning. Vilket innebär att om den matas med +5V så får vi vår behövda -5V.

Oscillatorer

Till en början testade vi att tillverka egna oscillatorer, eftersom vi har gjort detta i ett tidigare projekt och fått en fungerande fasskiftoscillator. Vi började med att konstruera olika sorters Colpitts och kristall oscillatorer. Men utan framgång för våra frekvenser och stabilitets krav. Efter att vi har testat att tillverka egna oscillatorer, så beslutade vi oss istället för att köpa in färdigkonstruerade oscillatorer för frekvenserna 4 MHz, 7.3728 MHz och 10 MHz.

Fasförskjutning

För att skapa de önskade fasförskjutningarna på $90^\circ/180^\circ/270^\circ$ så använder vi först ett så kallat allpassfilter, bestående av en ickeinverterande op-amp med korrekt dimensionerade resistor och kondensator för att skapa den första fasförskjutningen på 90° . För att sedan fasförskjuta en signal 180° använder vi inverterande op-amp. 270° fås genom att i serie använda en inverterare och ett allpassfilter. Figur 3.3 visar de olika fasförskjutningarna efter varje steg. För att få allpassfiltret att ge oss en fasvridning på 90 grader vid önskad frekvens, så behöver resistorerna och kondensatorerna dimensioneras korrekt, detta görs genom formeln 3.2. Om en förstärkning av signalen skulle behövas, går det att justera fram genom att dimensionera förhållandet mellan resistorerna på den negativa ingången på op-ampen.

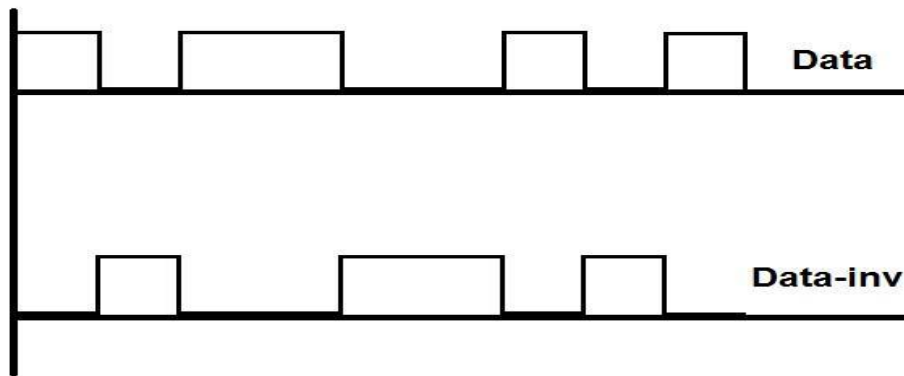


Figur 3.3 Graf och krets för fasförskjutning i LTSpice

$$f = \frac{1}{2\pi RC} \quad (3.2)$$

HEX-inverterare

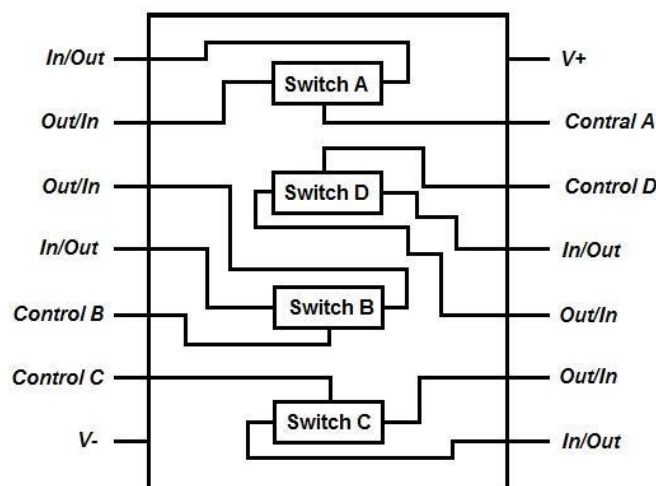
För invetering av I/Q-datan som kommer ut från PIC:en och in i CD4016-kresten används en hexinverter. Detta görs eftersom vi behöver inversen för att reglera vilken fas av vår signal som skall ges som utsignal senare i vår CD4016-krets (se figur 3.1). Figur 3.4 visar hur datan ser ut innan och efter den inverteras i kretsen.



Figur 3.4 Data före och efter

CD4016

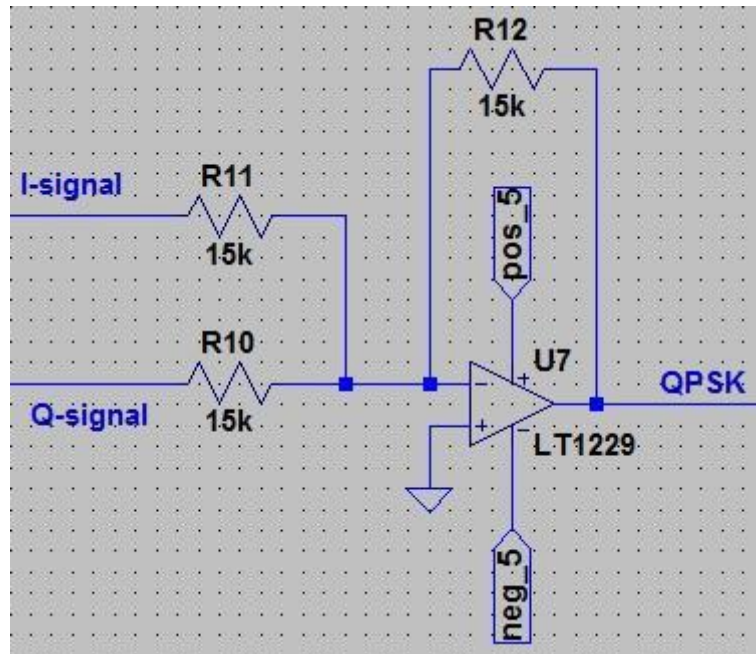
För att skapa de två BPSK-signalerna använder vi oss av en krets vid namn CD4016 [15]. CD4016 består av 4 switchar som Figur 3.5 illustrerar. Switcharna styrs av I- och Q-datan och dess inverser. Beroende på vilket värde I- och Q-datan har, så släpps en viss fas av signalen igenom. Detta innebär om till exempel I är hög, så släpps en icke fasvriden signal igenom och om I är låg så släpps den 180° fasvridna signalen igenom, se Figur 3.1.



Figur 3.5 CD4016 blockschema

Summator

Efter att signalerna har omvandlats till BPSK och Q-signalen har fasvridits 90° , går de in i en summator som lägger ihop signalerna till en QPSK signal. Summatoren är konstruerad av en op-amp med förstärkning, så att signalen inte är för svag när den går ut på DC-nätet. Figur 3.6 visar hur vår summator konstruerats.



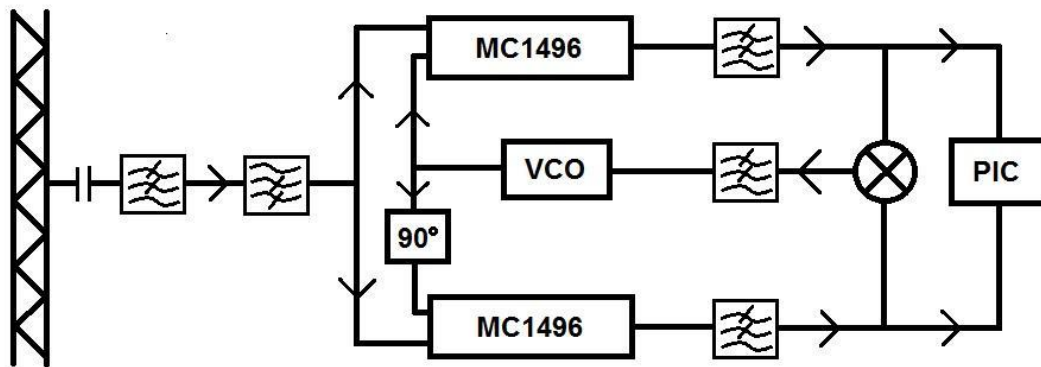
Figur 3.6 Summatorkretsen

Signalseparator

Innan signal går ut på DC-nätet så behöver man se till att spänningen ute på nätet förstör modulerna. Det löses enkelt med hjälp av en kondensator som blockerar likströmmen. Samma lösning används även på mottagarsidan.

3.4 Demodulering

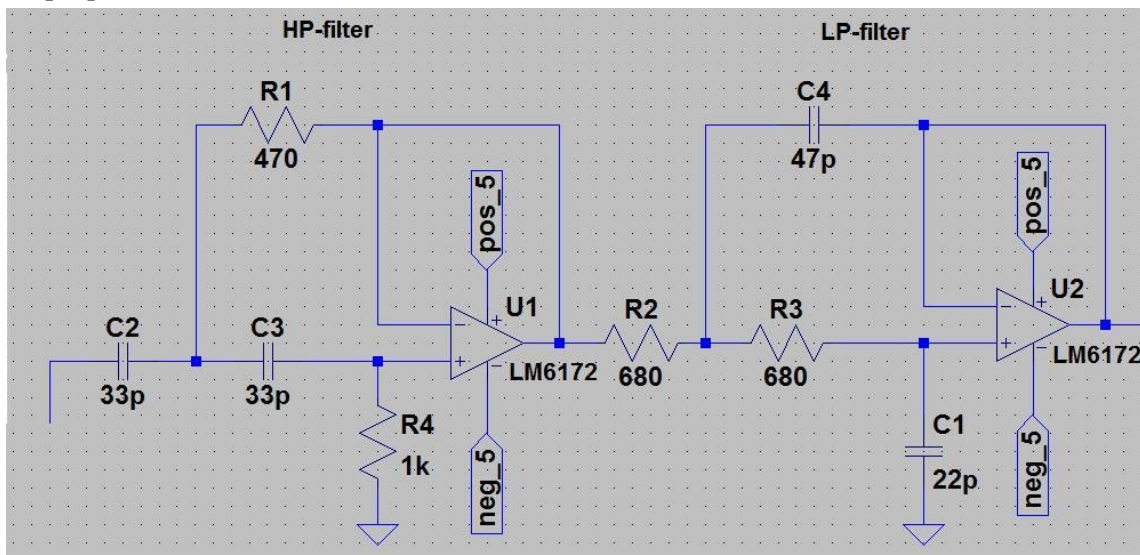
Schemat i figur 3.7 visar en bild på mottagarsidan i modulen.



Figur 3.7 Demodulator blockschema

Bandpassfilter

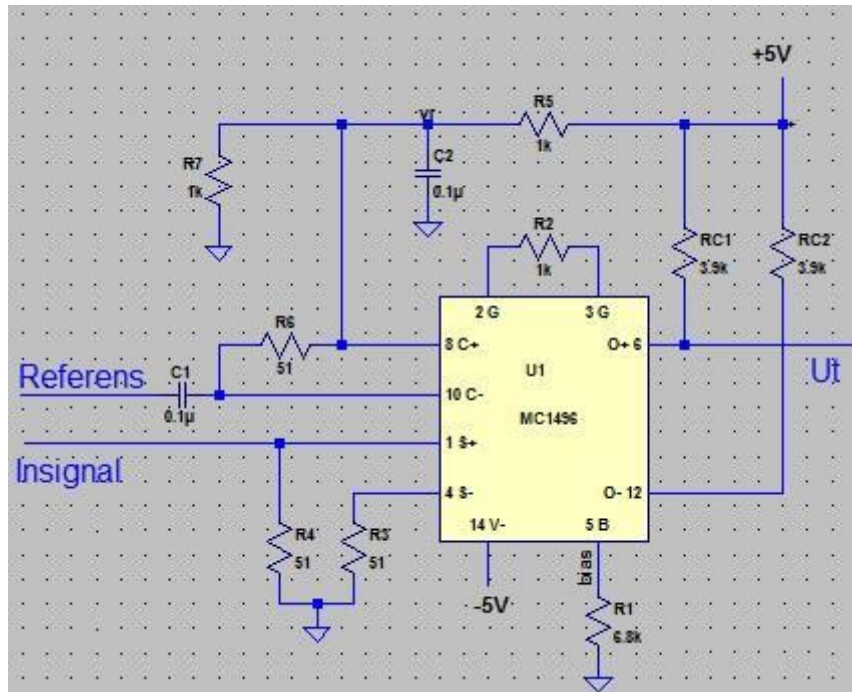
Bandpassfiltret består av två stycken olika filter. Först ett högpasfilter som filtrerar bort signaler med frekvensen under 7.2228 MHz och släpper igenom frekvenser över. Det andra filtret är ett lågpasfilter vilket släpper igenom signaler på frekvenser under 7.5228 MHz. Detta leder till att bandpassfiltret har en bandbredd på 0.3 MHz. Bandbredden skall vara så smal som möjligt för att blockera så mycket störningar som det går för att inte störningarna skall ta sig igenom bandpassfiltret. Designen av LP-filtret används även senare efter vår MC1496 krets för att filtrera bort alla övertoner som uppstår. Figur 3.8 visar hur bandpassfiltret är konstruerat, dimensionering av kretsarna har vi fått från programmet Filter Free. [23]



Figur 3.8 Bandpassfiltret

Balanserad modulator/demodulator

MC1496 är balanserad modulator/demodulator vilken även går att använda som en faskomparator. Detta görs genom att kretsen jämför vår insignal med en referenssignal från vår VCO i PLL:en. Referenssignalen har samma frekvens som vår insignal. Resultatet ges sedan på utporten i form av en positiv eller negativ likriktad spänning. Figur 3.9 visar hur MC1496-kretsen är kopplad för att fungera som en faskomparator. [13]



Figur 3.9 MC1496 som faskomparator

Mixer

Mixern används för att skapa den referensspänning som VCO:n behöver för att den skall kunna generera önskad signal.

VCO

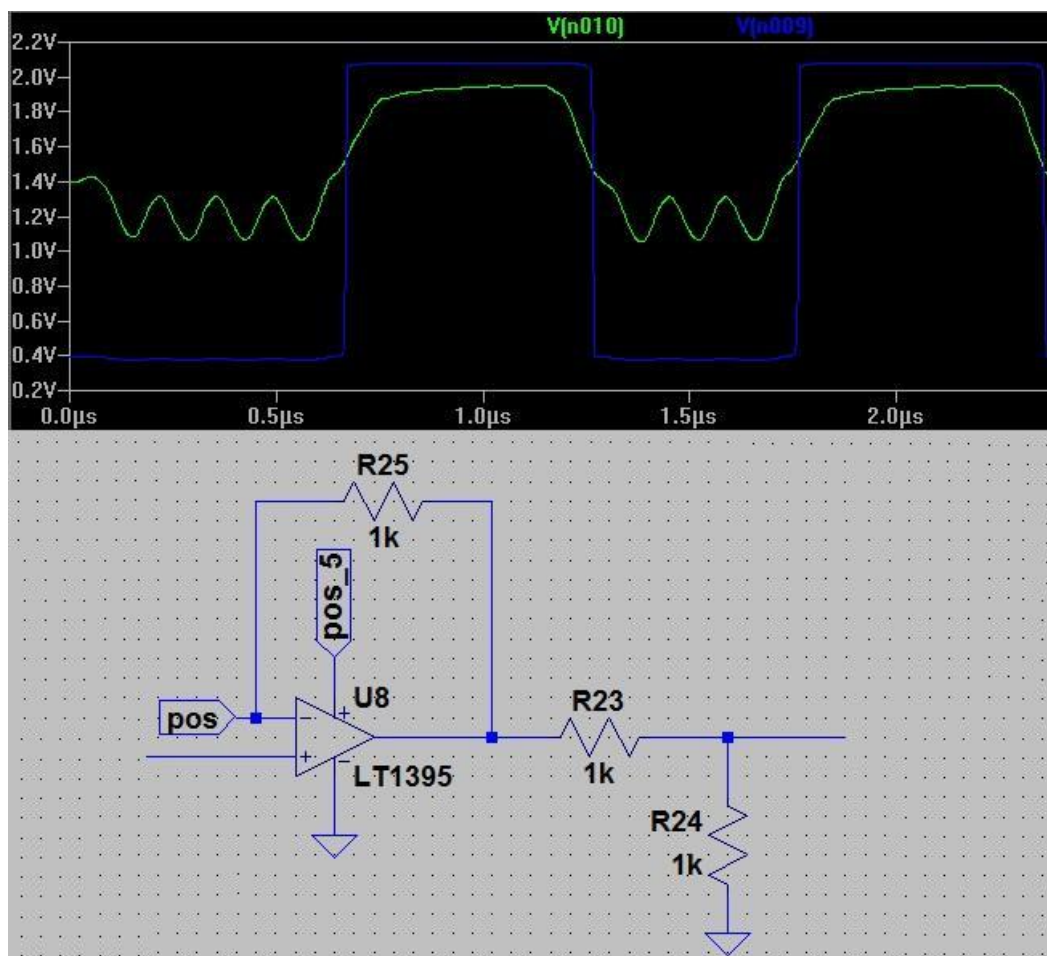
VCO:n används i vår krets som en del av en Costas loop. VCO:n kommer att leverera referenssignalen till demoduleringskretsarna (MC1496). Detta görs för att få en signal med rätt frekvens och fas, för att kunna jämföras med insignalen. Den ena signalen kommer att vara orörd efter VCO:n medan den andra kommer fasvridas 90° . Detta för att kunna fungera som referens till vår andra demoduleringskrets.

Costas loop

MC1496, LP-filter, mixer och VCO:n bildar tillsammans vad man kallar en Costas loop[9]. Costas loopen är ett effektivt sätt att återställa bärsignalens ursprungsfas. Detta illustreras i Figur 3.7.

Komparator

Komparatorn består av en operationsförstärkare som beroende av insignalen och en referens spänning, antingen bottenar i hög eller låg utspänning, detta beroende på om insignalens spänning är högre eller lägre än vår referensspänning. Därmed så har vi skapat en fyrkantsvåg som vår PIC kan läsa. Figur 3.10 visar hur signalen ser ut när den kommer in i komparatorn och dess digitala motsvarighet efter den har bearbetats.



Figur 3.10 Graf och krets för komparator

4 Resultat & Analys

Anledningen till att fasmodulation valdes, var på grund av att det är en välbeprövad teknik som passade bra för att uppnå kriterierna på överföringshastighet. Även på grund av att det är en beprövad teknik som applicerats på många andra områden. Det är också en teknik som är relativt lätt att modifiera om man skulle önska en högre eller lägre överföringshastighet, genom att gå från BPSK till QPSK och även i framtiden kanske 8- eller 16-PSK.

Hastigheten som tekniken kommer kunna leverera är beroende på vilken microprocessor som kommer att användas och hur snabbt den kan sampla indatan.

Hur kommunikationsprotokoll kommer att konstrueras, påverkar också vilken hastighet vår lösning kommer att klara av. Tar vi bara hänsyn till vår analoga del så kommer vi kunna sända information i en hastighet av 1.84Mbit/s med BPSK och den dubbla hastigheten med QPSK. Vi har valt att använda en frekvens på vår I och Q data av 1,84 MHz, detta på grund av att vi vill ha 4 svängningar av bärvågssignalen per bit, så att systemet garanterat hinner med i alla kretsar i demoduleringen. Vi testade med en och två svängningar per bit men detta ledde till många fel vid demoduleringen.

Systemet är kopplat så att det går att få komponenternas spänningsmatning ifrån elnätet. Med hjälp av två stycken spänningsregulatorer som behöver en inspänning mellan 12 till 30 volt, som sen kan reglera ner spänningen till 5 respektive 3.3 volt vilket komponenterna i kretsen behöver. Den negativa matningsspänningen som operationsförstärkarna och mikroprocessorn behöver kommer från en spänningsinverterare. En nackdel är dock att fordonet måste vara igång, så att alla komponenterna får spänningsmatning.

Systemet är utvecklat så att det skall gå att använda flera moduler som skall kunna kommunicera mellan varandra samtidigt. Detta kan göras genom att olika frekvenser används eller med hjälp av ett kommunikationsprotokoll, som anger prioritet för varje modul. Genom att koppla upp modulerna i mindre "mesh"-nätverk, går det också att uppnå full-duplex, alltså att modulerna kan kommunicera mellan varandra på samma gång.

Om tekniken skall implementeras in i ett fordon i befintligt skick, kommer det att behövas olika former av störningsskydd för störningar vilka kommer att påverka systemet. Till exempel för signaler som också existerar på MHz-nivå. Även för andra former av störningar som inte har berörts i rapporten så som transienter.

4.1 Diskussion

4.1.1 Planering

De resultat vi uppnått under projektet har uppfyllt våra förväntningar, produkten behöver dock vidare utvecklas för att kunna användas i ett fordon. Gant-schemat, bifogat i Bilaga har följts från början till slut, undantaget är parallellkommunikation då detta blev bort prioriterat då fokus gick över till tester på envägs kommunikationen.

4.1.2 Oscillatorerna

Några av anledningarna till att de egentillverkade oscillatorerna ej fungerar, är troligtvis att vi först inte använde oss av keramiska kondensatorer, när vi kopplade upp kretsarna i praktiken. Detta kan vara en av de största bidragande faktorer till att oscillatorerna inte fungerade. En annan orsak kan vara att vi använde oss av labbplattor som inte klarar av frekvenser på MHz nivå. När det rör sig om frekvenser på MHz nivå, krävs det motstånd och kondensatorer med väldigt låga värden. Det medför att labbplattans impedans och kapacitans inte blir försumbar. Därför gick vi istället över till att rita upp kretsen i programmet LTSpice, vilket är ett simuleringsprogram och även i Eagle som är ett CAD-program. LTSpice använde vi för att simulera och testa så att allt skulle fungera innan det kopplades upp i praktiken. Eagle använde vi för att göra en ritning för kretsen, så att det går att tillverka ett BCD-kretskort istället för labbplattorna.

4.1.3 Simuleringsprogram

Den största delen av vårt projekt har baserats på simuleringar i LTSpice på grund av att detta är ett bra sätt för att se hur våra kretsarna beter sig separat och sedan anslutna tillvarandra. Detta har hjälpt oss att få ihop ett komplett system där det är lätt att ändra eller lägga till kretsar som kan behövas. Det har även underlättat om vi behövt justera något, till exempel om vi behövt en smalare bandbredd för vårt BP-filter eller mer förstärkning av signalen någonstans. Då vi avgränsat oss från mjukvara så har det även hjälpt oss vid tester för olika överföringshastigheter då dessa enkelt kan ändras.

4.1.4 Kritisk diskussion

Några saker som vi troligtvis skulle gjort annorlunda, är att göra fler tester på lägre frekvensområden med fasmodulation. Eftersom labbplattorna inte klarade av att jobba på de frekvenser som vi har valt för att uppnå vår önskade hastighet. Därför övergick vi mer till att använda simuleringsprogrammet LTSpice, istället för att koppla upp allt i praktiken på en labbplatta.

5 Miljö- & Ekonomiaspekter

Inom projektet finns det många miljöaspekter. Dels att antalet kommunikationskablar kommer att minska i fordonet vilket medför att kabelmattorna kommer krympa i storlek. Vilket gör att fordonet blir lättare och kan minska sin bränsleförbrukning. En annan aspekt är att eftersom färre antal kablar kommer att behövas, blir det mindre metall i fordonet som leder till att mindre mängd metall behöver utvinnas och tas fram i metallgruvor. Detta kan också leda till att antal transporter för metallen minskar, vilket påverkar CO2-utsläppen positivt.

Projektet är huvudsakligen till för att minska antalet kommunikationskablar i fordon. Detta innebär också att kostnader kan bli lägre, genom att kabelmattorna krymper i storlek och blir enklare att montera. Vilket även kommer att minska monteringskostnaden för dessa. Eftersom färre kommunikationskablar behövs, sparas material och därigenom pengar. Om modulerna dessutom massproduceras går det att minska tillverkningskostnaderna ännu mer.

Litteraturförteckning

- [1] Jan Soelberg, Allmän elektronik, Malmö: Josty kit förlag, 1982. [ISBN: 919-703-4908, alt. 919-703-4924]
- [2] David M. Pozar, Microwave and RF design of wireless systems, Hoboken-NJ-USA: John Wiley & Sons Inc. [ISBN: 978-047-132-2825]
- [3] Thomas L. Floyd, Electronic devices, Upper Saddle River-NJ- USA: Pearson Education Inc, 2002. [ISBN: 013-028-484]
- [4] Michel Daound Yacoub, Foundations of mobile radio engineering, Boca Raton-Florida-USA: CRC Press, 2000. [ISBN: 084-938-6772]
- [5] Leon W. Couch, Digital and analog communication systems, Upper Saddle River-NJ-USA: Pearson Education Inc., 2007 [ISBN: 013-142-4920]
- [6] Kent Mayer, Datakommunikation I praktiken, Falun: Pagina Förlag AB, 2001 [ISBN: 916-360-6615]
- [7] Cotter W. Sayre, Complete wireless design, New York-NY-US:, McGraw-Hill, 2001 [ISBN: 978-007-138-3738]
- [8] William Schweber, Electronic communication systems, Upper Saddle River-NJ- USA: Pearson Education Inc., 2002 [ISBN: 013-091-6218]
- [9] Paul H. Young, Electronic communication techniques, Upper Saddle River-NJ- USA: Pearson Education Inc., 2004 [ISBN: 013-122-8854]
- [10] Per Wallander, 17 lektioner I telekommunikation, Älvsjö: Perant, 2001. [ISBN 918-629-6108]
- [11] ”Yamar”, Yamar Electronics Ltd., 2014, www.yamar.com, [05062014].
- [12] CD74HCT4046A, Texas Instruments [Online]. Tillgänglig: <http://www.farnell.com/datasheets/1762460.pdf>. [Använd 20 Maj 2014].
- [13] MC1496, ON Semiconductor [Online]. Tillgänglig: <http://www.farnell.com/datasheets/114361.pdf>. [Använd 20 Maj 2014].
- [14] DSPIC33FJ64GP802, Microchip [Online]. Tillgänglig: <http://www.farnell.com/datasheets/1669425.pdf>. [Använd 20 Maj 2014].
- [15] CD4016, Microchip [Online]. Tillgänglig: <http://www.farnell.com/datasheets/1823580.pdf>. [Använd 20 Maj 2014].

- [16] Oscillator CO1, Rami Technology [Online]. Tillgänglig:
http://www.ramitechnology.com/products/spec/clock_osc/clock_co1-co13.pdf.
[Använd 20 Maj 2014].
- [17] LM317T, Fairchild Semiconductor [Online]. Tillgänglig:
<http://www.farnell.com/datasheets/1725569.pdf>. [Använd 20 Maj 2014].
- [18] LM6172, Texas Instruments [Online]. Tillgänglig:
<http://www.farnell.com/datasheets/1806051.pdf>. [Använd 20 Maj 2014].
- [19] LMC7660, Texas Instruments [Online]. Tillgänglig:
<http://www.farnell.com/datasheets/1811103.pdf>. [Använd 20 Maj 2014].
- [20] M. Musbah, J. Vallander, J. Martin, A. A. Andreas och T. Svensson, "Powerline Communication", Chalmers Tekniska Högskola (DAT065), 2014.
- [21] "Eagle", Cadsoft., 2014, <http://www.cadsoftusa.com/>, [050614].
- [22] "LTspice", Linear Technology, 2014, <http://www.linear.com/designtools/software/>, [050614]
- [23] "Filter Free 2011", Nuhertz Technologies, LLC. 2013, <http://www.nuhertz.com/> [050614]

Bilagor

<u>PowerCom</u>	v12	v13	v14	v15	v16	v17	v18	v19	v20	v21	v22	v23	v24
Ledigt/tentamen					Ledigt?	Tenta					Tenta?	Tenta?	
Informations sökande													
<u>Parallelkomunikation</u>													
* 2-vägs													
~Test utan PLL													
~Med PLL													
* flervägs													
~2-vägs/tester													
~Utan master/tester													
~Med master/tester													
Bitrate													
*fasmodulering/tester													
*Frekvensmodulering/tester													
Störningsskydd/tester													
<u>Rapportskrivning</u>													
Redovisning/ <u>opponering</u>													13:e?
	v12	v13	v14	v15	v16	v17	v18	v19	v20	v21	v22	v23	v24

Figur Gant-schemat