

Program: Teknik

GYMNASIEARBETE

Ljussystem

Konstruera ett automatiskt ljussystem till en Volvo 960.

Datum: 21/03-21

Namn: Hugo Jonzon

Klass: TE3

Handledare: Daniel Granath



MARIESTAD

Abstract / Sammanfattning

This report will be about the development of an automatic light system for a Volvo 960. The inspiration for this project is based on a detail from Volvo's "Welcome Light", which includes lights in the exterior door handles of the car. The purpose of this project is to use knowledge in programming, mathematics and electronics to design and develop a light system for the exterior door handles on a Volvo 960, that can be controlled automatically or manually. The questions that will be examined is the following: How should the lights be designed and built into the door handles? How should the voltage be regulated from 12V to 5V? How should the system be designed to operate automatically and manually? This report contains a chronological description of the implementation, which describes the development, including different tests needed to develop the system. In the results part is the main questions answered, including the components and methods used to develop the system. The results part also contains motivations and information about the different components and methods. In the discussion part is the motivation, information and decisions discussed more in depth, and choice of method and components were compared with other possible solutions. At the end is an alternative and improved version of the code, as well as the electrical system presented that will solve bugs and problem discovered while using the system.

Innehållsförteckning

1 Inledning.....	3
1.1 Syfte och frågeställningar.....	3
1.2 Avgränsningar.....	3
1.3 Metod.....	3
1.3.1 Genomförande / arbetsprocess.....	4
1.4 Relevanta begrepp.....	5
2 Resultat.....	6
2.1 Konstruktion av handtag.....	6
2.2 Spänningsreglering.....	6
2.2.1 Driftspänning.....	6
2.2.2 Innerbelysning.....	7
2.2.3 Spänningsreglering lysdioder.....	7
2.3 Styrning.....	8
2.3.1 Automatisk.....	8
2.3.2 Manuellt.....	8
3 Slutsatser och diskussion.....	9
3.1 Eventuell utveckling.....	9
3.2 Spänningsreglering.....	9
3.2.1 Driftspänning.....	9
3.2.2 Innerbelysning.....	10
3.2.3 Spänningsreglering lysdioder.....	10
3.3 Styrning.....	11
3.3.1 Alternativa undersökningsområden.....	11
3.3.2 Problem och alternativa lösningar.....	11
4 Källförteckning.....	13
5 Bilagor.....	14
Bilaga 1.....	14
Bilaga 2.....	15
Bilaga 3.....	16
Bilaga 4.....	17
Bilaga 5.....	18

1 Inledning

I takt med mina år på tekniklinjen har ett intresse för elektronik och teknik växt fram. På grund av att jag även har ett stort intresse för bilar bestämde jag mig för att genomföra ett arbete som kombinerade mina intressen. Inspirationen till detta arbetet kommer från en detalj som ingår i Volvos så kallade "trygghetsbelysning", där bland annat bilens exteriöra handtag har inbyggd belysning som tänds när bilen exempelvis låses upp. Min ide var då att konstruera ett eget liknande ljus system som skulle fungera på min äldre bil.

1.1 Syfte och frågeställningar

Syftet med detta arbete är att med hjälp av matematiska kunskaper, samt kunskaper inom ellära och programmering, konstruera och installera ett ljussystem i de exteriöra handtagen på en Volvo 960. Frågeställningarna som arbetet kommer utgå från är följande.

Hur konstrueras och installeras belysning i handtagen?

Hur regleras spänningen från bilens driftspänning på 12V till arduinons driftspänning på 5V?

Hur ska systemet konstrueras för att både styras automatiskt, samt manuellt?

1.2 Avgränsningar

Detta arbete kommer inte ta hänsyn till ekonomiska kostnader vid bland annat val av metod eller komponenter. Fokuset i arbetet ska ligga på att konstruktionen ska vara praktiskt användbar. Systemet kommer inte konstrueras som en universal konstruktion till vilken bil som helst utan konstruktionen kommer vara specifik för just Volvo 960. Arbetet syfte kommer inte vara att finna den optimala lösningen utan fokuset kommer vara att uppnå önskad funktion.

1.3 Metod

Detta arbete kommer använda en Arduino UNO R3 som styrenhet. För att programmera Arduinon kommer programmet Arduino IDE användas på grund av att systemet är anpassat till att programmera just Arduinos. Belysnings ska fungera på följande sätt. När bilen låses upp, eller om en dörr öppnas, ska belysningen starta. Belysningen ska sedan stängas av när bilen låses eller om dörrarna är stängs. Belysningen ska ha en dimringseffekt när belysningen startas och stängs av. För att styra systemet automatiska ska olika delar av bilens elsystem användas där Arduinon ska läsa av spänningar som sen kan styra i vilket tillstånd belysningen ska befinna sig. Det ska även finna möjlighet att starta systemet manuellt med hjälp av en touch sensor. Till belysning i handtagen ska lysdioder användas. För att montera lysdioderna i handtagen ska det borraras hål som lysdioderna ska placeras i. Belysningen ska belysa bakom handtaget, på dörrsidan under handtaget och även på marken under handtaget. För att bestämma hur lysdioderna ska placeras samt vilken typ av lysdiod som ska användas, ska praktiska tester genomföras. Systemets konstruktion samt valet av komponenter kommer inte utgå från någon specifik metod. Framtagningen av konstruktion kommer utgå från funktionskraven nämnda ovan, men för att utveckla ett system som uppfyller kraven kommer olika mätningar samt tester behöva genomföras. Information om spänningsregleringsmetoder samt komponenter kommer hämtas från relevanta källor på nätet samt datablad från komponenterna.

1.3.1 Genomförande / arbetsprocess

Först lades olika teoretiska metoder upp för hur systemet skulle fungera. Dessa metoder var enbart grundliga och detaljer ignorerades. Huvudprincipen var att finna delar från bilens system som kunde användas för att konstruera och programmera systemet. Dessa delars syfte var att användas vid programmering för att avgöra i vilket tillstånd belysning skulle befinna sig. Efter att olika alternativa metoder hade tagits fram mättes samt inspekterades de olika spänningar från delarna som skulle kunna användas för att styra systemet. Efter det kunde ett antal av metoderna exkluderas då samtliga delar i bilen inte fungerade som förväntat. Efter det jämfördes de resterande metoderna där punkter som komplexitet, funktionalitet samt tillförlitlighet jämfördes för att finna en enkel metod som uppfyllde kraven samt kunde anses fungera på ett tillförlitligt sätt. I samband med framtagandet av metoden letades fakta inom relevanta områden såsom programmering, elektriska komponenter, spänningsregleringsmetoder, viktiga förhandsvillkor och bilens elsystem. När den grundliga metoden var klar byggdes en prototyp av systemet på ett kopplingsbräde vilket var till stöd för programmeringen. Under framtagningen av koden användes prototypen för att kontrollera systemet funktionalitet. Under samma tidsspänn som programmeringen, genomfördes även tester för att finna rätt belysning i handtagen. Under dessa tester testades storlekar på lysdioder, vilket typ av ljus lysdioderna skulle ha samt dess placering. Vidare provades olika spridningsvinklar och vilka lysdiodhållare som skulle finna sig praktiska till detta projekt. När alla tester var genomförda inhandlades lysdioder samt lysdiodshållare. När programmeringen var klar beställdes de resterande komponenter och större delen av bilens inredning plockades ur bilen för att göra rum för kabeldragningen. Bilens handtag demonterades från bilen inför montering av belysning. Det genomfördes även testborrning och montering på ett överblivet handtag där funktionaliteten och belysningen testades. Sedan borrades alla handtag med en pelarborrmaskin. När borrningen var klar monterades lysdioderna med pålödda kablar. När alla handtagen var klara löddes resterande komponenter ihop och isolerades med krympslang. När detta var klart börjades kabeldragningen i bilen innan komponenterna placerades. Under denna process var bland annat huvudsaken att finna bra jordpunkter, dra kablar till alla dörrar och även dra in en pluskabel från motorrummet. När all kabeldragning var klar placerades alla komponenter ut i bilen. Innan hela systemet kopplades ihop, testades olika delar separat. En viktig del var att kontrollera spänningen till Arduinon och att den startade. Lysdioderna i handtagen kontrollerades med batterier för att kunna säkerställa att kretsen till belysning var hel och fungerade. När de olika delarna var uppmätta kopplades systemet ihop, för att kontrollera funktionen. Sedan mättes spänningen till dioderna, och handtagen inspekterades visuellt för att kunna bestämma hur stark de skulle lysa. Belysningens ljusstyrka reglerades med en resistor. När allt var klart testades hela systemet med jämna mellanrum under några dagar för att säkerställa att systemet kunde fungera under en längre tid och att belysningen fungerade i olika väder. Alla kopplingar kontrollerades även för att undvika att kablar skulle lossna vid montering av inredningen. När allt det var klart monterades all inredning tillbaka i bilen.

1.4 Relevanta begrepp

Arduino: Det är ett mikrokontrollerkort som kan programmeras till att styra olika elektriska komponenter.

Transistor, En typ av elektrisk komponent som i detta fall används för att förstärka en elektrisk ström. Den består av tre ingångar. **Gate,** Vilket är en svagare ström som styr en starkare ström. **Source,** ingången till den starka strömmen. **Drain,** Utgången till den starka strömmen.

Lysdiod. En elektrisk komponent som ger ifrån sig ljus. Den har två ingångar. **Anod,** som kopplas till den positiva sidan av strömkällan. **Katod,** som kopplas till den negativa sidan.

Spänningsfall: Det är den spänningen som förbrukas över en komponent. Mäts i enheten Volt.

Mikrokontroller: En liten programmerbar enhet som kan användas för att styra elektriska komponenter.

Touchsenor: En komponent som har känner av om någon rör med fingret på den.

Spänningsregulator: En komponent som används för att reglera spänningar.

Kondensator: En elektrisk komponent som framförallt används för filtrering av störningar i en elektrisk krets.

Seriekoppling: En elektrisk krets där två komponenter kopplas efter varandra. I en seriekoppling delar komponenterna på spänningen.

Parallellkoppling: En elektrisk krets där två komponenter kopplas parallellt med varandra. I en parallell koppling får komponenterna som kopplats parallellt lika mycket spänning.

Spänning (U): Mäts i enheten volt(V)

Ström (I): Mäts i enheten Ampere. (A)

Resistans (R): Mäts i enheten Ohm. (Ω)

Kapacitans: Mäts i enheten Farad. (F)

Jord: I denna rapport hänvisar jord till en punkt i karossen på bilen, vilket är kopplat direkt till minuspolen på batteriet.

Pulsbreddsmodulering: Det är en effektregeringsmetod som genom att snabbt stänga av och sätta på spänningen reglerar spänning och effekt.

2 Resultat

I denna del kommer jag att redovisa mitt resultat. Här kommer bland annat komponenter, tillvägagångar och korta motiveringar tas upp för att besvara arbetets frågeställningar.

2.1 Konstruktion av handtag

Till varje handtag användes två lysdioder varav en riktades inåt, och en riktades nedåt. Som lysdiod riktad inåt, användes en 5 millimeters lysdiod med höga spridningsvinkel. Lysdiodens placering kan ses i Figur 1. Lysdiodens placering valdes med hänsyn till att inte vara i vägen vid öppning av dörren. Lysdioden riktad nedåt placerades nära, samt parallellt med bildörren för att inte enbart få ljusspridning på marken, utan även på dörren under handtaget, vilket kan ses på bilaga 5. För att montera belysningen i handtagen borrades hål vinkelrätt mot ytan. Hålet till den inre lysdioden borrades med ett 6mm borr och hålet till den yttre med ett 4 mm borr. Båda diodernas anod och katod isolerades med krympslang och kontaktlim för att undvika skador på grund av eventuell oxidering. Vid montering användes lysdiodshållare av plast som monterades med ett tunt lager kontaktlim runt för att isolera och hålla lysdioden på plats. Lysdioderna seriekopplades där katoden på den större lysdioden löddes ihop med anoden på den mindre.

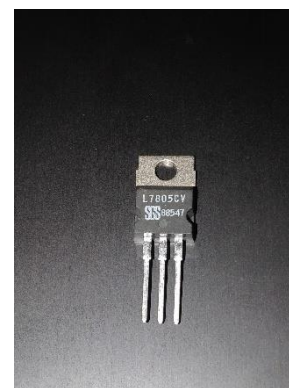


Figur 1. En bild på ett färdigt handtag.

2.2 Spänningsreglering

2.2.1 Driftspänning

Bilens generator genererar mellan 13 och 14 volt. På Arduino finns en integrerad, linjärspänningsregulator med en maximal rekommenderad ingångsspänning på 12V samt en utgående spänning på 5V. På grund av att bilens generator genererar över 12V bör alltså spänningen, enligt tillverkare, regleras för att undvika eventuella skador på kortet. För att reglera spänningen i kretsen användes en linjär spänningsregulator. Regulatorn kopplades med direkt anslutning till bilens batteri, vilket medgav en konstant spänning till Arduino. Den spänningsregulator som valdes var L7805CV. Det är en linjär spänningsregulator som med en ingångsspänning på max 35V, reglerar utgående spänning till 5V. Utgångsspänningen är fixerad vilket betyder att utgångsspänningen är 5 volt oberoende ingående ström och spänning. Regulatorn användes som en separat komponent och placerades under instrumentbrädan i bilen och jordades i in en redan existerande jordpunkt under förarstolen. För att undvika onödig kabeldragning jordades Arduino och spänningsregulatorn i samma kabel vilket kan ses i Bilaga 3.



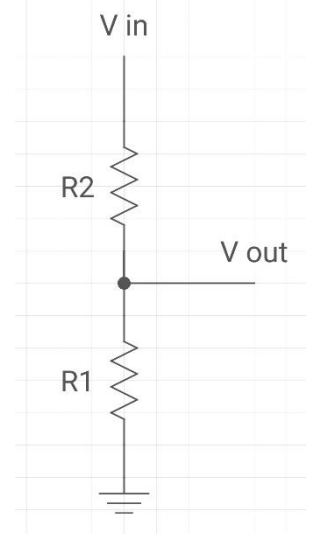
Figur 2 L7805CV

2.2.2 Innerbelysning

Vid inkopplingen av signal från innertaksbelysningen användes en spänningsdelare. En spänningsdelare bygger på resistorer som med hjälp av spänningsfallet över resistorerna reglerade utgående spänning. För att bestämma vilken resistans de olika motstånden skulle ha användes följande metod. R1 bestämdes till 10KΩ spänningsfallet över resistorn fick vara max 5V. För att undvika att spänningsfallet överskred 5V bestämdes R2 med hänsyn till att den totala spänningen var 14V, vilket är lite högre än generatorns spänning. R2 beräknades på följande sätt.

$$U_{R1} = 5v$$
$$R1 = 10K\Omega$$
$$\rightarrow R2 = \frac{U_{R2}}{I} = \frac{(U - U_{R1})}{\left(\frac{U_{R1}}{R1}\right)} \rightarrow R2 = \frac{(14 - 5)}{\left(\frac{5}{10000}\right)} = \frac{9}{5 * 10^{-4}} = 18K\Omega$$

R1 och R2 är resistorer enligt figur 3. U_{R2} och U_{R1} är spänningen över de olika resistorerna och U är den totala spänningen i kretsen. I är den totala strömmen i kretsen



Figur 3 Spänningsdelare

För kontroll av bilens olika möjliga spänningsnivåer ställdes följande uppställning upp. Där U_{14} är 14V och U_{12} är 12V.

$$U = I * R_{tot} \rightarrow U = \frac{U}{R_{tot}} * R$$
$$U_{R1} = \frac{U_{12}}{(R1 + R2) * 10^3} * R1 \rightarrow U_{R1} = \frac{12}{(10 + 18) * 10^3} * 10000 \approx 4,3V$$
$$U_{R1} = \frac{U_{14}}{(R1 + R2) * 10^3} * R1 \rightarrow U_{R1} = \frac{14}{(10 + 18) * 10^3} * 10000 \approx 5V$$

Enligt tillverkaren antar Arduion spänningar över 3 volt som "HIGH" när en I/O Pin är satt som INPUT¹. Uträkningen ovan visar att kriteriet uppfylls i båda situationerna.

2.2.3 Spänningsreglering lysdioder

Enligt tillverkarens rekommendationer ska inte en enskild PIN på Arduion belastas med mer än 20 mA². Enligt lysdiodernas produktblad förbrukar varje enskild lysdiod ca 20 mA vid 3V. Varje handtag bestod av 2 seriekopplade dioder vilket skulle leda till att maximal utgångsström på en PIN skulle överskridas. För att kunna driva varje handtag i en parallellkoppling användes en n-kanals MOSFET (*metal oxide semiconductor field effect transistor*). Valet av MOSFET grundades i att spänningen mellan Drain och source kan regleras med en spänning på "Gate", vilket leder till att belysningen kan dimra av och på. Till systemet användes BS170 med en seriekopplad resistor på 200Ω. Bestämmelsen av resistor och gjordes praktiskt genom att mäta spänningsfallet över resistorn och BS170. I bilaga 3 visas det att lysdioderna, resistorn och BS170 är seriekopplade vilket betyder att ett spänningsfall på 6V över resistorn och BS170 skulle leda till ett spänningsfall på cirka 6V över lysdioderna på grund av

¹ <https://www.arduino.cc/reference/en/language/variables/constants/constants/>

² <https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>

att den totala spänningen i kretsen är cirka 12V. Lysdioderna hade enligt tillverkare en rekommenderad driftspänning på 3V och en maximal belastning på 5V. På grund av att lysdioderna i varje handtag hade samma egenskaper och var kopplades i serie, så fördelades spänningen jämt över lysdioderna vilket innebar att en belastning på 6 volt, resulterade i ett spänningsfall på 3V över varje enskild diod. BS170 placerades under förarstolen. Kabeln från belysningen kopplades till Source och Drain jordades vilket kan ses på bilaga 3.

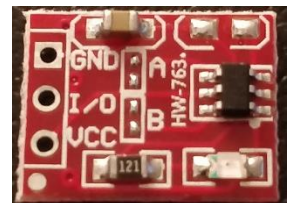
2.3 Styrning

2.3.1 Automatisk

För att styra systemet automatiskt användes bilens innertaksbelysning. Bilens innertaksbelysning aktiveras när bilen låses upp eller när en dörr öppnas. Om bilen är avstängd sker en fördröjning av belysningen när bilen låses upp eller när en dörr stängs. Fördröjningen innebär att belysning fortsätter lysa i cirka 1 minut efter att alla dörrar har stängts och cirka 5 minuter om bilen låses upp. För att systemet skulle kunna fungera automatisk behövdes en funktion som indikera när belysning var på, samt när den var avstängd. Vid mätning av bilens innerbelysning framkom det att spänningen mellan två av kablarna till takbelysning var konstant 12V när innerbelysningen var avstängd, och 0V när innerlysningen var på. Genom kommandot `Digital.read()` kunde de olika spänningsnivåerna hanteras som digitala signaler vilket användes vid programmeringen. Koden som användes för att styra systemet kan ses på Bilaga 1, där rad 22 till 38 huvudsakligen hanterar automatiseringen.

2.3.2 Manuellt

För manuell styrning användes en touchplatta kallad, TTP 223. Kontakterna B på figur 4 löddes samman för att sensorn skulle fungera som en strömbrytare. Sensorn kopplades enligt bilaga 3, där Arduinos 3,3V output användes. I/O på sensorn användes som en signal till Arduinon, där signalen lästes som en digital signal genom kommandot `Digital.read()`, där 1 motsvarade på och 0 motsvarade av. Koden som användes kan ses på bilaga 1, där rad 31 till 47 huvudsakligen hanterar den manuella styrningen.



Figur 4 TTP 223 Touch sensor baksida

3 Slutsatser och diskussion

I detta avsnitt kommer resultaten från arbetet diskuteras. Här kommer bland annat motiveringar, utvecklingsmöjligheter och alternativa undersökningsområden tas upp.

3.1 Eventuell utveckling

Metoden som valdes för att styra ljussystemen är fullt fungerande och systemet styrs automatiskt utan att den som använder bilen behöver tänka på det. Men trots att systemet är fungerande så finns det många saker som eventuellt skulle kunna förbättras. Metoden som användes skulle gå att simplificera. En stor förändring som eventuellt skulle kunna genomföras är upplägget av komponenterna i elsystemet. De olika komponenterna placerades på olika ställen i bilen och fästes genom lödning eller kabelskor. Detta är inte en optimal lösning då komponenterna inte är gjorda för att användas på det sättet. För bättre hållbarhet och enklare montering, skulle komponenterna placerats på någon form utav kretskort. Det skulle göra att komponenterna inte skulle utsättas för lika mycket påfrestningar på grund av spända kablar. Systemen skulle även bli mer lätthanterat och felsökningar vid eventuella problem skulle bli lättare. Det skulle även funnits möjlighet att simplificera ner projektet genom att använda en enskild mikrocontroller istället för en Arduino. Mikrocontroller skulle kunna integreras på kretskortet ihop med de andra komponenterna, vilket skulle ge en komplett och kompakt styrenhet. Alternativt skulle enbart komponenterna kopplas på ett eget kort, vilket skulle kunna kopplas på Arduinon. På grund av tidsförhållanden fanns dock inte tid till att genomföra dessa konstruktioner. Om systemet skulle grundas på ett eget konstruerat kretskort skulle framtagandet av systemet direkt blivit mer avancerat och på grund av det tagit längre tid. Det skulle även behövts ett eget konstruerat chassi till kortet då lösa kort inte bör placeras i bilar, på grund av att kortslutning kan ske om kortet hamnar emot karossen. Att använda en sådan metod skulle dock, som tidigare nämnt, vara smidigare men även billigare då en mikrocontroller är betydligt billigare än en Arduino. Dock var detta projektet inte grundat i den billigaste metoden utan huvudsaken var att konstruera ett automatiskt och fungerande system.

3.2 Spänningsreglering

3.2.1 Driftspänning

Vid reglering av spänningen till Arduinon användes som tidigare nämnt L7805CV. Vid montering av spänningsregulatorn ska det, för optimal funktion, användas kondensatorer. Kondensatorerna används framförallt för filtrering och utjämning av eventuella spänningsstörningar. I detta arbete användes inte någon kondensator till spänningsregulatorn på grund av att regulatorn inte placerades på ett kretskort utan separat i kretsen. Kondensatorerna skulle enbart varit opraktiska att löda in i en kabelhärva då det skulle krävas mycket onödig lödning, samt skulle konstruktionen få en kritisk hållbarhet. Kondensatorerna är dock inget som uppfyller något krav för att regulatorn ska fungera. Deras funktion kan likas med att stabilisera komponenten, men regulatorn fungerar fortfarande utan kondensatorerna. Spänningsregulatorn på Arduinon har dock associerade kondensatorer vilket medför att störningar och spänningsojämheter inte förblir något problem för resterande delar av kretsen. Regulatorn L7805CV är dock inte optimal för detta system. Enligt Arduino har ingående spänningsregulator en hantering av spänningar mellan maximalt 6-20V volt, medan en rekommenderad spännings försörjning är 7-12 V. Spänningar under 7V kan det leda till att 5V uttaget på Arduinon skickar ut en spänning som är mindre än 5 V och arduinons funktion kan eventuellt bli ostabil. Detta var något jag inte kände till vid valet av spänningsregulator. Men jag fann det inte relevant att byta spänningsregulator då inget i kretsen krävde just 5 V, samt var problematik av stabiliteten inget som kunde märkas vid användning. En annan anledning till att inte välja just LM7805 är av samma anledning Arduino inte rekommenderar spänningar över 12v, och det är på grund av värmeutvecklingen. Ju högre spänning som appliceras på spänningsregulatorn, ju mer effekt

förbrukas över spänningsregulatorn³. Effektförbrukningen kan fås genom $(V_{in} - V_{out}) * I$, där V_{in} är bilens spänning, V_{out} är utgående spänning (5V), och I är strömförbrukningen. Denna effektförbrukning kommer avges termisk vilken kommer leda till att regulatorn värms upp. I mitt fall är differensen mellan V_{in} och V_{out} relativt stor men strömmen är relativt liten. Arduinon drar i praktiken inte mycket ström då ingen större strömförbrukande komponent är inkopplat till. Så värmeutvecklingen över regulatorn är inget problematiskt. Men genom att reglerat spänningen till en högre utgångs spänning, V_{out} , skulle den termiska effektförlusten fördelas bättre mellan Arduinon och spänningsregulatorn, samt att Arduinon skulle kunna fungera mer optimalt. Som kontentan av detta skulle alltså en spänningsregulator som reglerar ingående spänning till cirka 8V fungera då den spänningen stämmer överens med Arduino rekommendationer⁴. En spänningsregulator som skulle fungera bra skulle exempelvis vara LM7808 då den reglerar spänning till 8 volt.

3.2.2 Innerbelysning

För att automatisera systemet användes bilens innertaksbelysning. Anledningen till det är att innerbelysningen valdes, var på grund av att det uppförde sig som belysningen i handtaget skulle uppföra sig. Det tänds när bilen låses upp eller när en dörr öppnas, och när bilen är avstängd sker en fördröjning innan det slocknar. För att veta vilka kablar som skulle användas mättes spänningen mellan de olika kablarna vid olika lägen. Mätning visade att spänningen mellan två av kablarna var 12 volt vid avstängt läge och 0 volt vid aktivt läge. Genom att reglera spänningen ner till 5 volt kunde spänningen läsas som en digital signal i Arduinon där ett värde på 0 motsvarade att innerbelysningen var på och ett värde på 1 att belysningen var avstängd. För att spänningsreglera innerbelysningen användes en spänningsdelare. Anledningen till att en spänningsdelare användes var på grund av att strömmen i kretsen var konstant. Om exempelvis strömmen till Arduinon hade varierat hade även spänningsfallet över resistorerna varierat vilket skulle leda till att den utgående spänningen inte hade varit konstant. I detta fall kopplades den utgående kabeln från spänningsdelaren till Arduinon som läste av spänningen. När Arduinon läser av spänningen i en punkt ändras inte strömmen. Strömmen i kretsen blev då konstant vilket gjorde att en spänningsdelare användes. Om strömmen hade varierat hade exempelvis en linjär spänningsregulator fungerat.

3.2.3 Spänningsreglering lysdioder

För att kunna styra lysdioderna med Arduinon behövdes något som förstärkte strömmen då arduinons maximala strömhanteringsförmåga annars skulle överskridas. För att förstärka strömmen användes en sorts transistor kallad MOSFET, på grund av dess förmåga att gradvis kunna reglera den förstärka strömmen genom en tillförd spänning. Genom pulsbreddsmodulering från Arduinon kunde spänningen över MOSFET gradvis regleras vilket medförde att spänningen till lysdioderna reglerades. Fördelen med att använda en MOSFET över en annan sorts transistor, som exempelvis BJT, var att en MOSFET styrs av spänning tillskillnad från BJT som styrs av ström. Till skillnad från ström kan spänningen enkelt regleras genom programmering. Transistorn BS170 var inte den planerade eller optimala transistorn. För optimal funktionalitet vid användning av en Arduino bör en "logic level MOSFET" användas⁵. Dessa har funktionen att $V_{gs(on)}=5V$. Det innebär att när spänningen mellan Gate och Source är 5V förblir resistansen mellan Drain och source sitt lägra tillstånd. Det innebär att det förblir en mindre effektförlust över komponenten vilket medför en lägre arbetstemperatur. Men på grund av tidsbrist kunde jag inte införskaffa just en sådan MOSFET. Jag valde därför BS170. Den hade en tröskelspänning, mellan 0,8 och 3 volt. Det betyder att transistorn startar när spänningen mellan Gate och Source är mellan 0,8 och 3 Volt. Detta lämpar sig bra för att dimra lysdioderna. Vid

³ <https://riverglennapts.com/sv/current-voltage/234-voltage-regulator-7805.html>

⁴ <https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>

⁵ <https://arduino diy.wordpress.com/2012/05/02/using-mosfets-with-ttl-levels/>

mätning framkom det även att spänningsfallet över transistorn inte översteg 6 volt vilket fortfarande innebar att jag kunde reglera lysdiaternas spänning till önskad nivå med hjälp av en resistor. På grund av att resistansen i en sådan krets är beroende av många olika faktorer, valde jag att mäta mig fram till rätt motstånd. På så sätt kunde även ljuset regleras tills det såg bra ut.

3.3 Styrning

3.3.1 Alternativa undersökningsområden

Till detta projekt valdes en Arduino UNO R3 till att styra projektet. Dock valdes Arduinon över andra tänkbara metoder. Konstruktionen kräver inte en Arduino för att fungera. Som tidigare nämnt skulle systemet alternativt kunna styras med enbart en mikrokontroll. Andra metoder som exempelvis styrning med reläer skulle även kunna vara relevanta. Valet av just Arduino grundade sig möjligheten att kunna programmera systemet till att fungera som tänkt. Bland annat kunde dimringen av lysdiaterna helt regleras i programmeringen. En viktig aspekt och utvecklingsmöjlighet skulle vara att analysera viloströmsförbrukning. På grund av att systemet drivs på ett batteri ska viloströmmen helst vara så låg som möjligt för att undvika att batteriet laddar ur för snabbt. Systemets viloström är cirka 30 mA vilket bland annat beror på små lysdioder på Arduinon som indikator om den är på eller av. För att sänka viloströmmen skulle alternativa styrmetoder för systemet kunna testas. Alternativt skulle det gå att undersöka om viloströmmen kan ändras med hjälp av programmering, genom exempelvis strömsparläge.

3.3.2 Problem och alternativa lösningar

Som tidigare nämnt användes touch sensorn TTP 223, för att styra systemet manuellt. Valet av att använda en TTP 223 grundades i dess känslighet, storlek och funktion. Dess storlek är ca 1,4cm gånger 1,1cm vilket gör den passande för applikationen. Dess känslighet kan varieras genom reglering av kapacitans mellan 0–50 pF där lägre kapacitans ger högre känslighet. I mitt fall applicerades sensorn bakom en plastdetalj i bilen, vilket resulterade i att ingen kondensator applicerades. Sensorn hade även möjligheten att användas i så kallat "toggle mode" vilket ger den möjligheten att ändra värdet på I/O, från 0 till 1 eller från 1 till 0 efter varje genomförd tryck. Vid normal användning ändras värdet på I/O momentant under trycket vilket resulterar i att värdet förblir 0 när ingen håller fingret mot sensorn, samt att värdet blir 1 när sensorn indikerar att någon trycker på den. Att få sensorn att fungera i "toggle mode" går att lösa genom programmering. Men genom att löda kontakt B kunde koden förenklas. Detta sparade plats i koden vilket gjorde den lättare att hantera och felsöka. Valet av att använda just en touch sensor istället för en knapp eller en switch var av rent kosmetiskt syfte. Jag ville att den manuella styrningen skulle vara diskret då systemet till stor del skulle styras automatiskt. Dock finns det problem med valet av just en touch sensor. Sensorn är konstruerad med en lysdiod på baksidan, vars uppgift är att indikera värdet på I/O utgången. Denna lysdiod är ej synlig då sensorn placerades bakom instrumentpanelen. Detta betyder att det inte går att avgöra om ljus systemet är av eller på från kupén utan att titta på handtagen genom exempelvis backspeglarna. Detta är problematiskt då systemet kan glömmas på, vilket skulle kunna störa andra förare vid färd i mörker. Om belysningen glöms på under dagen kan det leda till att batteriet i bilen kan laddas ur. För att lösa detta skulle eventuellt en liten och svag lysdiod kunna placeras diskret på utsidan av plasten och kopplas på följande sätt enligt bilaga 4. Detta skulle indikera om ljus systemet aktiverats via sensorn. För att undvika att glömma belysning på efter användning skulle systemet kunna ändras så att det enbart går att tända belysningen manuellt när bilens tändning är påslagen. Personligen har jag märkt att touch funktionen näst intill aldrig används när bilens tändning är avstängd. För att få systemet att fungera med denna funktion skulle en liknande koppling som användes till innerbelysningen kunna användas. Vid en sådan lösning skulle en spänningsdelare eller spänningsregulator parallellkopplas över en komponent i bilen som endas är

aktiv när bilens tändning är på. För att kunna simplificera kopplingen lämpar det sig att använda en punkt som växlar mellan 12V och 0V i förhållande till jord, då det enkelt går att koppla en spänningsdelare för att reglera spänning. I mitt fall skulle remotekabeln från stereon i bilen fungera. Remotekabeln har som funktion att starta eventuellt inkopplade slutsteg associerat med bilens ljudsystem. För att starta slutstegen tillförs en spänning på 12V genom remotekabeln till slutsteget när bilens tändning är på. På bilaga 4 går det att se hur detta skulle kopplats. Under en längre tids användning upptäcktes även en bug i systemet. Problemet uppkom om touch sensorn aktiverades när en dörr var stängd och sedan av aktiverades när en dörr var öppen. Problemet uppkom även när touch sensorn aktiverades när en dörr var öppen och av aktiverades när dörren var stängd. Belysningen betedde sig i dessa fall på ett sätt som inte var planerat. I bilaga 4 visas ett alternativt elsystem och i bilaga 2 en alternativ kod. Båda tar hänsyn problemen samt förbättringarna nämnda ovan.

4 Källförteckning

https://www.arrow.com/en/products/l7805cv/stmicroelectronics?utm_term=instock&utm_currency=&utm_campaign=arrow_findchips_2021_EMEA&utm_medium=aggregator&utm_source=findchips&utm_content=inv_listing (Information och data om spänningsregulatorn L7805CV)

https://www.logosfoundation.org/instrum_gwr/display/BS170.pdf (Datablad till BS170)

<https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3> (Information om Arduinon)

<https://www.circuito.io/blog/arduino-uno-pinout/> (Information om Arduinon)

<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/ATmega48A-PA-88A-PA-168A-PA-328-P-DS-DS40002061A.pdf> (Datablad för Atmega328P)

<https://www.arduino.cc/reference/en/#functions> (Information och kommandon som användes i programmeringen)

<https://riverglennapts.com/sv/current-voltage/234-voltage-regulator-7805.html> (information om spänning reglering)

https://files.seeedstudio.com/wiki/Grove-Touch_Sensor/res/TTP223.pdf (Datablad till TTP 223)

https://www.youtube.com/channel/UCfyfK0tzHZTpNFrc_NDKfTA (Videoklippen från spellistan "New Arduino Tutorials" av Paul McWhorter, användes för att få information om programmering)

5 Bilagor

Bilaga 1

```
1 int PinT = 13; //PinT(PinTouch)styr touch
2 int ValT; //Alla "val" läser av om det är spänning in i adruinon, (val=1, betyder 5v, val=0 betyder 0V)
3 int ValC1;
4 int PinL = 10; //PinL(PinLight) styr strömförsörjning till lamporna
5 int PinC1 = 11; //PinC1 styr on/off till lamporna via signal från innertaksbelysning
6 int VL; //Spänningen (volt) till lamponra. (intervall (0->255)<=>(0->5V) )
7 int state;
8 int dt = 10; //delay tid i millisekunder
9 int j = 0;
10 void setup() {
11     // put your setup code here, to run once:
12     Serial.begin(9600);
13     pinMode(PinT, INPUT);
14     pinMode(PinL, OUTPUT);
15     pinMode(PinC1, INPUT);
16 }
17
18 void loop() {
19     // put your main code here, to run repeatedly:
20     ValT = digitalRead(PinT);
21     ValC1 = digitalRead(PinC1);
22     if (ValC1 == 0 && j < 255 && state == 0) {
23         j++;
24         delay (dt);
25         analogWrite(PinL, j);
26     }
27     else {
28         if (ValC1 == 0 ) {
29             digitalWrite(PinL, HIGH);
30         }
31         else {
32             while (j != 0) {
33                 j--;
34                 delay (dt);
35                 analogWrite(PinL, j);
36             }
37         }
38     }
39     if (ValT == 1 ) {
40         digitalWrite(PinL, HIGH);
41         state = 1;
42     }
43     else {
44         if ( ValT==0 && state==1){
45             digitalWrite(PinL, LOW);
46             state = 0;}
47 }
48 }
```

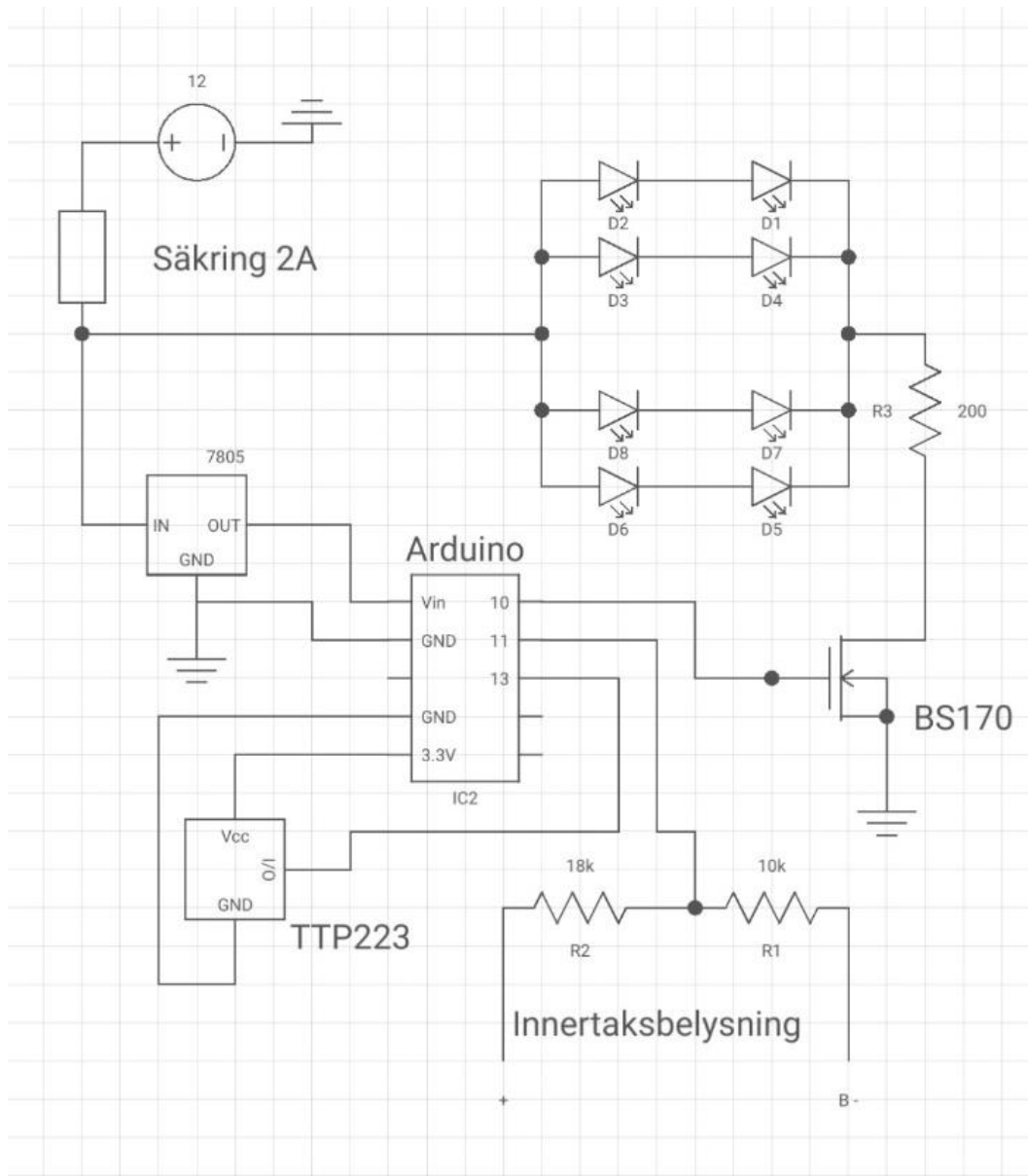
Bilaga 1. Detta är koden som användes i det färdigställda arbetet.

```

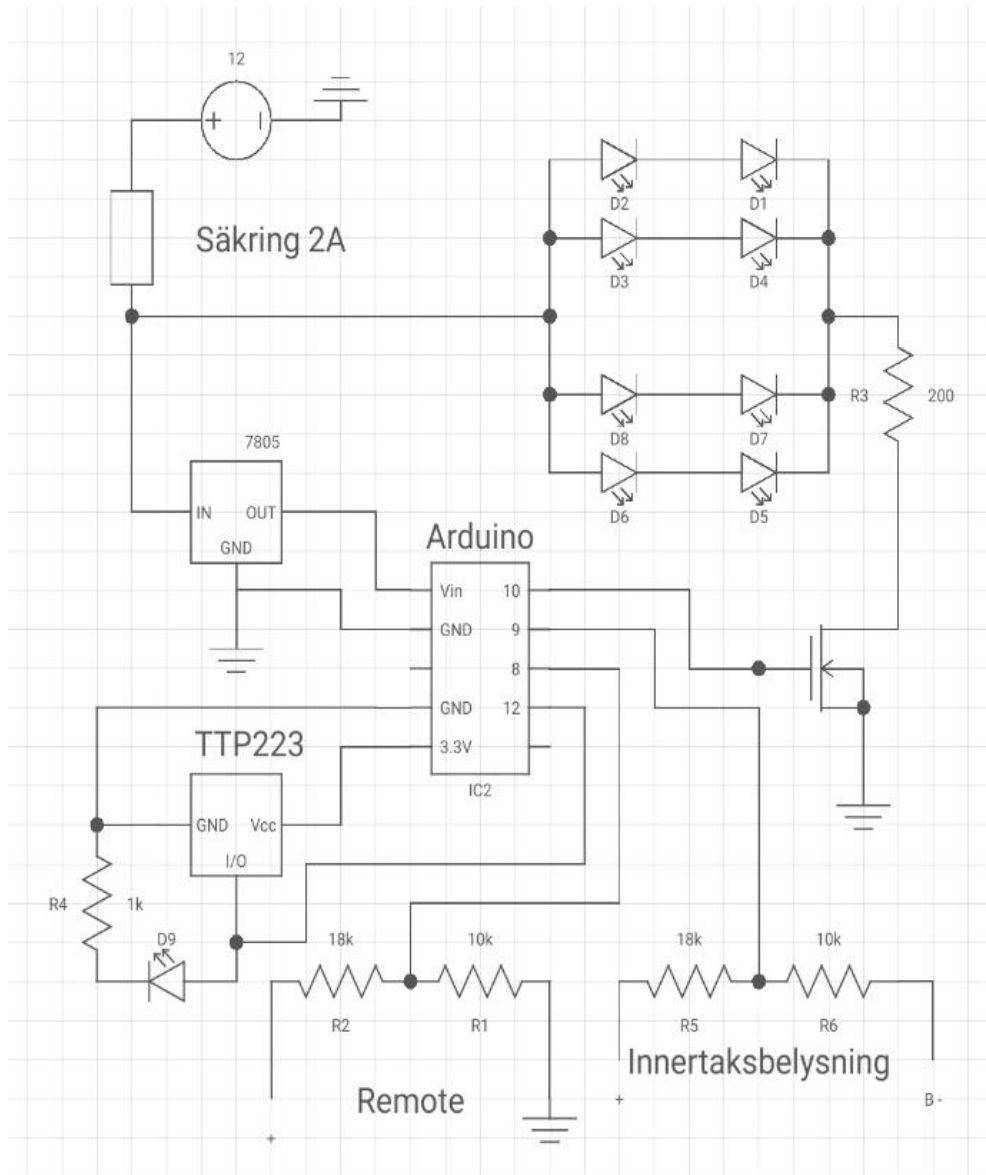
1 int PinT = 13; //PinT(PinTouch)styr
2 int ValT;//Alla "val" läser av om det är spänning in i adruinon, (val=1, betyder 5v, val=0 betyder 0V)
3 int ValC1;
4 int ValC2;
5 int PinL = 10; //PinL(PinLight) styr strömföresörjning till lamporna
6 int PinC1 = 5; //PinC1 styr on/off till lamporna via signal från innertaksbelysning
7 int PinC2 = 12; //PinC2 styr indikerar om bilen är avstängd eller inte
8 int VL; //Spänningen (volt) till lamponra.(intervall (0->255)<=>(0->5V) )
9 int state;
10 int dt = 10; //delay tid i millisekunder
11 int j = 0;
12 void setup() {
13   // put your setup code here, to run once:
14   Serial.begin(9600);
15   pinMode(PinT, INPUT);
16   pinMode(PinL, OUTPUT);
17   pinMode(PinC1, INPUT);
18   pinMode(PinC2, INPUT);
19 }
20
21 void loop() {
22   // put your main code here, to run repeatedly:
23   ValT = digitalRead(PinT);
24   ValC1 = digitalRead(PinC1);
25   ValC2 = digitalRead(PinC2);
26   Serial.println(ValT);
27   Serial.print(ValC1);
28   Serial.print(ValC2);
29
30   if (ValC1 == 0 && j < 255 && state == 0) {
31     j++;
32     delay (dt);
33     analogWrite(PinL, j);
34   }
35   else {
36     if (ValC1 == 0 ) {
37       digitalWrite(PinL, HIGH);
38       j=255;
39     }
40     else {
41       while (j != 0 && ValT==0) {
42         j--;
43         delay (dt);
44         analogWrite(PinL, j);
45       }
46     }
47   }
48   if (ValT == 1 && ValC2==1 ) {
49     digitalWrite(PinL, HIGH);
50     state = 1;
51   }
52   else {
53     if( ValC1==1 && ValT==0 && state==1 ||ValC1==1 && ValC2==0 && state==1){
54       digitalWrite(PinL, LOW);
55       state = 0;}
56   }
57 }
58
59 |
60
61

```

Bilaga 2. Efterkonstruerad kod

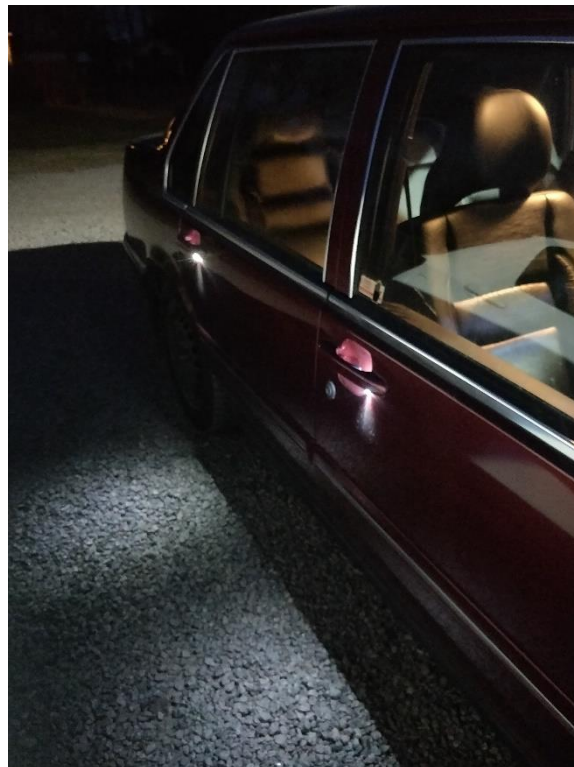
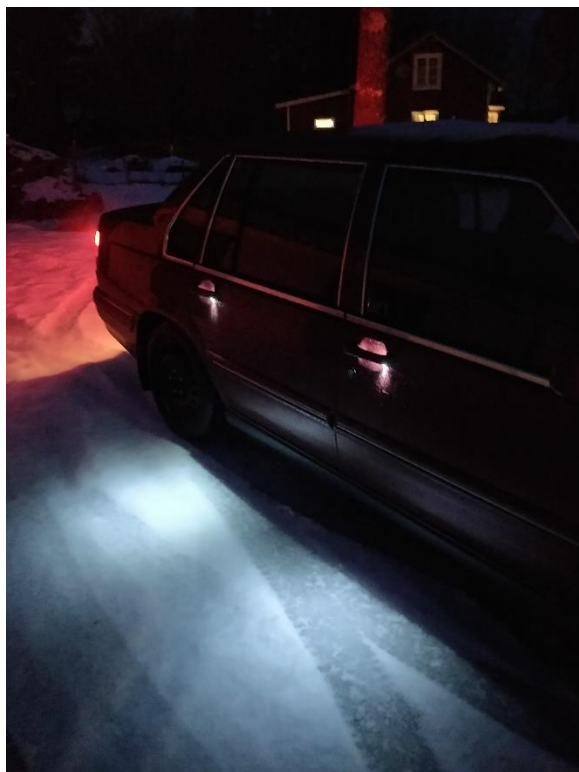


Bilaga 3 Visuell beskrivning av hur systemet kopplades. OBS att detta enbart är för att ge ett visuellt perspektiv och tar inte hänsyn till några standarder.



Bilaga 4. Visuell beskrivning av hur systemet kopplades. OBS att detta enbart är för att ge ett visuellt perspektiv och tar inte hänsyn till några standarder. Detta är en alternativ koppling som tar hänsyn till förbättringar.

Bilaga 5



Bilaga 5, Bild på bilen med belysningen igång.