

# Projektrapport DAT290

Radiostyrd Bil, Grupp 07

*Joakim Junttila, Johanna Gudmandsen, Gustav Holst,  
Henrik Klein Moberg, Anders Berggren Sjöblom,  
Stanisław Zwierzchowski, Carl Lundgren*

DATUM

	Namn	Datum
Granskad	NAMN	DATUM
Godkänd	NAMN	DATUM

# Innehåll

<b>1</b>	<b>Introduktion</b>	<b>3</b>
1.1	Syfte . . . . .	3
1.2	Mål . . . . .	3
1.3	Arbetsmetod . . . . .	4
1.3.1	Uppmätning av styrsignaler . . . . .	4
1.3.2	Konfiguration av ny mottagare . . . . .	4
1.3.3	Konfiguration av ny sändare . . . . .	5
1.3.4	Sändare och mottagare kopplas samman . . . . .	5
1.3.5	Komplettering med applikation som sändare . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Teknisk beskrivning</b>	<b>7</b>
2.1	Teknisk bakgrund . . . . .	7
2.1.1	Styrsignaler . . . . .	7
2.2	Systemöversikt . . . . .	7
2.2.1	Styrning från MD407 till MD407 . . . . .	7
2.2.2	Styrning från Androidapplikation till MD407 . . . . .	8
2.3	Delsystem . . . . .	8
2.3.1	Specifikation av nya styrsignaler . . . . .	8
2.3.2	Sändare: Androidapplikation . . . . .	8
2.3.3	Sändare: MD407-enhet via RF . . . . .	9
2.3.4	Mottagare: MD407-enhet . . . . .	9
<b>3</b>	<b>Resultat</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>Slutsats och diskussion</b>	<b>12</b>

## Ordlista

**RF-moduler** - Radiofrekvensmoduler. Är antingen sändare eller mottagare och möjliggör för radiofrekvensiell överföring av bytes [1].

**PWM-signaler** - PWM eller Pulse Width Modulation är en moduleringssteknik och används mest för att styra mängden elektrisk ström som förs till, exempelvis, en motor [2].

**Potentiometer** - En elektrisk komponent som med hjälp av ett variabelt motstånd kan begränsa spänning [3].

**ADC** - Analog to digital converter, översätter analoga värden i enheten Volt till digitala värden [4].

**Avståndsmätare** - Mer specifikt, HC-SR04, mäter avstånd från ett objekt med hjälp av ultraljud och dess eko [5].

**ARM** - En processorarkitektur [6].

**UART** - Universal Asynchronous Receiver/Transmitter [6].

**GPIO** - General-purpose input/output [6].

# 1 Introduktion

Radiostyrda bilar började produceras på mitten av 60-talet [7]. Under åren har de både tävlats med samt varit en väletablerad leksak till barn. Trots att den genomgått mindre justeringar har den radiostyrda bilens uppbyggnad i det stora hela förblivit densamma.

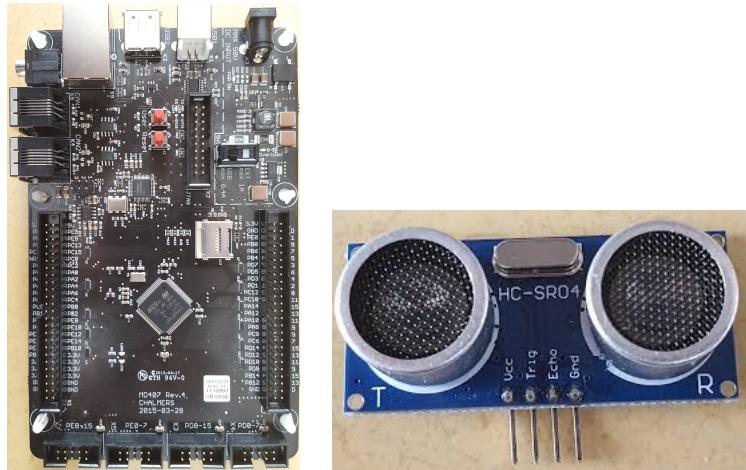
## 1.1 Syfte

Syftet med detta projekt är att uppdatera den klassiska radiostyrda bilen genom att ersätta befintlig sändare samt mottagare i en radiostyrd bil med nya datorer och även möjliggöra styrning från en Androidtelefon. Avsikten är även att implementera en kontrollapplikation som ska kunna stoppa bilen från att kollidera. Följden av detta blir en produkt mer anpassad till aktuell teknik och det erhålls på så sätt en mer modern teknisk produkt.

## 1.2 Mål

Målen nedan beskriver konkret vad som uppnås med projektet.

- Den befintliga sändaren samt mottagaren som finns i handkontrollen respektive bilens elektronik byts ut mot ARM-baserade system (se Figur 1). Dessa ska vid färdig produkt kontrolleras via Bluetooth.
- En kontrollapplikation implementeras. Med hjälp av en avståndsmätare (se Figur 1) är avsikten att bilen ska kunna köra rakt fram i högsta möjliga hastighet och på ett avstånd av maximalt 1 cm från en vägg självständigt bromsa in helt utan att kollidera. Kontrollapplikationen styrs via Bluetooth.
- Styrning via mobilapplikation ska realiseras. Bilen kan manövreras genom ett Andriodsystem via Bluetooth.



Figur 1: *MD407, en ARM-dator(vänster), Avståndsmätare(höger).*

## 1.3 Arbetsmetod

### 1.3.1 Uppmätning av styrsignaler

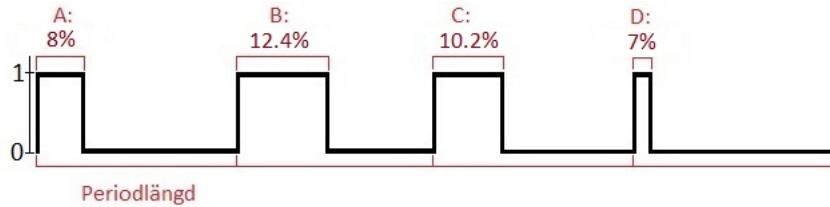
Projektet inleds med att mäta upp befintliga styrsignaler. För att kunna återskapa signalerna som skickas från den ursprungliga mottagaren till bilens styrelektronik kopplas ett kretskort, Adapter Maverick, till bilens egna kontrollenhet, MRX-242. Kretskortet har möjlighet att dela på mottagarens signaler och kopplat till ett oscilloskop går det att urskilja specifika signaler så de tydligt kan mätas upp. Signalerna är av typen PWM och deras värde bestäms av meddelspänningen.

### 1.3.2 Konfiguration av ny mottagare

En MD407-enhet ersätter mottagaren i bilen. Kanalerna CH3 och CH4 på det integrerade kretskortet TIM2 konfigureras för att hanteras av PA2 respektive PA3 i C-koden. Koden, utvecklad i Codelite, initierar CH3 till att reglera motorstyrningen och CH4 till att kontrollera rattutslagen. Följden av detta blir att portarna PA2 och PA3 i den ersättande mottagaren kopplas direkt till bilens styrelektronik, en sladd till motorn och en till styrservot. När RF-mottagaren tar emot ett meddelande triggas en funktion i koden. Denna ska undersöka vilket kommando som ska utföras samt till vilken grad detta skall göras enligt bitarnas anvisningar i Figur 3. Värdet 1 eller 2 på kommandobitarna leder till att bilens motor eller styrservo påverkas i respektive ordning. Exempelvis, erhåller mottagaren kommandot att bilen ska ändra motorhastigheten kommer den nya hastigheten bero på storleken av värdet. När värdet på meddelandet från sändaren erhållts skickas en PWM-signal till den begärda styrelektroniken i bilen som fångar upp dessa under en period (se exempel i Figur 3), uppfattar värdet och agerar. Detta arbete har förenklats med hjälp av kodbibliotek från STMicroelectronics som innehåller funktioner för att initiera PWM-genererande. Observera att bilen endast svarar korrt på värden där PWM-signalen är hög under ungefär 8%-12.4% av perioden, ett högre eller lägre värde än detta får elektroniken att överbelastas. Värden kan antas från 0-63, utifrån 6 bitar, och TIM2 konfigureras därför till att addera en offset av 110 innan PWM-signalen skickas till styrelektroniken för att möjliggöra för korrekt avläsning.



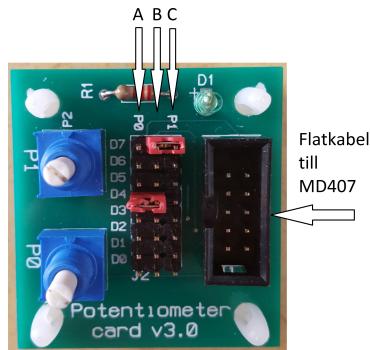
Figur 2: Specifikationer av byten som seriellt skickas från sändare till mottagare.



Figur 3: Exempel på möjliga PWM-signaler. Om byten indikerar att motorn ska påverkas kommer den i fall A och B köra i högsta takt baklänges respektive framlänges. I fall C hamnar bilen i neutralt läge och står då stilla. Signalen i fall D tolkas ej av bilens styrelektronik då det ligger utanför dess avläsningsintervall.

### 1.3.3 Konfiguration av ny sändare

En datorenhet, MD407, ersätter sändaren. Potentiometern kopplas enligt anvisningar från Figur 2 och även sedan till MD407 via en flatsladd enligt tidigare nämnd figur. Sladdarna som ska kopplas till datorenheten sätts på PC1-porten och PC2-porten på MD407 i angiven ordning från figuren. De reglerar hastigheten respektive rattutslaget.

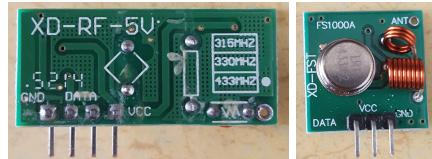


Figur 4: En potentiometer. A, B och C representerar kolumner. B leder ström och kopplas till A respektive C med kort sladd såsom bilden visar. För att få värden till datorenheten kopplas även en sladd från A, rad 1, och C, rad 4, till MD407

### 1.3.4 Sändare och mottagare kopplas samman

Båda datorenheterna kopplas sedan samman. Med hjälp av programmet ETERM kan USART genom USB koppla två bärbara datorer till sändare och mottagare för att ladda upp kompilerad C-kod till MD407 som då kan utföra operationer utifrån koden. PA0-porten på sändaren initieras till kretskortet UART4 som i sin tur kopplas till en RF-sändare på DATA-pinnen. UART4 kan då skicka data via PA0 till RF-modulen. En identisk procedur görs på mottagaren men på PB11-porten med kretskortet USART3 och en RF-mottagare. Resterande inkopplingar

av RF-modulerna görs enligt Figur 5. Koden påbörjar därefter att seriellt skicka bytes med information från sändarens potentiometer till mottagarens enhet för avläsning. Viktigt är att koden initierar bytes att skickas från sändaren ungefär 100 gånger i sekunden för att minska störningar och få värdeövergångarna att bli så jämma som möjligt. Stöd från hjälpfunktioner i bibliotek möjliggör för att kunna skriva till PA0-porten och läsa från PB11-porten. Koden är utvecklad i Codelite.



Figur 5: 4-pin RF-sändaren (vänster) och 3-pin RF-mottagare (höger). GND kopplas till datorenheternas GPIO-portar för jord och VCC till deras portar för 5V.

### 1.3.5 Komplettering med applikation som sändare

Mobilapplikationen ska vara funktionell på en Andriodtelefon och kopplas till den radiostyrda bilen via Bluetooth. Två applikationer konstrueras separat; en GUI, grafiskt användargränssnitt, med olika reglage för att styra hastighet och riktning, samt en applikation som kontrollerar Bluetooth. Dessa skrivs i Java genom Eclipse och importeras till Android Studio, en utvecklingsmiljö för andriodapplikationer. Sedan sammanställs dessa till en applikation för att genom den kunna koppla sin Bluetooth-modul med MD407-mottagaren och på så vis skicka värden till bilen.

## 2 Teknisk beskrivning

### 2.1 Teknisk bakgrund

För att kunna kontrollera en radiobil används en RF-sändare och en RF-mottagare [8]. Radiosignaler skickas från RF-sändaren och avkodas av RF-mottagaren i radiobilens, de kommunicerar över 2.4GHz-bandet. Dessa omvandlas då till elektromekaniska signaler som antingen kontrollerar bilens hastighet eller riktning. Samtidigt med detta styrs även bilens hastighet, acceleration eller reversion, av motorns kraftutslag, medan riktningen beror på hjulens gradförflyttning. Bilens styrenhet omvandlar radiosignaler som sedan kontrollerar bilens rörelse.

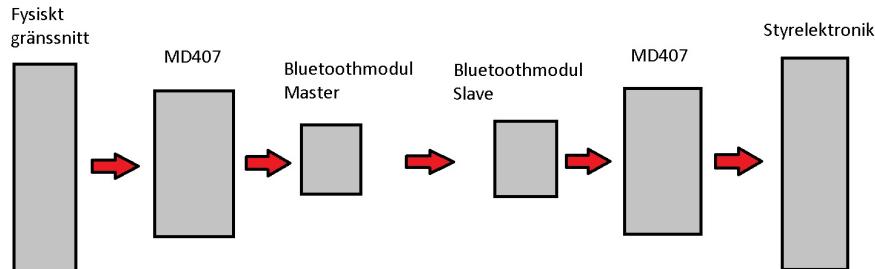
#### 2.1.1 Styrsignaler

Bilens styrsignaler kontrolleras av en kontrollenhets, MRX-242 [9]. Enheten fungerar simultant som radiomottagare och styrsignalgenerator. Den genererar signaler till båda motorerna i bilen via tre kablar. I mening att ersätta dessa med nya signaler finns även tillgång till ett ytterligare kopplingsblock.

### 2.2 Systemöversikt

Systemet har två huvuddelar, en MD407-enhet samt en Androidapplikationen som båda kan agera handkontroll och en MD407-mottagaren som genererar signaler till motorerna.

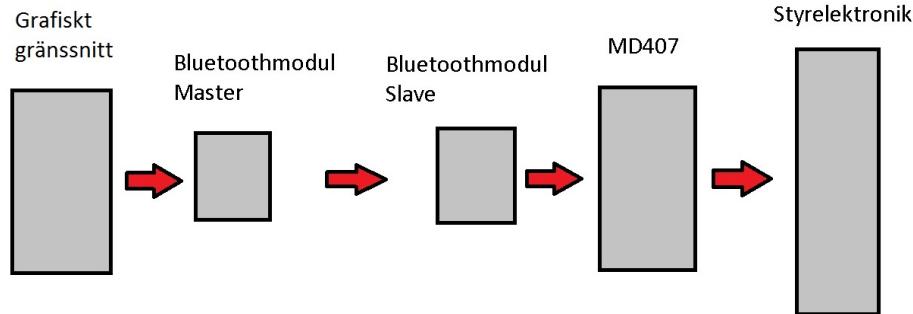
#### 2.2.1 Styrning från MD407 till MD407



Figur 6: En översikt över systemet i blockformat med MD407 till MD407.  
Pilarna indikerar flödet av information, analog eller digital.

Enligt Figur 6 erhålls en överblick över hur systemet fungerar. Den sändande datornheten MD407 får information från potentiometrar och skickar dessa värden via Bluetooth till den mottagande MD407-enheten som tar emot värdena och överlämnar dessa till bilens styrellektronik som agerar efter dem.

### 2.2.2 Styrning från Androidapplikation till MD407



Figur 7: En översikt över systemet i blockformat med Androidapplikation till MD407. Pilarna indikerar flödet av information, analog eller digital.

Figur 7 visar en sammanfattning över systemet med en applikation som sändare. Skillnaden mellan den tidigare styrningen är att Androidapplikationen direkt skickar värden genom sin integrerade Bluetooth-modul till mottagarens inkopplade, som sedan på samma sätt som tidigare analyserar värdena och agerar efter dem.

## 2.3 Delsystem

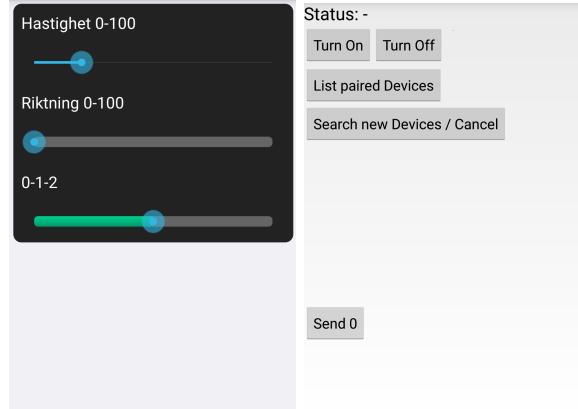
### 2.3.1 Specifikation av nya styrsignaler

De nya styrsignalerna är PWM-signaler. Dessa skickas enligt uppmätningar med en frekvens av 71Hz, följdaktligen sänds 71 perioder i sekunden. PWM-signalerna kan endast avläsas av styrellektroniken på specifika värden. I varje period under en PWM-signal kan spänningen antingen vara 0, låg, eller 1, hög, och det som bilens styrellektronik svarar på är hur stor del av perioden som signalen är hög (se Figur 3). Alternativt hur stor del av signalen som motsvarar 3.4V. Medelspänningen vid styrning och hastighet när rattutslaget är maximalt åt vänster respektive höger och hastigheten är maximalt bakåt respektive framåt går från 269mV till 423mV. Bilen når alltså högsta möjliga vänsterlutning samt fart bakåt vid 269mV, neutralt läge vid 348mV och maximala högerlutningen samt acceleration vid 423mV. Genom att dividera dessa värden enskilt med den maximala spänningen som kan skickas från pinnarna på MD407 och sedan multiplicera med perioden, erhålls det värde bilens styrellektronik läser av. Detta resulterar i att bilden lyssnar på värden mellan 110-173 under perioden av 1388, det vill säga en andel av ungefärligt 8%-12.4% av hög signal. Detta styrs i bildatorn med hjälp av datorns tidsmekanismer och dess standardbibliotek.

### 2.3.2 Sändare: Androidapplikation

Androidapplikationen agerar som en handkontroll. Den skickar bytes seriellt till bilens dator med en Bluetooth-länk. Detta följer samma protokoll som tidigare nämnts där de två mest signifikanta bitarna i varje byte bestämmer vilken sorts signal som ska ändras och resterande bitar bestämmer med vilket värde detta ska ske. Mobilapplikationen har på skärmen virtuella reglage (se Figur 8)

som ska emulera ordinarie handkontrollens analoga funktion så att exempelvis hastighetsövergången är så jämn som möjligt.



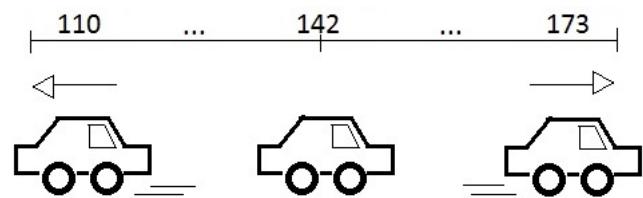
Figur 8: *Applikationens virtuella reglage (Höger) samt applikationens Bluetooth-gränssnitt (Vänster).*

### 2.3.3 Sändare: MD407-enhet via RF

Datorenheten MD407 är strömförsörjande till dess inkopplade potentiometer. MD407 läser konstant av PC1-porten och PC2-porten som i metoden nämndes vara kopplade till potentiometerns utmatningar. På datorenheten finns en integrerad ADC, vilket tar emot värdena från potentiometerns utmatningar och översätter dessa till digitala värden. Resultatet skickas seriellt i bytes från sändarens RF-modul och avläses i mottagarens RF-modul varpå mottagardatorn svarar direkt till styrelektroniken såsom byten specificerar.

### 2.3.4 Mottagare: MD407-enhet

Signalerna som skickas från sändaren tas emot av en RF-mottagare på mottagaren i bilen, en MD407-enhet. När programmet på denna dator påbörjas måste datorn initialt skicka PWM-signaler som motsvarar neutralt läge för drivmotorn i en kort stund innan övriga signaler kan sändas. Efter detta kan mottagaren ta emot bytes från sändaren samt skicka PWM-signaler till bilens styrelektronik. Byten analyseras då i mening att skicka en PWM-signal till korrekt del i bilens styrelektronik. De 6 minst signifikanta bitarna har ett värde mellan 0-63 när mottagaren får dem. Till detta adderas en offset av 110 vilket gör att värdet istället kommer befina sig i intervallet 110-173. Detta värde motsvarar andelen av perioden 1388 där PWM-signalen till bilens styrelektronik kommer vara hög. Bilen svarar därefter med korrekt funktionalitet. Syftar kommandot exempelvis på motorn (se Figur 9) kommer bilen åka i högsta möjliga hastighet bakåt vid värdet 110. Farten minskar sen vid högre värden och bilen når neutralt värde vid 142. Värden över detta upp till 173 får bilen att öka i acceleration. Värden utanför detta intervall uppfattas inte av bilens elektronik. Andelen hög signal motsvarar en viss medelspänning som bilens styrelektronik direkt svarar på.



Figur 9: Bilen uppnår maximal fart bakåt vid ett värde av 110 och minskar hastigheten tills den når stillastående läge, värde 142. Sedan börjar den accelerera tills den når sin maximala hastighet framåt vid värde 173.

### **3 Resultat**

## **4 Slutsats och diskussion**

## Referenser

- [1] T. Agarwal. (2013) Rf-module - transmitter & receiver. [Online]. Available: <https://www.elprocus.com/rf-module-transmitter-receiver/> [Hämtad 161007]
- [2] Avayan. (2009) Understanding pwm. [Online]. Available: <http://ebldc.com/?p=48> [Hämtad 161007]
- [3] D. C. Cooper. (2009) Potentiometers explored - construction & working principles. [Online]. Available: <http://www.brighthubengineering.com/commercial-electrical-applications/47625-potentiometers-explored-construction-and-working-principles/> [Hämtad 161007]
- [4] G. Torres. (2006) How analog-to-digital converter (adc) works. [Online]. Available: <http://www.hardwaresecrets.com/how-analog-to-digital-converter-adc-works/> [Hämtad 161007]
- [5] aselectro. (2013) Arduino - ultrasonic sensor for distance measurement. [Online]. Available: <https://alselectro.wordpress.com/2013/03/08/arduino-ultrasonic-sensor-for-distance-measurement/> [Hämtad 161007]
- [6] F. Östman. (2014) Md407 - en arm-baserad laborationsdator för utbildning, examensarbete inom högskoleinjengörsprogrammet, institution för data- och informationsteknik, chalmers tekniska högskola, göteborg ,sverige. [Online]. Available: [http://www.cse.chalmers.se/edu/resources/mop/documents/MD407\\_beskrivning.pdf](http://www.cse.chalmers.se/edu/resources/mop/documents/MD407_beskrivning.pdf) [Hämtad 161008]
- [7] R. C. Tips. (2009) History and evolution of rc cars. [Online]. Available: <http://www.rccartips.com/rc-history.htm> [Hämtad 160921]
- [8] J. Tyson. (2000) How radio controlled toys work. [Online]. Available: <http://electronics.howstuffworks.com/rc-toy.htm> [Hämtad 160922]
- [9] D. of Computer Science and C. Engineering. (2016) Dat290 data-teknisk projekt projektdirektiv 2 radiostyrd bil. [Online]. Available: <https://pingpong.chalmers.se/courseId/6953/node.do?id=3156906&ts=1472211610029&u=1787919969> [Hämtad: 160922]