

Artificiella och interaktiva lyktor för det nya millenniet

Kandidatarbete inom Data- och Informationsteknik

Rickard Englund
Anton Hemlin
Sandra Lindahl

Gustav Freij
Emelia Johansson
André Malm

Institutionen för Data- och Informationsteknik

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
GÖTEBORGS UNIVERSITET
Göteborg, Sverige 2012
Kandidatarbete/rapport nr 2012:28

Sammanfattning

Denna rapport beskriver utvecklingsprocessen av ett artificiellt värmeljus. Fokus har legat på funktionalitet och återgivning av en realistisk ljusbild. Rapporten behandlar konstruktion av elektroniska kretsar för trådlös strömöverföring och sensorer. Vidare behandlas också utveckling av mjukvara samt fysisk formgivning i syfte att ge bättre spridning av ljuset. Resultatet visar möjliga tekniker som kan användas för att ta fram en produkt i syfte att verka som ett substitut för dagens traditionella värmeljus.

Abstract

This thesis describes the development of an artificial tea light. Focus has been on functionality and reproducing a realistic glow. The thesis addresses construction of electronic circuits for sensors and wireless transmission of electricity as well as development of software and physical shaping. The result presents possible technologies that can be used to develop a substitute for today's traditional tea lights.

Förord

Denna rapport är ett kandidatarbete vid Institutionen för Data- och informationsteknik, Chalmers Tekniska Högskola och Göteborgs Universitet, vilket utfördes våren 2012. Rapporten behandlar utvecklingen utav ett artificiellt värmeljus på uppdrag av Wrannedesign AB.

Projektgruppen önskar tacka Olle Wranne för projektidén, Sakib Sisteck för den tid han lagt ner på att handleda projektet i rätt riktning samt Ali Ansari för hjälpen han gett oss med elektronikdelen av projektet.

Innehållsförteckning

Förord	i
Ordlista	iv
1 Inledning	1
1.1 Syfte	1
1.2 Tänkta användningsområden	2
1.3 Avgränsningar	2
2 Teoretisk referensram	3
2.1 Likriktning	3
2.2 Elektromagnetisk induktion	5
2.3 Operationsförstärkare	6
2.4 Wheatstones brygga	7
2.5 Kondensatormikrofon	8
2.6 Hot wire anemometer	8
3 Problem	9
3.1 Ljusbild	9
3.1.1 Färg	9
3.1.2 Form	9
3.1.3 Beteende	10
3.2 Fysisk formgivning	10
3.3 Tända och släcka lyktan	10
3.4 Strömförsörjning	10
4 Genomförande och resultat	11
4.1 Studie av värmeljus	11
4.2 Val av ljuskälla	11
4.3 Fysisk Formgivning	12
4.3.1 Första konstruktionen	13
4.3.2 Andra konstruktionen	14
4.3.3 Tredje konstruktionen	14
4.4 Val av plattform	15
4.5 Detektion av vind	17
4.5.1 Mikrofon	17
4.5.2 Digitalt membran	18
4.5.3 Analogt membran	19
4.5.4 Termistor	20
4.5.5 Hot wire	21
4.6 Konstruktion av trådlös strömöverföring	22
4.6.1 Tillverkning av spolar	22
4.6.2 Primärkrets	24
4.6.3 Sekundärkrets	24

4.6.4	Test av överföring	25
4.7	Utveckling av mjukvara	27
5	Diskussion	28
5.1	Sensorer	28
5.2	Strömförsörjning	29
5.3	Mjukvara	30
5.4	Arbetsgång	30
5.5	Kravutvärdering	31
5.6	Framtida utvecklingsmöjligheter	31
6	Slutsats	33
	Referenser	34
A	Kravspecifikation	35
B	Källkod	36
B.1	Main	36
B.2	Tealight	37
B.3	LED	39
B.4	Weight	41
B.5	Input	43
C	3D-modeller	45

Ordlista

3ds Max	Ett modelleringsprogram för skapandet av 3D-modeller.
Anemometer	Latin för vindmätare.
Arduino	En mikroprocessorplattform som är framtagen för att det ska vara enkelt och snabbt att ta fram prototyper.
Effektpotentiometer	En potentiometer som är byggd för att klara av stora strömmar utan att ta skada av effekten som utvecklas.
Bipolärtransistor	En transistor som kan arbeta med väldigt höga frekvenser.
Glätta	Utjämning av spänning med hjälp av kondensatorer vid omvandling från växelspanning till likspänning.
HWA	Engelsk förkortning av Hot Wire Anemometer. Vindmätare som utnyttjar det faktum att resistansen i en sladd är temperaturberoende.
Kondensatormikrofon	En mikrofon som består av två elektriskt ledande kondensatorplattor mellan vilka ett elektriskt fält byggs upp då den ena plattan rör sig. Kapacitansändringarna som uppstår omvandlas sedan till en elektrisk signal.
Kopplingsbräda	En bräda som används i utvecklingssyfte av elektroniska kretsar. Komponenter behöver inte lödas fast vilket förenklar utvecklingsprocessen.
Lågpassfilter	Ett filter som bara släpper igenom signaler under en viss frekvens.
MOSFET	Engelsk förkortning av Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor. En typ av transistor som har hög inimpedans vid låga frekvenser.
Potentiometer	Ett varierbart motstånd.
RGB	Engelsk förkortning av Red, Green och Blue (Röd, Grön och Blå).

Termistor

En resistor vars motstånd ändras beroende på temperatur.

Transistor

En halvledarkomponent som bland annat kan användas som signalförstärkare, strömbrytare och spänningsreglerare.

1 Inledning

Levande ljus är något som används utav många i dagens samhälle. En vanlig anledning till att ljus används är att de bidrar med en mysfaktor som uppskattas av de flesta. Vad de flesta troligen inte är medvetna om är att ljusen kan vara ohälsosamma för både människor och djur. Samtidigt som ljusen är en mysfaktor är de också en vanlig orsak till bränder, särskilt vid juletid då cirka 70 procent orsakas av levande ljus. (1) En vanlig orsak till detta är att ljusen glöms av eller är av dålig kvalitet. Ljus av dålig kvalitet kan flamma upp eller i värsta fall explodera och på så sätt antända textilier så som gardiner eller liknande. (1)

Levande ljus kan även ha en negativ inverkan på människan och miljön. Detta beror på att vissa ljus är tillverkade av ämnen som inte är hälsosamma för varken djur eller människor. Det är vanligt att ljus är tillverkade av ett vax som kallas paraffin, vilket är en biprodukt vid oljeraffinering. Vid förbränning avger paraffin cancerogena ämnen såsom bensen och toluen. (2) En annan orsak till att ljus kan vara ohälsosamma är att i vissa fall tillverkas veckor som innehåller bly. (2) Bly är ett ämne som vid förbränning släpper ifrån sig mycket giftiga ångor, som är skadliga vid inandning.

En annan variant av levande ljus som bidrar mer till försämring av miljön är värmeljus. Detta beroende på att värmeljus ofta placeras i en behållare tillverkad av aluminium. Att framställa aluminium är mycket energikrävande (3) och påverkar på så sätt miljön negativt. För att minska på energianvändningen vid framställande av aluminium är det därför viktigt att behållaren återvinns. Dock finns det inga garantier för att alla ljusbehållare av aluminium återvinns. För att komma ifrån den energikrävande processen och de hälsovådliga aspekterna behövs nya idéer om hur värmeljus kan skapas.

Produkter som är tänkta att ersätta värmeljus finns i dagsläget på marknaden i olika skepnader. Många utav dessa varianter betar sig dock inte på ett såpass verklighetstroget sätt som kanske är önskvärt. Många av de produkter som finns reagerar heller inte på yttre faktorer såsom vind utan lyser enbart med ett lätt flimrande sken som ter sig ganska onaturligt jämfört med levande ljus.

1.1 Syfte

Syftet med projektet är att undersöka hur ett verklighetstroget, artificiellt värmeljus kan skapas. Det artificiella värmeljuset, som härnäst kommer att benämnas som lyktan, är tänkt att utgöra ett substitut till traditionella värmeljus. Detta då värmeljus påverkar människan och miljön på ett negativt sätt samt utgör en risk för bränder. Genom att skapa en lykta som på ett verklighetstroget sätt efterliknar ett värmeljus kan konsumenter erbjudas ett säkrare och hälsosammare alternativ utan att gå miste om egenskaper såsom mysfaktor.

Målet är att ta fram en prototyp som demonstrerar de funktioner som lyktan är tänkt att ha. Ett exempel på en sådan funktion är hur lyktan kan tänkas tändas samt släckas. Prototypen ska även klara av att uppvisa ett beteende som starkt påminner om ett värmeljus, där lyktans ljusbild förändras samt förflyttas likt en ljuslåga vid påverkan av yttre omständigheter, såsom vind.

1.2 Tänkta användningsområden

Då värmeljus består av en levande låga begränsas dess användningsområden. Värmeljus lämpar sig till exempel inte i våta miljöer eller i omgivningar med lättantändliga material. Med en artificiell lykta kan dessa problem undvikas och valfriheten angående placering ökar. En lykta kan tas med in i badrummet utan risk att den slocknar, på grund av skvätt eller spill från vatten, och kan även placeras i ett fönster nära en gardin eller andra värmekänsliga material utan fara för brand.

1.3 Avgränsningar

Då syftet är att ta fram en prototyp undersöks inte en eventuell produktion av en färdig lykta. Fokus ligger istället på att lösa problem angående grundläggande funktionella egenskaper såsom att tända och släcka lyktan, hur den ska uppföra sig vid påverkan av vind, samt hur lyktan ska strömförsörjas.

Då lyktan är digital finns det många sätt att bygga ut funktionaliteten. Lyktan kan tänkas kommunicera trådlös och styras med hjälp av en fjärrstyrd kontroll av något slag, exempelvis en mobiltelefon. Trådlös kommunikation har uteslutits då det inte anses ligga inom ramen för grundläggande funktionalitet.

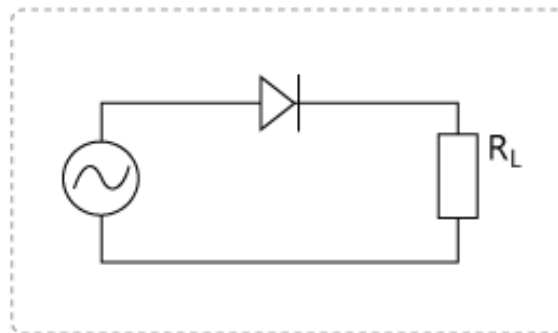
En ytterligare funktionalitet som lyktan kan tänkas ha är att dess låga förändras i takt till musik. Exempel kan vara att lågan rör sig eller skiftar i intensitet beroende på musiken. Detta är något som kommer uteslutas i projektet då det inte anses främja den realistiska ljusbild som lyktan är tänkt att ge upphov till.

2 Teoretisk referensram

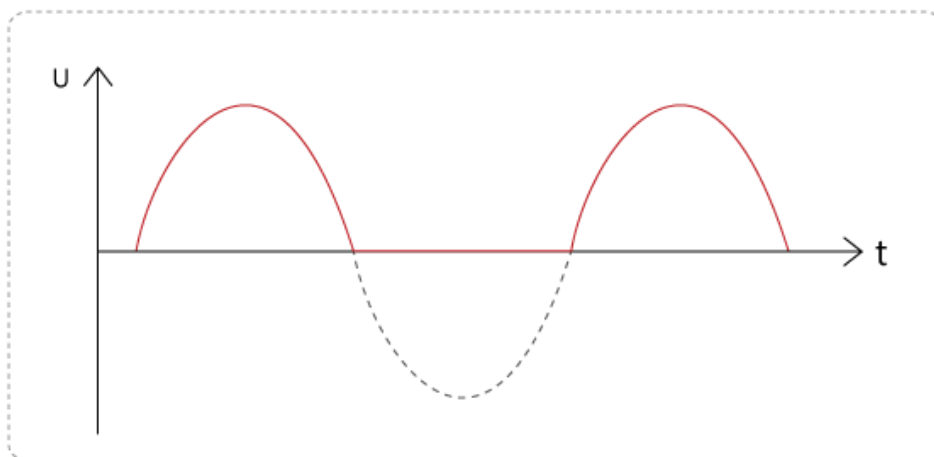
För att få full förståelse för alla delar i detta projekt är vissa grundläggande kunskaper centrala. Det som krävs är kunskaper inom likriktning, elektromagnetisk induktion, operationsförstärkare, wheatstonebryggor samt kondensatormikrofoner. Detta kapitel kommer kortfattat att gå igenom dessa områden vilka främst krävs för att förstå strömförsörjningen.

2.1 Likriktning

För att transformera växelström till likström kan exempelvis en halv vågslikriktare användas, se figur 1. En halv vågslikriktare likriktar endast den negativa halvan av insignalen då en diod fungerar som en backventil. När strömmen har en positiv period släpps den igenom och när strömmen är negativ stoppas den. (5) Resultatet kan ses i figur 2.

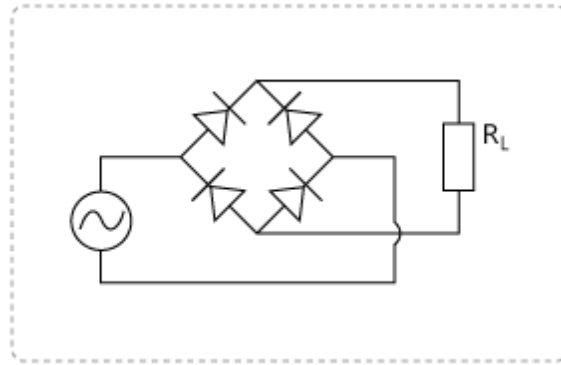


Figur 1: Halv vågslikriktare

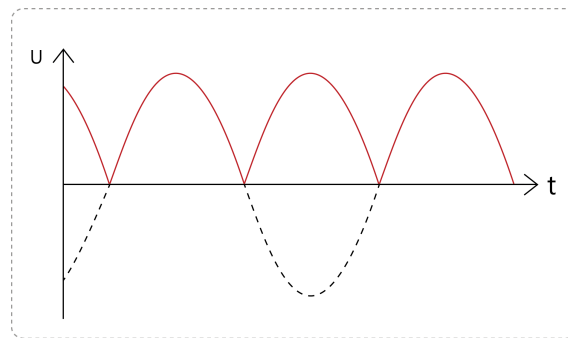


Figur 2: Halv vågslikriktarens utsignal

En annan typ av likriktare är helvågslikriktare som likriktar hela insignalen med hjälp av en likriktarbrygga, även kallad Graetzbrygga, se figur 3. En likriktarbrygga består av fyra dioder sammankopplade enligt figur 3, vilket resulterar i att strömmens riktning alltid blir densamma efter bryggan. Detta innebär att den negativa halvan av signalen kommer vändas upp vilket illustreras i figur 4. (5)

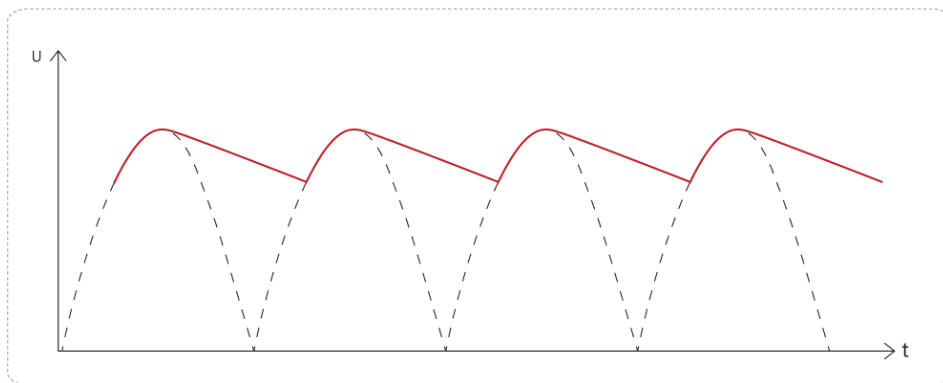


Figur 3: Helvågslikriktare



Figur 4: Helvågslikriktarens utsignal

Signalen i figur 4 är inte så pass jämn som en likström bör vara och därför används en kondensator för att jämna ut signalen. En kondensator ändrar sig långsamt vilket gör att dalarna och topparna kommer att jämnas ut, vilket illustreras i figur 5. (4) Detta kallas att glätta signalen och resultatet blir bättre om flera kondensatorer med varierande värden används.

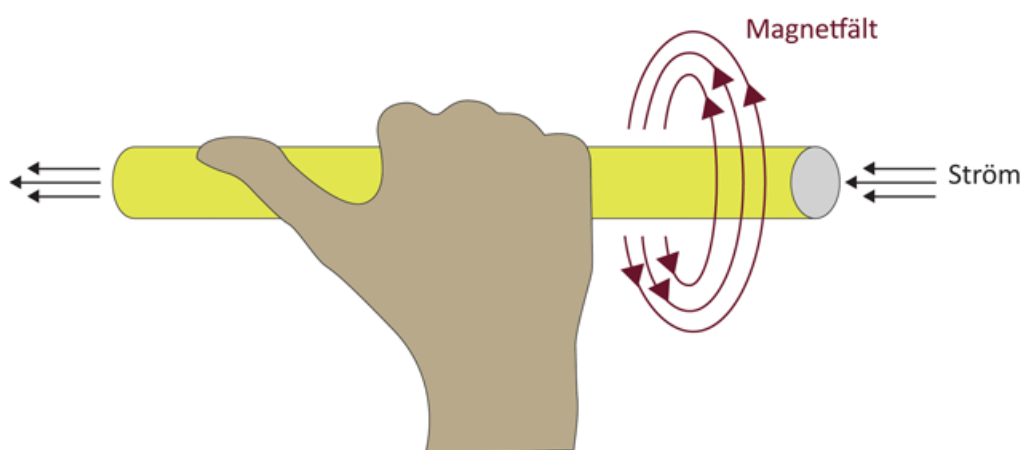


Figur 5: Signal efter glättning

2.2 Elektromagnetisk induktion

Induktion innebär att om ett magnetfält varierar i närheten av en elektrisk ledare kommer dessa variationer inducera en ström i ledaren. Om ett magnetfält inte ändras utan är konstant alstras ingen ström. Denna egenskap används bland annat i transformatorer, induktionshällar, elektriska generatorer och till laddningsplattor. (5)

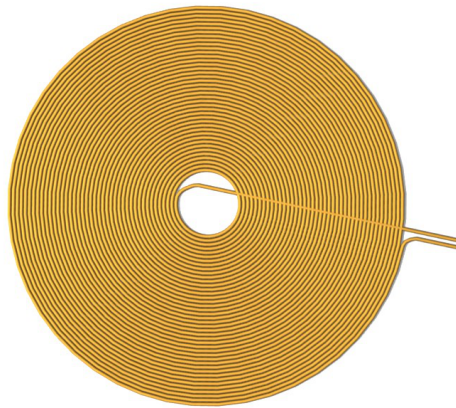
När en ledare leder ström bildas ett magnetfält kring den. Figur 6 visar ett enkelt sätt att se vilken riktning magnetfältet har runt en elektrisk ledare. Med högerhandens tumme pekandes i strömmens riktning kommer magnetfältets riktning alltid gå åt samma håll som resterande fingrar. (5)



Figur 6: Högerhandsregeln

För att få ett starkare magnetfält kan flera ledare placeras så att deras magnetfält är riktade åt samma håll. De sammanfallande magnetfälten ger då upphov till ett starkare magnetfält. Om en isolerad ledare lindas som en spiral kallas det för spole. En spole kan utformas på flera olika sätt, se exemplet i figur 7.

När ström passerar genom tråden i spolen kommer magnetfälten från de olika varven att vara riktade åt samma håll och förstärka varandra. Med hjälp av spolens form, storlek, trådtjocklek, antal varv och avstånd mellan varven kan fältets styrka och storlek bestämmas. (5)

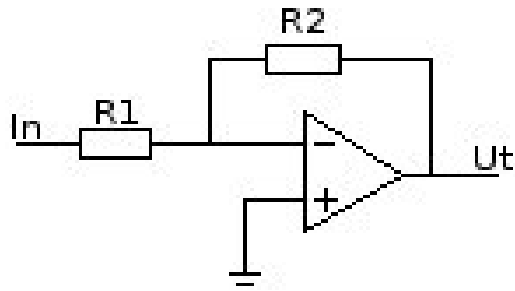


Figur 7: Exempel på en pannkaksspole

Med hjälp av två spolar kan ström överföras trådlöst. För att detta ska fungera är det viktigt att de olika spolarnas egenskaper passar bra ihop, annars riskerar de att motverka varandra. Överföring genom luft ger stora energiförluster, därför används ofta järnkärnor som förbinder de båda spolarna i till exempel en transformator. (5)

2.3 Operationsförstärkare

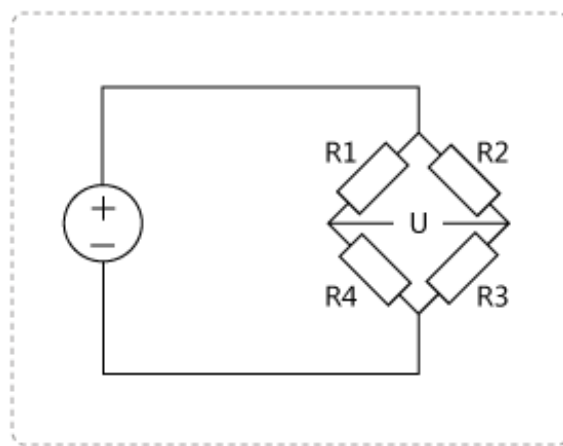
En operationsförstärkare är en krets som i det ideala fallet har oändlig spänningsförstärkning, oändlig inimpedans samt obefintlig utimpedans. (7) I många fall är det möjligt att räkna på en ideal operationsförstärkare som utgångspunkt när man designar en krets. Eftersom en nästintill oändlig spänningsförstärkning sällan är önskvärd används det istället kretsar med återkoppling i olika former. Exempelvis kan inverterande, icke inverterande och differentiella förstärkare samt deriverande eller integrerande kretsar byggas med hjälp av operationsförstärkare tillsammans med ett fåtal andra komponenter. (7) Exempel på en negativt återkopplad förstärkare kan ses i figur 8 nedan.



Figur 8: Operationsförstärkarkoppling med negativ återkoppling

2.4 Wheatstones brygga

När storleken på ett okänt motstånd behöver tas reda på kan tre kända motstånd användas och kopplas som en wheatstonebrygga enligt figur 9. Vid mätning av spänningen U är det möjligt att med hjälp av ohms lag beräkna storleken på det okända motståndet. (5)



Figur 9: Wheatstonebrygga

Bryggan kan även användas när den okända resistansen är varierbar i form av till exempel en termistor. Då väljs resistanserna så att spänningen U är noll i utgångsläget. När resistansen ändras översätts det direkt till en förändring av spänningen U .

2.5 Kondensatormikrofon

En kondensatormikrofon har två ledande plattor vilka är monterade parallellt, där den ena plattan är fast monterad medan den andra plattan är rörlig och agerar som ett membran. En spänning läggs på den ena plattan så att ett magnetfält byggs upp mellan plattorna. Kapacitansen kommer sedan att variera när membranet utsätts för ljudvågor. Dessa ljudvågor ger upphov till variationer i magnetfältet mellan plattorna eftersom avståndet mellan plattorna varierar. Det varierande magnetfältet kommer att inducera en spänning i den fast monterade plattan vilket kan avläsas som utsignal från mikrofonen. (9)

2.6 Hot wire anemometer

En Hot Wire Anemometer (HWA) är en typ av vindsensor som bygger på att en tråd värms upp av effekten som utvecklas då en ström går genom tråden. Det är viktigt vilken typ av tråd som används då olika metalls resistans påverkas olika mycket av sin temperatur. Tråden är mycket tunn för att det inte ska krävas lika mycket ström för att värma upp den.

För att realisera detta kan till exempel en konstant spänning läggas över en wheatstonebrygga där tråden ses som den okända resistansen. Spänningen dimensioneras så att trådens temperatur hålls på en nivå som är betydligt varmare än omgivningen.

3 Problem

I detta kapitel beskrivs de huvudsakliga problem som härletts från kravspecifikationen, se bilaga A. Kravspecifikationen har tagits fram i samförstånd med Wrannedesign AB. De härledda problemen behandlas i kapitlet ”Genomförande och resultat”.

3.1 Ljusbild

Det är viktigt att få lyktans ljusbild att efterlikna den ljusbild som ett levande ljus har. För att lösa detta problem måste form, färg och beteende för lyktans låga skapas och bearbetas. Om dessa faktorer kan åstadkommas finns en stor chans att få fram en verklighetstrogen ljusbild. Nedanstående avsnitt går igenom mer i detalj hur detta kan tänkas gå till.

3.1.1 Färg

För att på ett fördelaktigt sätt kunna återskapa känslan av ett riktigt ljus behöver en ljusliknande färg tas fram. Med en ljusliknande färg avses färgen på en levande ljuslåga. Problemet kommer i huvudsak bestå av att hitta en ljuskälla som kan tillhandahålla en passande nyans. Ljuskällan bör även kunna vara möjlig att skifta i nyans då lyktans låga, i viss mån, ska kunna variera i färg beroende på olika omständigheter. För att uppnå detta måste en rad olika ljuskällor undersökas.

3.1.2 Form

Ett annat problem kommer vara att forma lyktans ljuslåga för att på ett realistiskt sätt kunna efterlikna ljusbilden från ett vanligt värmeljus. Frågor som behöver utredas är om lyktans låga är i behov av att utseendemässigt formas likt en riktig låga, eller om det går att uppnå en liknande ljusbild på ett annat sätt. Undersökningar av olika konstruktioner för ljuslågan behöver därför genomföras för att ta reda på hur ljuskällan ändamålsenligt ska placeras i lyktan för att få en estetisk ljusbild.

3.1.3 Beteende

För att lyktans låga ska bete sig på ett verklighetstroget sätt, likt ett värmeljus, behöver den uppfatta och reagera på vind. Lyktan måste kunna känna av olika tillstånd såsom när det är vindstilla eller blåser lätt- till frisk vind. För att lösa detta kommer lyktan vara i behov av att utrustas med någon form utav vindsensor. Sedermera behöver ett antal olika sensorer undersökas för att ta reda på vad som lämpar sig bäst för ändamålet. För att tolka vindsensorn behövs även mjukvara utvecklas.

3.2 Fysisk formgivning

Då lyktan är tänkt att utgöra ett substitut till vanliga värmeljus kommer det vara lämpligt att lyktan har ett liknande utseende. Ett problem kommer att vara att designa med hänseende på komponenter som ska kunna reagera på omgivningen, såsom vindsensorer. Dessa komponenter måste placeras på ett lämpligt sätt för att klara av att läsa av omgivningen samtidigt som de inte vanpryder lyktans utseende. För att på ett enkelt sätt skapa inspiration och förmedla idéer om hur lyktan kan tänkas se ut kan exempelvis 3D-modeller skapas.

3.3 Tända och släcka lyktan

Ett grundläggande problem som behöver lösas är hur lyktan ska kunna tändas samt släckas. Detta bör ske på ett enkelt och snabbt sätt. För detta måste olika tillvägagångssätt diskuteras och undersökas. Hänseende måste dock tas till att lyktan är tänkt att kunna motstå väta. Då strömbrytare är svåra att få vattentäta är dessa inte lämpliga utan en annan lösning måste hittas. Ett förslag är att kunna kontrollera lyktans på- och avstängning genom att blåsa på den.

3.4 Strömförsörjning

Att ha en sladd kopplad till ljuslyktan under laddning eller att behöva ta ur dess batterier för att ladda dem är mycket opraktiskt. För att få lyktan att fungera bra i våta miljöer är det också önskvärt att inte ha en batterilucka eller laddningskontakt där vatten kan tränga in. Detta kan jämföras med en elektrisk tandborste vilken använder elektromagnetisk induktion vid laddning för att slippa kontakter. En lösning skulle kunna vara att använda sig av en laddningsmatta med liknande teknik som den elektriska tandborsten använder sig av vid laddning.

4 Genomförande och resultat

Under projektets gång var det många aspekter och delmoment som var tvungna att tas i beaktande. Följande kapitel redogör för tillvägagångssättet vid skapandet av lyktan och de arbetsmetoder som använts. För att få en bättre överblick har arbetet delats in i olika avsnitt.

4.1 Studie av värmeljus

För att kunna skapa en verklighetstrogen lykta gjordes studier på hur en vanlig värmeljuslåga uppträder i olika miljöer. Genom att iaktta en värmeljuslåga skapades förståelse om hur en levande ljuslåga beter sig vid svaga respektive kraftiga vindpustar samt under nästintill vindstilla förhållanden. Informationen som erhöles vid dessa iakttagelser låg sedan till grund för implementationen av lyktans beteende.

För att på bästa sätt se hur en ljuslåga beter sig gjordes studierna i en dunkel omgivning. Det var då lättare att uppfatta skillnader i hur ljuslågans intensitet och rörelse förändrades. Genom att utsätta lågan för olika grader av vindstyrkor kunde slutsatser dras om hur rörelse och ljusintensitet påverkas av vind. Detta skedde genom att blåsa på lågan för att sedan konstatera hur rörelsen förflyttades samt hur ljuslågans intensitet förändrades.

Vad som kunde konstateras vid studierna var att ljuslågans beteende uppfattades som slumpmässigt både vid vindstilla och icke vindstilla förhållanden. Oavsett vindens riktning tedde sig rörelserna irrationellt. Då lågan utsattes för vind var det dock tydligt att intensiteten påverkades. Vid riktigt kraftig vind avtog intensiteten påtagligt och lågan sloknade.

Observationer gjordes även på hur lågans ljussken reflekteras på närliggande ytor. Reflektionerna gav en tydligare bild över förändringarna av lågans rörelser och intensitet. Detta gav upphov till en klarare förståelse över hur ljusbilden förändras när lågan påverkas av vind.

4.2 Val av ljuskälla

För att hitta en passande ljuskälla till lyktan undersöktes olika varianter av lysdioder av typen RGB (Eng. red, green, blue). Anledningen till att valet föll på lysdioder beror på att de är energisnåla samt har en fördelaktig storlek. En RGB-lysdiod består av tre separata lysdioder med färgerna röd, grön och blå. Intensiteten för respektive färgkälla kan justeras med olika spänningar. Genom att blanda färgkällorna går det på så sätt att skapa nya färger och nyanser för lysdioden.

För att få fram en gulaktig färg, likt lågan på ett levande ljus, behövde färgkällorna blandas så att ljusskenet från en lysdiod uppvisade en behaglig och realistisk färg. För att uppnå detta behövdes olika modeller undersökas för att utröna vilken som var mest lämpad för ändamålet. Undersökningarna utfördes parallellt med konstruktionsförsök av lyktan och resulterade i ett successivt uteslutande av de olika modellerna av lysdioder. Motiv som gett upphov till uteslutande av modeller ges mer ingående under avsnitt 4.3. I figur 10 ses några av de modeller som undersökts.



Figur 10: De två till vänster är hålmonterade modeller medan den högra är en ytmonterad variant.

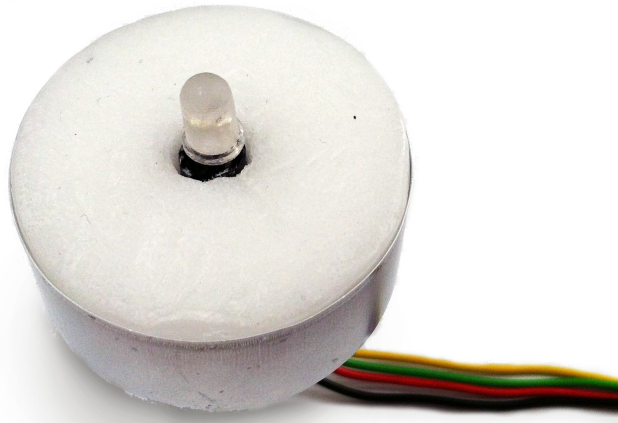
Som ett resultat av undersökningarna föll valet på den ytmonterade modellen som ses i figur 10. Med denna modell kunde en passande färg tas fram. Även modellens storlek lämpade sig väl då det med fördel gick att använda flera lysdioder för att skapa lyktans låga.

4.3 Fysisk Formgivning

Då lyktan är tänkt att utgöra ett substitut till värmeljus var det rimligt att formge lyktan i motsvarande storlek. Med storleken som utgångspunkt skapades modeller i 3D-modelleringsprogrammet 3ds Max, se bilaga C, som sedan låg till grund för ett antal formgivningar. Till stor del styrdes formgivandet av antalet lysdioder och dess placeringar. Nedanstående avsnitt ger förklaringar om tillvägagångssätt och resultat av olika konstruktioner som skapades för detta ändamål.

4.3.1 Första konstruktionen

Första konstruktionen bestod av ett värmeljus där veken ersatts med en lysdiod, resultat ses i figur 11. Efter försök att efterlikna en vanlig ljuslågans rörelse drogs slutsatsen att det inte skulle vara tillräckligt med endast en lysdiod. Ytterligare problem med konstruktionen var att lysdioden inte gav ett jämnt ljussken. Istället uppfattades lysdioden ge ifrån sig tre separata nyanser. Genom att göra lysdiodens hölje matt var färgkällornas individuella ljussken inte lika tydliga utan gav ett bättre sken av att komma från en enda ljuskälla. Dock var det inte tillräckligt tydligt för att undgå att lysdioden uppfattades ge ifrån sig tre separata nyanser. På grund av detta konstaterades då att denna typ av lysdiod inte var duglig som ljuskälla och en annan modell var således tvungen att användas. Försöket gav idéer om hur en bättre konstruktion kunde skapas.



Figur 11: Första konstruktionen med en RGB-lysdiod.

4.3.2 Andra konstruktionen

Vid denna konstruktion användes återigen ett värmeljus som grund. Till skillnad från första konstruktionsförsöket användes tre lysdioder av mindre modell. Detta för att möjliggöra ett förflyttande av ljusskenet. På så vis minskade problematiken med att efterlikna en verklig ljuslagas rörelser. De tre lysdioderna placerades triangulärt i nivå med aluminiumbehållarens kant. Konstruktionen kan ses i figur 12.

Med hänseende på placeringen av lysdioderna fungerade konstruktionen bra. Emellertid gav lysdioderna en färgnyans som inte var lämplig. Likt första konstruktionen uppfattades även en här att lysdioderna gav ifrån sig tre separata nyanser.

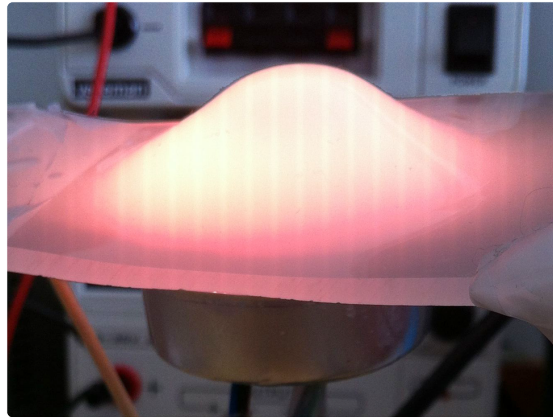


Figur 12: Den andra konstruktionen med tre RGB-lysdioder.

4.3.3 Tredje konstruktionen

Vid tredje försöket användes en snarlik utformning som i andra konstruktionen fast med ytmonterade RGB-lysdioder, se figur 14. Med dessa lysdioder erhöles ett bättre resultat då de separata färgerna blandades bättre. En kåpa användes även för att täcka lysdioderna och gav på så sätt ett jämnare ljussken. Kåpans funktion var att bidra till ett estetiskt utseende samtidigt som gav upphov till ett behagligare ljussken. Lysdioderna utstrålade ett starkt ljussken som var bländande och kåpan löste detta problem.

Ett flertal olika kåpor i plexiglas formades för att se hur ljusbilden kunde förändras beroende på form. Ett exempel på en av de kåpor som formades kan ses i figur 13. Då det var problematiskt att forma plexiglas till önskad form användes i slutskedet en färdig kåpa från en annan produkt. Resultatet kan ses i figur 14.



Figur 13: En kåpa formad av plexiglas som användes för att täcka lysdioderna.



Figur 14: Den tredje och slutgiltiga konstruktionen med tre ytmonterade lysdioder täckta av en plastkåpa.

4.4 Val av plattform

För att olika hårdvarukomponenter ska kunna fungera och samverka behövs en central processor som kan läsa, skriva och hantera data till och från komponenter. I syfte att driva lyktan har en mikroprocessor från Arduino valts. Arduino är en mikroprocessor, baserad på öppen källkod, som lämpar sig för utveckling och testning av mindre elektroniska prototyper. (11) Då en elektronisk prototyp var projektets huvudfokus lämpade sig Arduinos plattform väl för detta ändamål.

Med Arduino finns det tillgång till både en utvecklingsmiljö för mjukvara samt ett processorkort för sammansättning av kretsar och komponenter. Arduinos program-språk är starkt inspirerat av C++ och utvecklingsmiljön finns att tillgå gratis via dess hemsida. (11) Figur 15 nedan visar hur utvecklingsmiljön ser ut.



Figur 15: Arduinos utvecklingsmiljö

Hårdvarudelen av Arduino består av ett processorkort. Med hjälp av Arduinos utvecklingsmiljö kan programkod skrivas som sedan skickas till processorkortet. Modellen av processorkort som använts i projektet är Arduino Mega2560 då det var en tillgänglig resurs.

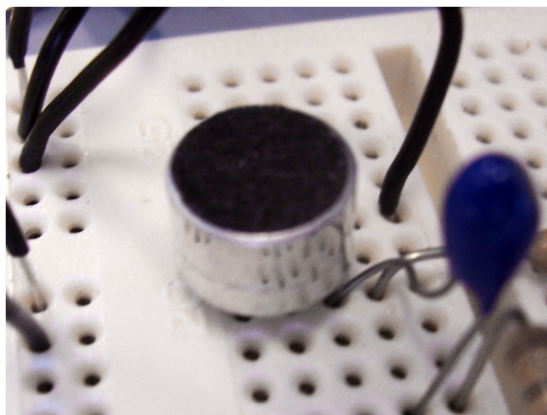
Med hjälp av Arduinos utvecklingsmiljö och processorkort kunde lyktans komponenter hanteras för utveckling mot ett slutgiltigt resultat. Komponenter kopplades in till olika ingångar på processorkortet och styrdes därefter av kortets mikroprocessor. Mikroprocessorn i sin tur behandlade den programkod som matats in från Arduinos utvecklingsmiljö.

4.5 Detektion av vind

Ett problematiskt moment under framtagandet av lyktan har varit att lösa problemet angående hur det ska vara möjligt för lyktan att reagera på vind. Oundvikligen behövdes en sensor användas vilket ledde till undersökningar av olika typer för att ta reda på vilken som var mest fördelaktig. Ett antal olika sensorer har undersökts, i vissa fall skapats, för att hitta en rationell lösning. Följande avsnitt förklarar tillvägagångssättet för att nå ett slutgiltigt beslut.

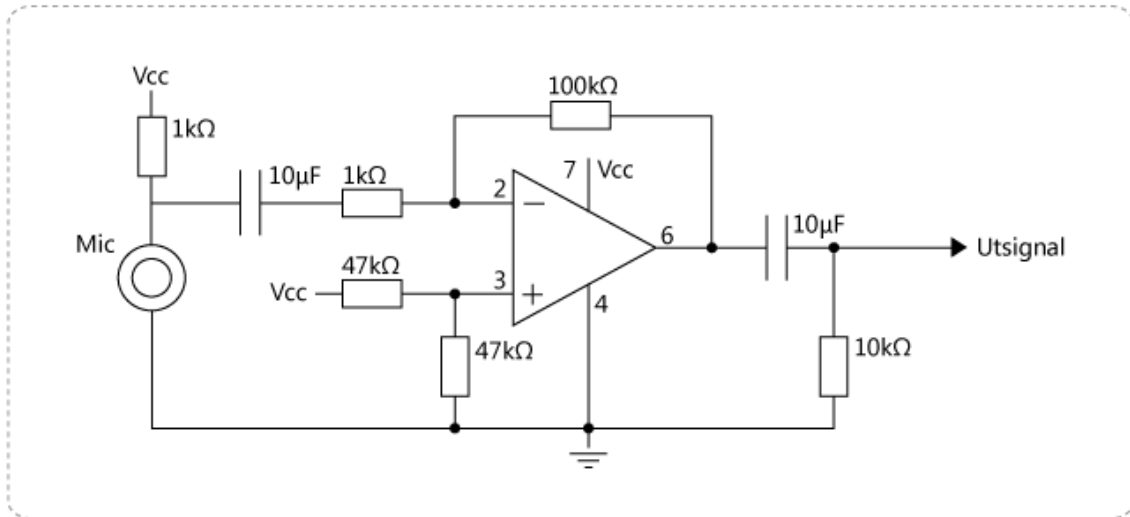
4.5.1 Mikrofon

De första försöken gjordes med en elektretmikrofon, se exempel i figur 16 nedan. En elektretmikrofon är en variant av kondensatormikrofon, se avsnitt 2.5, där dess ena elektrod har blivit ersatt av en elektret, ett material som har en permanent elektrisk laddning. Valet av en elektretmikrofon föll sig slumpmässigt då det var den första sensor projektet hade tillgång till.



Figur 16: Elektretmikrofon

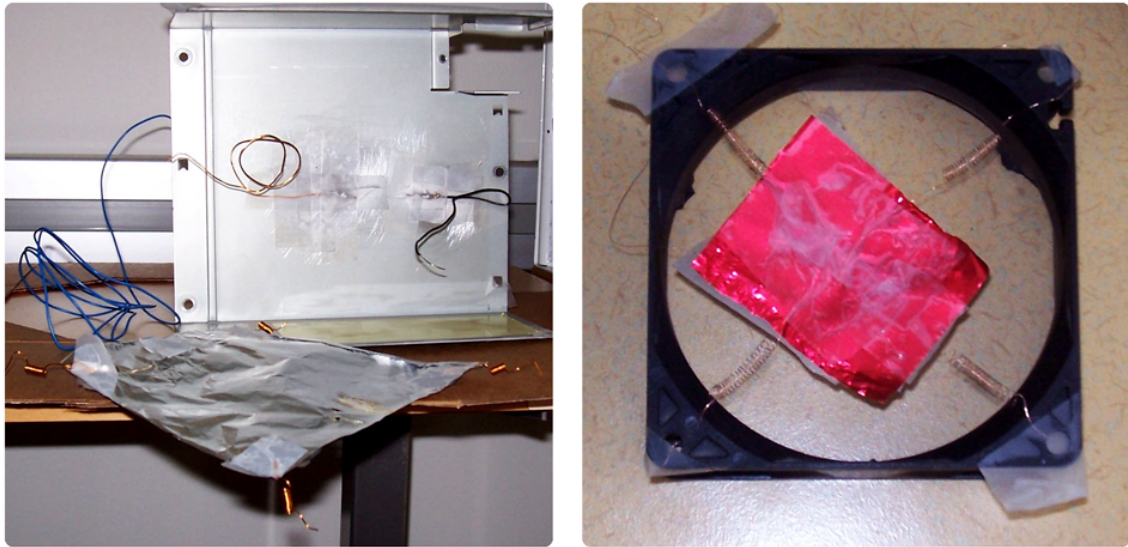
För att undersöka mikrofonens lämplighet konstruerades en förstärkarkoppling enligt figur 17. Då mikrofonen påverkades av vind uppstod ett brus vars värden kunde tolkas som ett mått på vindstyrka. Mikrofonen gav ett tydligt utslag när stark vind påverkade den, vilket gav ett relativt tillförlitligt sätt att blåsa ut lyktan på. Problem uppstod dock då mikrofonen även gav utslag vid starka ljud. För att undersöka möjligheten att särskilja vind från andra ljud gjordes en frekvensanalys med hjälp av ljudredigeringsprogrammet Audacity. Frekvensanalysen gjorde dock inte att det blev enklare att särskilja vinden från andra ljud, därför behövde en bättre lösning tas fram.



Figur 17: Kopplingschema för mikrofonkretsen.

4.5.2 Digitalt membran

För att hitta bättre lösningar behövdes undersökning av andra sensorer göras. Dock visade det sig att många sensorer hade högre noggrannhet än vad som krävdes vilket gjorde att de hamnade på en för hög prisnivå. Ett försök till en lösning på detta var att skapa egna sensorer istället för att köpa färdiga. Med hjälp av fjädrar gjorda av tunn koppartråd, kunde aluminiumfolie spännas upp och användas som ett membran vilket kan röra sig med vinden, se figur 18. En liten bit ifrån membranet monterades en ledare så att när membranet flyttas av vinden kommer det att komma i kontakt med ledaren. Detta gör att ledaren kommer vara kopplad till matningsspänning då det blåser och annars inte.



Figur 18: Vänster sida: Första försök av digitalt membran. Membranet är ännu ej uppspänt. Mottagande ledande tråd sitter fast på metallställningen. Höger sida: Andra försöket på skapad digitalt membran. Ett tunnare mindre membran som sitter fastspänt mellan känsligare fjädrar för att ge en mer precis sensor.

Sensorn var svår att kalibrera då det krävdes ett kort avstånd mellan folien och ledaren för att ge sensorn en tillräcklig känslighet. Fjädrarna var inte tillräckligt starka för att sträcka upp folien vilket gjorde att den blev väldigt svår att arbeta med. Det här förbättrades till den andra versionen av sensorn då en tunnare folie användes.

Det digitala membranet hade dock en stor nackdel. På grund av dess digitala natur är det inte möjligt att utläsa ett värde på hur mycket det blåser utan bara om det blåser eller inte. Detta ledde till en undersökning av ett analogt membran.

4.5.3 Analogt membran

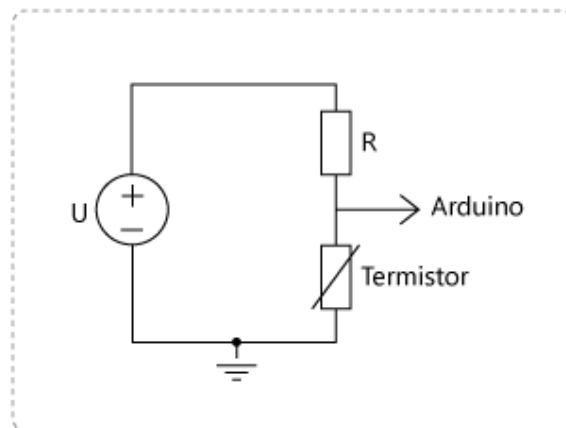
För att på ett bättre sätt kunna ta reda på vindens styrka utvecklades en analog vindsensor. Detta utfördes genom att montera två bitar aluminiumfolie med ett kort avstånd mellan dem, där den ena biten var fixerad medan den andra var uppspänd med hjälp av fjädrar. På så sätt konstruerades en kondesator. Kondensatorns kapacitans var beroende av avståndet mellan foliebitarna, detta medför att kapacitansen förändrades beroende på vindstyrkan eftersom vindstyrkan gjorde att membranet förflyttades relativt den fixerade foliebiten. Då en växelspanning lades på den ena foliebiten kunde amplituden avläsas genom den överförda spänningen vid den andra foliebiten, för att få ett värde på vindstyrkan. Detta experiment var tydligt influerat från hur en kondensatormikrofon fungerar, se avsnitt 2.5.

Tester visade att vindsensorn fungerade tillräckligt bra för ändamålet när vinden kom riktad rakt emot membranet. Om vinden kom från andra riktningar fungerade vindmätningen dock inte tillfredsställande.

4.5.4 Termistor

För att undvika problematiken kring att membranen endast var funktionsdugliga vid vissa vinklar behandlades en lösning med en termistor. En termistors resistans ändras beroende på vilken temperatur den har (10). Vinden kyler av termistorn och på så sätt kan vindstyrkan mätas.

Värden från termistorn lästes in till processorn med hjälp av en spänningsdelningskoppling där spänningen över termistorn lästes av, vilket ses i figur 19. Eftersom motståndet i termistorn ändras beroende på temperaturen, kommer också olika stor del av spänningen U att ligga över termistorn. På så sätt kan olika värden läsas in av processorn vid olika temperaturer.



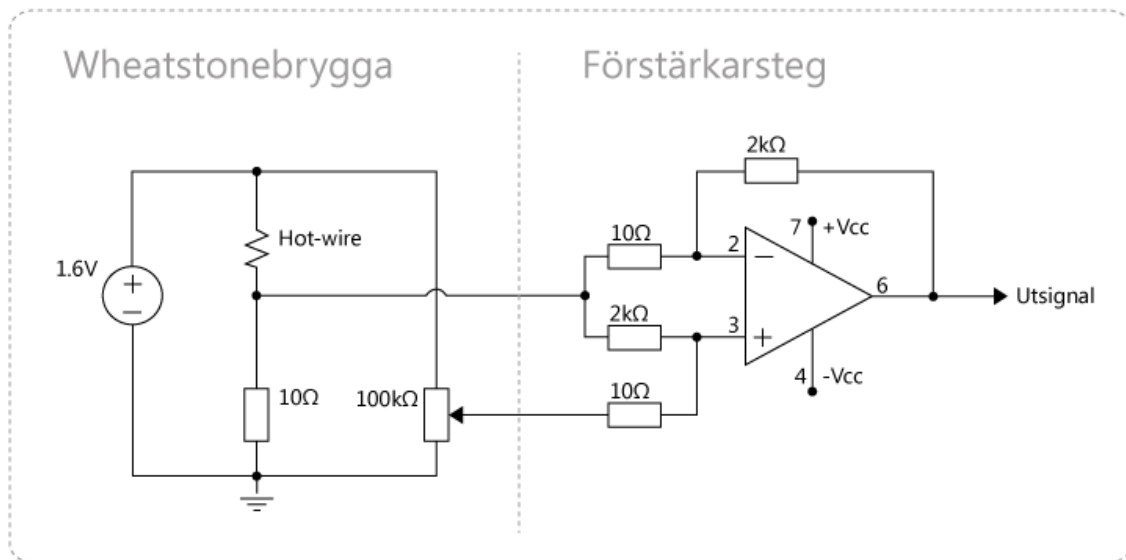
Figur 19: Termistorkopplingen

Ett problem som tidigt uppmärksammades var att termistorn reagerade relativt långsamt när den kylades ner och snabbare när den värmdes upp. Exempelvis tog det bara några sekunder tills termistorn stabiliserat sig vid blåsning på den med varmluftspistol, men när termistorn lades i frysen tog det en halvtimme innan resistansen blev stabil. Detta berodde på att termistorn är en ganska stor komponent, för att resistansen skulle ändras behövde hela termistorn värmas. Detta ledde projektet vidare till nästa försök.

4.5.5 Hot wire

För att undvika termistorns problem med att den inte klarade av snabba förändringar av temperaturen har istället en lösning som använde sig av en Hot Wire Anemometer (HWA), se avsnitt 2.6, tagits fram. En HWA klarar av frekvenser på upp till 20 kHz under optimala förhållanden då inte vinden är för svag. (8) Detta antogs därför även fungera åtminstone upp till ett hundratal hertz vid svag vind.

Koppling enligt figur 20 består av två delar, ett förstärkarsteg och en wheatstonebrygga. Hot wire tråden satt kopplad som det okända motståndet i wheatstonebryggan, se avsnitt 2.4, tillsammans med $10\ \Omega$ motståndet och de två resistorerna potentiometern består av. Potentiometern i figur 20 justeras så att spänningen över bryggan blir noll i utgångsläget. Spänningsskillnaden i bryggan förstärktes av förstärkarsteget, se avsnitt 2.3, för att ge en utsignal inom ett lämpligt intervall som mikroprocessorn kan läsa av.

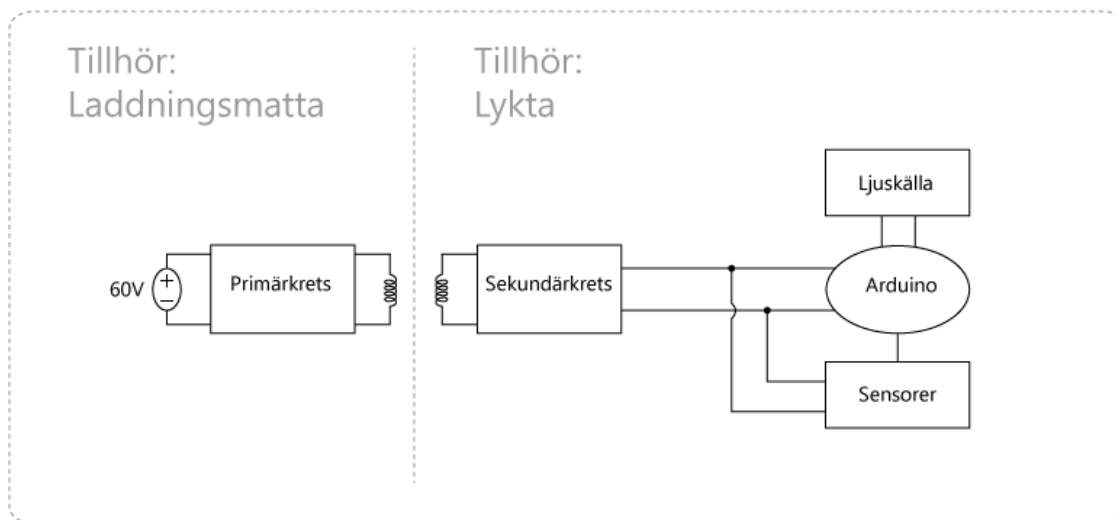


Figur 20: Kopplingsschema för HWA-kopplingen bestående av ett förstärkarsteg och en wheatstonebrygga.

För att finna en lämplig tråd undersöktes två olika kandidater. En koppartråd med en diameter på 0,1 mm samt en volframtråd från en kasserad glödlampa. Koppartråden krävde 1-2 A för att värmas upp och var därför olämplig. Volframtråden gav ett betydligt bättre resultat då den endast behövde 40 mA för att uppnå en lämplig värmenivå. Båda trådarna hade en snabb reaktionstid, det var dock en nackdel att trådarna tog lång tid på sig att återgå till sina normalvärden. Denna återgångstid var dock betydligt bättre än termistorns.

4.6 Konstruktion av trådlös strömöverföring

För att lösa den trådlösa strömöverföringen behövde en sändare (primärkrets) , en mottagare (sekundärkrets) samt tillhörande spolar konstrueras. Figur 21 visar en schematisk bild av denna uppställning. Följande avsnitt behandlar dessa delmoment mer ingående.

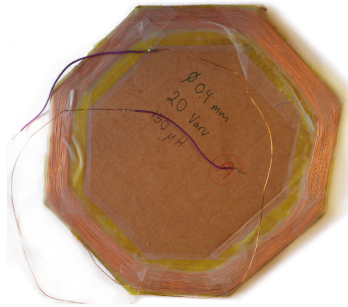


Figur 21: Visar hur alla delar av lyktan sitter ihop.

4.6.1 Tillverkning av spolar

För att överföra ström behövdes två spolar, en spole som kopplas till primärkretsen för att ge upphov till det magnetfält som överför strömmen samt en spole till sekundärkretsen som används för att fånga upp magnetfältet. Flera spolar tillverkades för att kunna utröna vilken typ av spolar som gav bäst överföring.

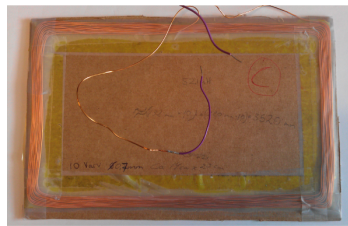
Spolarna skapades genom att på olika underlag, såsom kartong och CD-skivor, linda koppartråd. Koppartråden som användes var utav diametrarna 0,1 mm, 0,4 mm samt 0,7 mm och fästes på underlaget med hjälp av dubbelhäftande tejp. Tillvägagångssättet vid lindandet var att varv för varv linda från mittpunkten och utåt. Då magnetfältets styrka påverkades av hur tätt tråden var lindad så lades extra vikt vid att linda koppartråden med täta varv. Efter varje varv justerades tråden så att eventuella glipor rättades till. Bildkollaget i figur 22 visar de tillverkade spolarna.



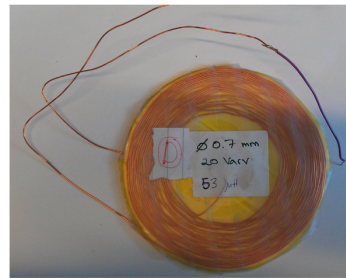
Spole A
=0,4 mm
Antal varv: 20



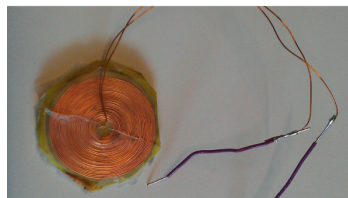
Spole B
=0,4 mm
Antal varv:100



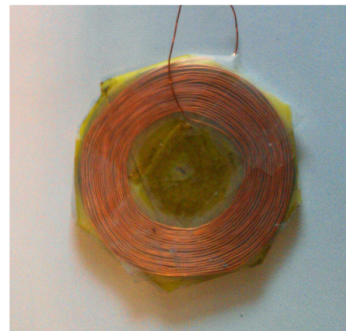
Spole C
=0,7 mm
Antal varv: 10



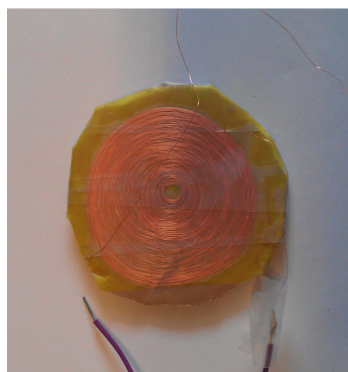
Spole D
=0,7 mm
Antal varv:20



Spole E
=0,4 mm
Antal varv: 38



Spole F
=0,4 mm
Antal varv: 20

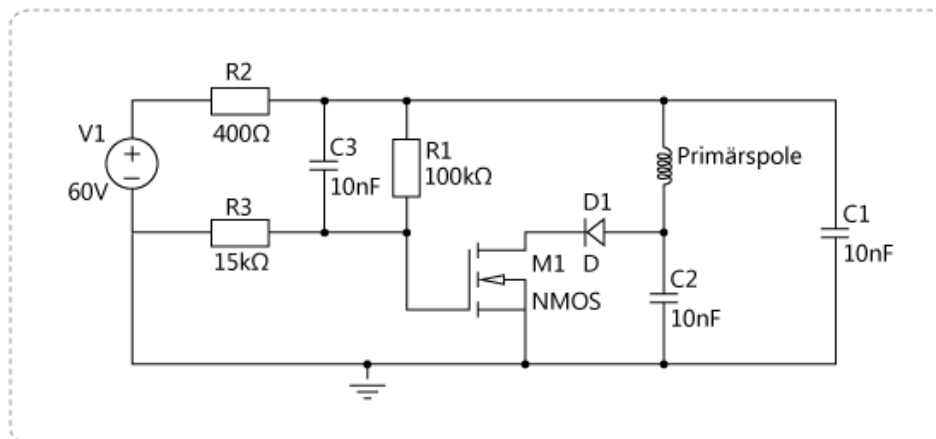


Spole G
=0,1 mm
Antal varv: 20

Figur 22: Presentation av alla spolar som tillverkats under projektet.

4.6.2 Primärkrets

Primärkretsens uppgift var att generera ett oscillerande magnetfält som sekundärkretsen kunde ta emot för att driva lyktan. För att uppnå detta behövdes en oscillator som drev magnetfältet. Kretsen som användes för att driva magnetfältet var en modifierad version av en laddare till en eltanborste där likriktarbryggan är ersatt med en likspänningskälla. (6) I Figur 23 visas kopplingsschemat som genom empiriska studier har optimerats.



Figur 23: Kopplingsschema för primärkretsen.

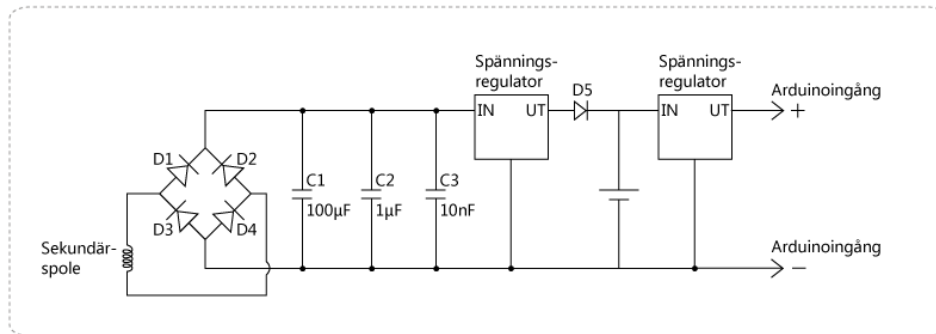
Under optimeringsfasen insågs det att mycket effekt utvecklades i R2 då all ström som V1 gav upphov till gick genom detta motstånd. För att lösa problemet byttes R2 ut till en effektpotentiometer som tål höga effekter. Före optimering var motståndet på 1000 Ω , efter detta byte kunde det enkelt testas vilket värde som passade bäst för varje kombination av sekundär och primärspole.

Även transistorn byttes ut från att ha varit en bipolartransistor till en Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor (MOSFET) eftersom en MOSFET har bättre egenskaper vid spänningsförstärkning. Denna förändring gav ett betydligt bättre resultat men det var dock nödvändigt att sänka R1 från 390 k Ω till 100 k Ω för att MOSFET:en skulle komma över sitt tröskelvärde på gateingången och börja arbeta i ett lämpligt arbetsområde.

4.6.3 Sekundärkrets

En sekundärkrets har konstruerats för att ta emot förändringar i magnetfältet som primärkretsen skickade ut, likrikta den inducerade strömmen och sedan ladda batteriet. Kopplingsschemat för sekundärkretsen kan ses i figur 24. Sekundärspolen tar emot magnetfältet som primärspolen i primärkretsen sänder ut. Eftersom den mottagna signalen kommer att bestå av växelström likriktas den med hjälp av en

likriktarbrygga vilken består av dioderna D1 till D4. Efter likriktarbryggan glättas signalen med hjälp av tre kondensatorer, C1 - C3, av olika storlekar.



Figur 24: Kopplingsschema för sekundärkretsen.

I fallet då sekundärspolen flyttas i förhållande till primärspolen kan det tillfälligt bli höga spänningar. För att dessa spänningar inte ska gå vidare in i kretsen och eventuellt förstöra komponenter, regleras spänningen av en spänningsregulator till en lämplig nivå som är för att ladda batteriet.

Laddningsspänningen för batteriet regleras av ytterligare en spänningsregulator för att inte den högre spänningen, som är nödvändig när batteriet laddas, ska komma vidare till resten av lyktan. Eftersom mikroprocessorn inte klarar av lika höga spänningar som det krävs för att ladda batteriet var denna regulator nödvändig.

4.6.4 Test av överföring

Efter att spolarna och kretsarna tillverkats behövde det undersökas vilken kombination av spolarna i figur 22 som lämpade sig bäst till det givna induktionsproblemet. Detta gjordes genom att koppla samman en spole med primärkretsen och en annan spole med sekundärkretsen. Spänning kopplades på och ström- och spänningsöverföringen mättes mellan de två inkopplade spolarna. I testerna mättes spänning och ström före spänningsregulatorn i sekundärkretsen. Spänningen på primärkretsen var 60 V och effektmotståndet var inställt på 400 Ω . Resultaten från dessa tester återfinns i figur 25 respektive figur 26 nedan.

Grön bakgrund är överföring från stor till liten spole Röd text är överföring över 20 V
Blå bakgrund = instabilt värde

		Spänning [V]						
Primär\Sekundär		A	B	C	D	E	F	G
Stor 0,4mm	A		16,48	25,4	11,37	6,6	3,28	10,73
Stor 0,4mm	B	8,44		11,45	10,65	2,50	10,28	8,54
Stor 0,7mm	C	26,8	19,33		23,3	10,09	14,69	10,51
Stor 0,7mm	D	20,8	26,8	16,57		11,44	21,2	15,5
Liten 0,4 mm	E	8,54	12,32	12,42	17,92		20,5	27-0,4
Liten 0,4 mm	F	14,28	18	18,07	23,8	19,43		11
Liten 0,1 mm	G	7,46	9,14	3,14	5,42	22,4	23,8	

Figur 25: Resultat vid tester av spänningsöverföring.

Grön bakgrund är överföring från stor till liten spole Röd text är överföring över 50 mA

		Ström [mA]						
Primär\Sekundär		A	B	C	D	E	F	G
Stor 0,4mm	A					0,7	0,8	0,9
Stor 0,4mm	B					5	2	2,8
Stor 0,7mm	C					0	12,5	16,8
Stor 0,7mm	D					6,4	76,5	20
Liten 0,4 mm	E							
Liten 0,4 mm	F							
Liten 0,1 mm	G							

Figur 26: Resultat vid tester av strömöverföring.

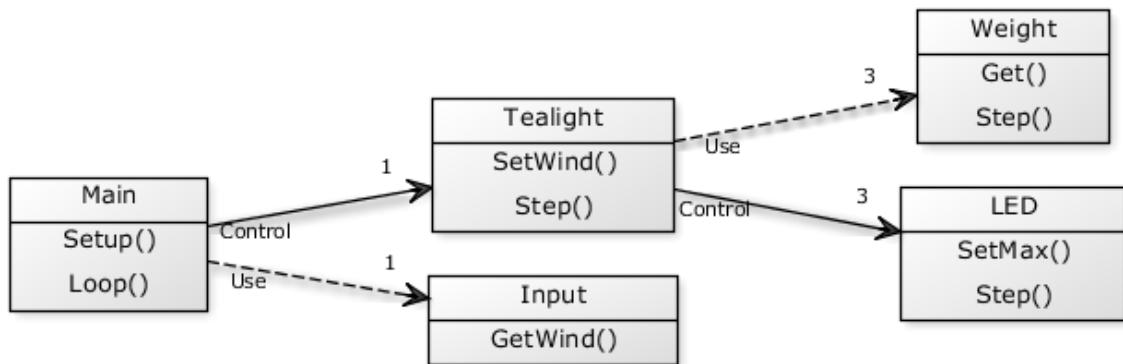
Under villkoret att primärspolen ska vara större än sekundärspolen visade test av de sju spolarna att två spolpar med rund form var bäst, både när det gällde ström- och spänningsöverföring. Som primärspole var det spole D och som sekundärspole var det spole F. En strömöverföring på 76,5 mA och en spänningsöverföring på 21,2 V var den högsta överföringen som uppnåddes med dessa två spolpar när de var placerade på varandra med så litet mellanrum som möjligt.

Mätning av lyktans strömförbrukning utan sensorer gav ett värde på ca 200 mA. Den inducerade strömmen som uppnåddes var inte tillräcklig för att driva ljuslyktan.

4.7 Utveckling av mjukvara

För att presentera utdata till lyktans lysdioder måste indata från sensorerna tolkas och översättas till logiska händelser. För detta ändamål behövdes mjukvara som kontinuerligt bearbetar indata till utdata.

För att öka överskådligheten har ett flertal klasser skapats för att abstrahera bort hårdvaran. Till exempel så används funktioner i klassen LED istället för att direkt skriva värden till olika lysdioder. Klasserna och dess publika funktioner kan ses i figur 27 nedan.



Figur 27: Samtliga klasser med dess publika funktioner.

Programmet är byggt likt en tillståndsmaskin, klasserna **Tealight**, **Weight** och **LED** har alla stegfunktioner som beroende på indata tillsammans med tidigare tillstånd genererar nästa tillstånd.

Programmet i stort fungerar så att en slinga körs under hela livstiden. Slingan läser in vinddata och stegar **Tealight**. **Tealight** räknar, med hjälp av värdet på vinden tillsammans med kombinationen av ett flertal **Weight**-klasser, ut ett maxvärde till varje instans av klassen **LED**. Ett högre värde på vinden ger ett lägre högsta tillåtna värde för **LED**-objektet. **Weight** har i syfte att vikta ljusintensiteten för att simulera olika positioner på lågan. **Tealight** stegar sedan varje **LED**-instans där ljusstyrkan ökas vid varje stegning tills det satta maxvärdet är uppnått. För en mer detaljerad beskrivning av klasserna tillsammans med fullständig källkod se bilaga B.

5 Diskussion

I detta kapitel förs diskussion om projektet i allmänhet och vissa specifika problem. Tankar och resonemang i kommande stycken kommer att föras på en personligare nivå.

5.1 Sensorer

Under projektets gång testades en rad sensorer innan vi bestämde vilken som var bäst lämpad som vindsensor. Följande stycken går igenom fördelar och nackdelar med respektive sensor.

Mikrofonen fungerade bra som vindsensor men påverkades för mycket av ljud, försök att lösa detta med hjälp av frekvensanalys gjordes men lyckades inte då det var komplicerat. Även om vi funnit en lämplig metod för att särskilja de frekvenser vi var intresserade av, med hjälp av mjukvara, så hade troligtvis frekvensanalysen krävt väldigt stor andel av den tillgängliga beräkningskraften på mikroprocessorn. Detta hade kraftigt begränsat övriga funktioner på lyktan. Att lyktan antingen skulle ha ont om beräkningskraft eller vara överkänslig mot ljud gjorde att vi bestämde oss för att inte använda denna sensor.

Det digitala membranet var känsligt för vind men kunde endast känna av vinden från en riktning. För att lösa detta kan tre sensorer placeras med 120 graders vinkel för att täcka in alla riktningar. Detta skulle även ge information om vilken riktning vinden kom ifrån, men ljusstudien visade att denna information inte var avgörande. Det skulle därför vara onödigt att ha tre sensorer. Vinden behövde fortfarande kunna mätas ifrån alla riktningar vilket inte hade varit möjligt med ett membran. Ett annat problem med sensorn var att den endast gav ett digitalt mätvärde. Enligt vår ljusstudie är lyktans beteende tydligt beroende av hur starkt det blåser, inte bara om det blåser eller ej. Det digitala membranet ger därför inte tillräcklig data för att styra lågans ljusbild på ett tillfredsställande sätt.

Det analoga membranet fungerade på samma sätt som det digitala fast med fördelen att det gav ett analogt mätvärde. Även denna sensor har som nackdel att den endast kan känna av vind från en riktning. Problemet kan lösas på samma sätt som för det digitala membranet. Anledningen till att vi gick vidare i sensorundersökningen var att det analoga membranet var svårt att skala ner till en lämplig storlek.

Termistorn kunde känna av vind från alla riktningar eftersom den endast mäter temperaturförändringar. Då termistorn missar att registrera snabba vindförändringar eftersom den är för långsam. En momentanförändring av ljuslågan blir därför svår att uppnå vilket behövs för att få ett verklighetstroget ljus. Detta gjorde att termistorn inte var en lämplig vindsensor för detta projekt.

Den vindsensor som uppvisade bäst resultat i vår undersökning var en Hot Wire Anemometer (HWA). Eftersom en HWA har en mycket mindre massa att värma upp och kyla ned jämfört med termistorn kan den reagera snabbare. Dock är det skillnad mellan hur snabbt sensorn ökar respektive minskar i temperatur.

Om vi skulle genomföra projektet igen med den kunskap som inhämtats under projektets gång skulle en HWA valts från början och sedan skulle arbetet fokuseras på att förfinas denna lösning. Nu används en tunn och ömtålig volframtråd från en glödlampa. En mer hållbar tråd som dessutom har bättre avkylnings och uppvärmningsegenskaper kan antas finnas. Att undersöka möjligheten att använda en hot film probe (8), som kan sättas fast på utsidan av lyktan, istället för trådar. Detta skulle vara bättre än en tråd då den kan placeras direkt mot lyktans yta.

5.2 Strömförsörjning

Att förse lyktans batterier med ström är en viktig funktion. Lösningen att använda induktion och en laddningsmatta känns både enkel och smidig för en användare. Då lyktan laddas med hjälp av induktion är det möjligt att bygga en vattentät lykta eftersom inga kontakter behövs på utsidan. Detta tillägg kan ge lyktan en ytterligare fördel jämfört med traditionella värmeljus.

Den uppnådda strömöverföringen var dock inte tillräcklig för att driva lyktan på full effekt. När lyktan drevs med induktion var det inte möjligt för lysdioderna att lysa med korrekt färg. Detta på grund av att lysdioderna inte fick tillräckligt med ström vilket gjorde att förhållandet mellan färgerna blev fel. Att ladda batteriet och därefter använda lyktan hade varit möjligt men lyktan hade varit tvungen att laddas under en betydligt längre tid än vad den sedan hade kunnat användas.

Ett annat relevant ämne att undersöka, gällande strömöverföringen, är formfaktorn på spolarna. Vid vår undersökning av spolarna utgicks från att det var lämpligast att ha en stor primärspole och en mindre sekundärspole. Detta för att göra det möjligt att ladda flera lyktor samtidigt på en laddningsmatta. Detta är bakgrunden till att vi valde den polkombinationen som vi gjorde.

Vi tror att flera lyktor kan laddas samtidigt om laddningsmattan är uppbyggd av flera mindre spolar som har ungefär samma storlek som sekundärspolen. Eftersom flera av våra bästa spänningsöverföringsresultat hamnar inom kategorin spolar med liknande storlek känns det här som en rimlig idé. Vi antar att detta beror på att om spolarna har ungefär samma storlek kan sekundärspolen fånga upp en större del av primärspolens magnetfält.

Laddning av lyktan med hjälp av induktion är möjlig även om det finns en del arbete kvarstår. Det hade varit önskvärt att en studie av kandidatarbetet "Trådlös energiöverföring via elektromagnetisk induktion" (6) hade genomförts i ett tidigare

skede för att ge vårt arbete en stabilare grund att stå på. Dock hade det varit svårt att tillgodogöra sig detta arbete då våra elektronikkunskaper före projektet var ytterst begränsade.

5.3 Mjukvara

Under projektets gång har en mängd olika varianter av lyktmodeller utvecklats. Modellerna har varierat både i form och funktionalitet. Olika kombinationer av lysdioder och kåpor gav skiljda ljusbilder och olika sensorer gav olika former av indata. Detta gjorde att stora delar av programkoden behövde skrivas om och programmet hann aldrig helt optimeras för en modell innan nästa variant var framtagen. När den slutgiltiga konstruktionen var fastställd hade projektet närmast sig sin slutfas, detta innebär att det finns rum för ytterligare optimering även för den slutgiltiga modellen.

Då det egentligen inte finns något rätt och fel utan snarare bättre och sämre återgivning av levande ljus är det svårt att skapa en exakt mjukvaruspecifikation. På grund av detta genomfördes utvecklingen iterativt och parallellt med ljusstudier. Man hade dock kunnat utföra mer omfattande studier av värmeljus i förväg vilket i sin tur kanske kunde gett en snabbare utvecklingsprocess.

5.4 Arbetsgång

I början av arbetet togs snabbt ett beslut om att projektet skulle ha olika projektledare varje vecka under hela projektets gång och för detta lades ett schema upp. Detta har fungerat bra och har varit nyttigt, personligen men även för gruppen, framförallt eftersom var person har sin egen åsikt om när, var och hur saker och ting ska utföras. Projektledaren har under varje vecka analyserat projektet och delegerat arbete till resterande medlemmar utefter behov och tycke. Detta har fungerat bra och om någon har haft invändningar emot besluten som tagits av projektledaren har dessa behandlats direkt. Projektledaren har också, efter varje avslutad vecka, ansvarat för att sammanställa gruppens veckorapport utifrån samtliga medlemmars veckorapporter.

Gällande genomförandet av projektet i sin helhet har det mesta fungerat bra. Det kan i efterhand tyckas att det lades ned för mycket tid på framtagning av strömförsörjning, tid som istället kunnat användas till exempelvis utveckling av mjukvara eller den fysiska formgivningen. Den huvudsakliga anledningen till varför strömförsörjningen upptog en stor del av tiden var för att ingen i gruppen hade de förkunskaper som krävdes för att få till en bra utvecklingsprocess.

I början av projektet diskuterades planering och ett så kallat gantt-schema upprättades där arbetet i stora drag delades in veckovis. Detta har med fördel följts i största möjliga mån med vissa undantag. Något som dock har saknats beträffande planeringen av projektet är inplanerade handledarmöten där projektet inför varje möte ska ha gjort bestämda framsteg.

Bortsett från att vissa delar av genomförandet kunde prioriterats och tidsmässigt fördelats annorlunda har arbetsprocessen fungerat bra. Projektgruppen är i stort nöjd med hur arbetet fortskridit samt vad som åstadkommit under projektets gång.

5.5 Kravutvärdering

Genom återkoppling till kravspecifikationen i bilaga A kan det konstateras att kraven är uppfyllda med blandade resultat. Att lyktan ska kunna blåsas ut har uppfyllts, om än inte helt fullständigt då funktionen som finns för att blåsa ut ljuset inte fungerar optimalt. En del optimering krävs för att helt kunna fullgöra detta krav.

Kravet att lyktan ska kunna laddas trådlöst för att undvika sladdar samt utbyten av batterier är delvis uppfyllt. Även om vi ännu inte lyckats överföra tillräckligt mycket ström för att ladda batteriet och driva lyktan vet vi att det är möjligt. Hur detta ska göras framgår i ”Trådlös energiöverföring via elektromagnetisk induktion” (6).

Kraven att lyktan ska ha en verklighetstrogen ljusbild samt vara vindkänslig och agera därefter anser vi är uppfyllda. Kåpan vi har i nuläget ger en bra ljusbild men är inte estetiskt tilltalande.

De krav som innan projektet endast var önskemål har inte uppfyllts. Att ljusbilden blir blå när batteriet börjar ta slut har inte implementerats då något batteri inte finns och att starta lyktan med hjälp av att till exempel klappa händerna har inte prioriterats.

5.6 Framtida utvecklingsmöjligheter

Stora möjligheter till framtida utveckling av lyktan finns då den har utvecklingspotential. Många av de delar som tagits upp i rapporten behöver utvecklas för att i framtiden göra det möjligt att färdigställa en slutgiltig produkt. Lyktans utseende bör göras mer estetiskt tilltalande, alla kretsar och komponenter måste göras mindre, och för att använda induktiv laddning är strömförsörjningen i behov av att effektiviseras.

För att förbättra strömförsörjningen behöver bättre spolar tas fram och undersökas. På så sätt kan strömöverföringen ökas till en tillräcklig nivå för att kunna driva alla komponenter samtidigt. Denna del kan tänka förbättras av någon med större erfarenhet eller bakgrund inom elektronik.

För att skala ner lyktan till storleken av ett värmeljus behöver mikroprocessorn bytas ut mot en mindre variant och kretsarna göras mindre. Gällande vindsensorn måste placering bestämmas, detta är något som bör göras när en sensor i passande storlek framtagits. Om framtida projekt kommer att grundas på vårt projekt, tror vi att dessa problem skulle kunna lösas.

6 Slutsats

Då projektetgruppens samtliga medlemmar hade begränsade förkunskaper inom elektronik behövdes mycket information inom området införskaffas. Detta gjorde att den trådlösa strömförsörjningen upptog mycket tid som istället kunde ha lagts på andra problem. Förmodligen hade det varit en fördel om någon av projektets medlemmar haft större förkunskap inom elektronikområdet. Trots detta har projektet varit lärorikt och resultatet givande.

En lämplig metod för att mäta vind är att använda sig av en hot wire anemometer. Tekniken lämpar sig väl för små utrymmen. Reaktionsförmågan är god och precisionen är fullt tillräcklig. Detta gör att tekniken är ett naturligt val för vidareutveckling.

Att återge ett realistiskt värmeljus visade sig vara en stor utmaning. En ljuslåga skiljer sig mycket ifrån en lysdiod och omfattande arbete krävs för att skapa ett tillfredsställande resultat. Även om en prototyp inte har tagits fram så har en funktionsmodell skapats som visar på möjliga tekniker som i framtiden kan tänkas användas till en produkt.

Referenser

- [1] Brandskyddsföreningen. Goda råd om ljus i juletid [Broschyr]. Stockholm: Brandskyddsföreningen; 2009.
- [2] Priesnitz W. Paron Candles Can be a Health Hazard. Natural Life 2001 Mar/Apr;(78):7.
- [3] Ullman E. Materiallära. Upplaga 14. Stockholm: Liber AB; 2003. S.267.
- [4] Alfredsson A. Elkraft. Upplaga 3. Stockholm: Liber AB; 2000.
- [5] Hambley AR. Electrical Engineering: Principles and applications. Upplaga 3. Upper Saddle River: Pearson Education Inc; 2005.
- [6] Ansari A, Backman N. Trådlös energiöverföring via elektromagnetisk induktion [Kandidatarbete]. Göteborg: Chalmers tekniska högskola; 2011.
- [7] Sedra A S, Smith K C. Microelectronic Circuits. Upplaga 6. New York: Oxford University Press Inc.; 2011.
- [8] Bruun HH. Hot-Wire Anemometry: Principles And Signal Analysis. New York: Oxford University Press Inc.; 1995.
- [9] Mikrofon[Internet]. 2004[Uppdaterad 28 februari 2012; Citerad 5 maj 2012]. Tillgänglig från: <http://sv.wikipedia.org/wiki/Mikrofon>
- [10] Termistor[Internet]. 2007[Uppdaterad 31 december 2011; Citerad 5 maj 2012]. Tillgänglig från: <http://sv.wikipedia.org/wiki/Termistor>
- [11] Arduino[Internet]. 2006[Uppdaterad 23 december 2009; Citerad 12 maj 2012]. Tillgänglig från: <http://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>

A Kravspecifikation

Krav som ska uppfyllas

- Lyktan ska kunna blåsas ut likt ett levande ljus
- Lyktan ska kunna laddas trådlöst för att undvika sladdar och utbyte av batterier
- Lyktan ska ha en ljusbild som liknar en levande ljuslågans ljusbild
- Lyktan ska vara vindkänslig och se ut att fladdra som ett riktigt ljus

Krav som önskas uppfyllas

- När lyktans batteri är urladdat ska detta signaleras genom att lågan får en blå färg
- Lyktan ska kunna startas genom exempelvis handklappning

B Källkod

B.1 Main

Vid initiering skapas klassinstanser av Tealight och Input. Efter initiering övergår programflödet till en slinga som fortsätter att köras under hela programmets livstid. I slingan läses först indata från vindsensorn in för att sedan vidarebefordras till Tealight. För att få ett tillräckligt stabilt värde från vindsensorn tas genomsnittet av tio värden innan stegning av Tealight.

main.h

```
// LED Pins.
#define LED1_R 2
#define LED1_G 3
#define LED1_B 4

#define LED2_R 5
#define LED2_G 6
#define LED2_B 7

#define LED3_R 8
#define LED3_G 9
#define LED3_B 10

// Sensors.
#define WIND_PIN 15
#define WIND_SAMPLES 100
```

main.ino

```
// Includes.
#include "main.h"
#include "weight.h"
#include "input.h"
#include "led.h"
#include "tealight.h"

// Globals.
Tealight* tl;
Input* in;
```

```

void setup()
{
  // Tealight.
  tl = new Tealight();

  // Input.
  in = new Input(WIND_PIN);
}

void loop()
{
  static int count = 0;

  delay(1);
  int wind = in->GetWind();
  if(wind > 0) { tl->SetWind(wind); }

  count = (count + 1)%10;
  if(count == 0) { tl->step(); }
}

```

B.2 Tealight

I konstruktorn av Tealight skapas tre stycken instanser av LED tillsammans med ett flertal instanser av Weight. Maxvärde och vindmodifierare sätts också. Vid stegning av Tealight stegas varje instans av Weight för att sen kombinera deras viktvärden för varje LED. I kombination med värdet på vinden som multipliceras med ett slumpmässigt modifieringsvärde vidarebefordrar det uträknade värdet till LED. Syftet med slumpmässiga modifieringsvärden på vinden är att simulera ett fladder.

tealight.h

```

class Tealight
{
private:
  LED* leds[3];
  int windVal;
  Weight *w1, *w2, *w3;

  float windMod[3];
  int maxVal;
  int on;
}

```

```

public:
    Tealight();
    void step();
    void SetWind(int);
};

```

tealight.ino

```

Tealight::Tealight()
{
    this->windVal = 0;

    // LEDs.
    leds[0] = new LED(LED1_R, LED1_G, LED1_B);
    leds[1] = new LED(LED2_R, LED2_G, LED2_B);
    leds[2] = new LED(LED3_R, LED3_G, LED3_B);

    // Weights.
    w1 = new Weight(400, 1000, 2, 40, 400);
    w2 = new Weight(900, 1000, 2, 0, 40);
    w3 = new Weight(900, 1000, 4, 50, 100);

    // Wind modifiers.
    windMod[0] = 0.8;
    windMod[1] = 0.9;
    windMod[2] = 1.0;

    // Max value.
    maxVal = 90;

    // On/off
    on = 1;
}

void Tealight::step()
{
    // Turn off (Disabled)
    //if(windVal > maxVal) { on = 0; }

    // Step weights.
    w1->Step();
    w2->Step();
    w3->Step();
}

```

```

for(int i=0;i<3;i++)
{
    // Calculate weight and wind.
    float weight = w1->Get(i) * w2->Get(i) * w3->Get(i);
    float wind = windVal * windMod[random(0,3)];

    // Set max value and step led.
    leds[i]->SetMax((maxVal-wind)*weight*on);
    leds[i]->step();
}

}

void Tealight::SetWind(int windVal)
{
    this->windVal = windVal;
}

```

B.3 LED

Vid initiering av LED sätts värden till egenskaper som hastighet, mängd av fladder samt färg. Stegfunktionen i LED ökar värdet på ljusstyrkan tills dess att det satta maxvärdet är nått. Om så är fallet justerar LED ljusstyrkan smått upp och ner för att simulera ett fladder. Tillslut räknas varje värde på de olika (Röd, grön, blå) lysdioderna ut och skrivs till portarna på kretskortet.

led.h

```

class LED
{
private:
    int pinR, pinG, pinB;
    float modR, modG, modB;

    int curVal;
    int maxVal;
    int minVal;
    int speed;
    int flicker;

public:
    LED(int, int, int);

```

```

    void SetMax(int);
    void step();
};

```

led.ino

```

LED::LED(int pinR, int pinG, int pinB)
{
    this->pinR = pinR;
    this->pinG = pinG;
    this->pinB = pinB;

    // Color modifiers.
    this->modR = 1;
    this->modG = 0.83;
    this->modB = 0.05;

    // Speed.
    this->speed = 4;
    this->flicker = 2;

    // Values.
    this->curVal = 0;
    this->minVal = 0;
    this->maxVal = 0;

    // Pin mode.
    pinMode(pinR, OUTPUT);
    pinMode(pinG, OUTPUT);
    pinMode(pinB, OUTPUT);
}

void LED::step()
{
    int val = (abs(maxVal - curVal) / 5) + flicker;

    if(curVal > maxVal)
    {
        int v = abs(curVal - maxVal);
        if(v < val) { val = v; }
        curVal-=val;
    }
    else if(maxVal != 0)

```



```

    {
        curVal+=val;
    }

    if(curVal > 255) { curVal = 255; }
    else if(curVal < 0) { curVal = 0; }

    int R = curVal * modR;
    int G = curVal * modG;
    int B = curVal * modB;

    // To avoid too much red at low values.
    if(G < 2) { R = G; }

    analogWrite(pinR, R);
    analogWrite(pinG, G);
    analogWrite(pinB, B);
}

void LED::SetMax(int val)
{
    this->maxVal = val;
}

```

B.4 Weight

Hjälpklass vars syfte är att slumpmässigt vikta en summa mellan tre stycken variabler. Olika hastigheter, intervaller och paustider anges som parametrar.

weight.h

```

class Weight
{
    private:
        int curVal[3];
        int tarVal[3];
        int minVal;
        int maxVal;
        int speedVal;

        int wait;
        int minWait;
}

```

```

    int maxWait;

    int dir;
    int odir;

public:
    Weight(int, int, int, int, int);
    void Step();
    float Get(int);
};

```

weight.ino

```

Weight::Weight(int minVal, int maxVal, int speedVal, int minWait, int maxWait)
{
    this->minVal = minVal;
    this->maxVal = maxVal;
    this->speedVal = speedVal;

    this->dir = 0;
    this->odir = 0;

    this->wait = 0;
    this->minWait = minWait;
    this->maxWait = maxWait;

    for(int i=0;i<3;i++)
    {
        this->curVal[i] = maxVal;
        this->tarVal[i] = maxVal;
    }
}

void Weight::Step()
{
    bool reached = true;
    for(int i=0;i<3;i++)
    {
        int val = speedVal;
        int dist = abs(curVal[i] - tarVal[i]);
        if(val > dist) { val = dist; }

        if(curVal[i] < tarVal[i]) { curVal[i] += val; reached = false; }
        else if(curVal[i] > tarVal[i]) { curVal[i] -= val; reached = false; }
    }
}

```

```

}

if(reached)
{
    if(wait-- < 0)
    {
        wait = random(minWait, maxWait);

        while(odir == dir) { dir = random(0,3); }
        odir = dir;

        for(int i=0;i<3;i++)
        {
            if(i == dir) { tarVal[i] = maxVal; } else { tarVal[i] = minVal; }
        }
    }
}

float Weight::Get(int i)
{
    return (float)curVal[i] / maxVal;
}

```

B.5 Input

Läser indata från vindsensorn och returnerar ett medelvärde efter ett fördefinierat antal inläsningar.

input.h

```

class Input
{
private:
    int pinWind;

public:
    Input(int);
    int GetWind();
};

```

input.ino

```
Input::Input(int pinWind)
{
    this->pinWind = pinWind;
    pinMode(pinWind, INPUT);
}

int Input::GetWind()
{
    static int maxVal = 110;
    static int count = 0;
    static int sum = 0;

    int val = maxVal - analogRead(pinWind);
    if(val < 0) { val = 0; }

    sum+=val;
    count++;

    if(count < WIND_SAMPLES) { return -1; }

    int ret = sum/count;
    count = 0;
    sum = 0;

    return ret;
}
```

C 3D-modeller

