Opinnäytetyö (AMK)

Tietotekniikka

2018

Antti-Veikko Reunanen

TEIPPIRULLAN SUORISTAMISEN AUTOMATISOINTI MIMAKI CG-160FX II -LEIKKURIIN

TURKU AMK
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Tietotekniikka | Sulautetut ohjelmistot

2018 | 11

Antti-Veikko Reunanen

TEIPPIRULLAN SUORISTAMISEN AUTOMATISOINTI MIMAKI CG-160FX II -LEIKKURIIN

Opinnäytetyön aiheena on suunnitella laite, jolla pystytään helpottamaan mainosalalla käytettävien leikkureiden käyttöä. Teippiarkkien leikkaamiseen liittyvien toimintatapojen seuraaminen ja niihin perehtyminen nosti esiin merkittävän osan työprosessia, joka vie enemmän aikaa työntekijältä, kuin sen pitäisi. Teippirullan suoristamisen automatisointi lyhentäisi työntekijällä kuluvaa aikaa leikkuun valmistelussa, nopeuttaisi työprosessia, vähentäisi riskejä sekä parantaisi tuotteiden laatua.

Arduino Unolla, laser- ja fotodiodeilla, LED-valoilla, kytkimellä ja kaiuttimella laite suunniteltiin tyhjästä. Näillä komponenteilla suunniteltiin piiri ja C++:aan pohjautuvalla Arduino-ohjelmointikielellä saatiin lopputulos.

Tuloksena oli Arduino Unoon pohjautuva laite, joka käyttää laser- ja fotodiodeita toteuttaakseen yksinkertaisen toimintaperiaatteen. Se ilmoittaa valo- ja äänimerkillä teippirullan suoruuden, poistaen näin prosessin, joka työntekijän pitää tehdä käsin.

Teippirullan suoruuden tarkistavat apulaitteet eivät vielä ole leikkureissa sisäänrakennettuna. Tämän laitteen tarkkuutta voidaan parantaa lisäämällä laser- ja fotodiodien määrää. Niitä ei kuitenkaan voi lisätä liikaa, sillä silloin laitteen koko hankaloittaa sen käyttämistä. Mitä suuremmaksi laite kasvaa, sitä enemmän se on tiellä leikkuun valmistelussa ja jälkikäsittelyssä.

ASIASANAT:

leikkurit, teippirulla, Arduino

BACHELOR´S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Information Technology | Embedded software

2018 | 11 pages

Antti-Veikko Reunanen

AUTOMATING THE ALINGMENT OF A VINYL ROLL FOR A MIMAKI CG-160FX II –VINYL CUTTER

The objective of this thesis was to design a device that eases the use of vinyl cutter used in advertising. Following the activities of cutting vinyl rolls, a very important part of the process rose up, which takes more time from the worker than it needs to. Automating the alignment of a vinyl roll would shorten the time it takes to prepare the cutting, speed up the work process, reduce risk and improve the quality of products.

With Arduino Uno, laser- and photodiodes, LEDs, resistors, a switch and a loud speaker the device was designed from scratch. Using these components to design a circuit and then using a C++ based Arduino programming language, would give the outcome.

The result was an Arduino Uno based device which uses laser- and photodiodes to implement a simple function. It informs the straightness of the vinyl roll with light- and sound signals, eliminating the process where the worker has to do this by hand.

The accuracy of the device can be improved with additional laser- and photodiodes. However, a limited number of laser- and photodiodes can be added to the device, because the increase in size of the device would make the use of the device more difficult. The bigger the device gets, the more it’s going to get in the way of the preparation and the follow up of the cutting process.

KEYWORDS:

vinyl cutters, vinyl roll, Arduino

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO **1**

2 KUVAUS TESSUN TOIMINNASTA **2**

3 TARVIKKEET JA KOMPONENTIT **3**
3.1 Mimaki CG-160fx II -leikkuri 3
3.2 Arduino 3
3.3 Laserdiodi 4
3.4 Fotodiodi 4
3.5 Kytkin 4
3.6 LED-valo 5
3.7 Kaiutin 5
3.8 Vastus 5

4 KYTKENTÄKAAVIO **7**
4.1 Laserdiodeille tarvittava vastus 8
4.2 Fotodiodit 8

5 KOODI **9**

6 LOPUKSI **10**

LÄHTEET **11**

KUVAT

Kuva 1. Laitteen toimintaperiaatteen havainnollistava kuvasarja. 8
Kuva 2. Laitteen kytkentäkaavio sekä ¨siihen käytettävien komponenttien symbolit. 14
Kuva 3. Laitteen toimintaperiaatteen toteuttava koodi. 18

KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO

pn-liitos	Puolijohdeliitos, jossa virta pääsee kulkemaan vain yhteen suuntaan.
Rullateline	Leikkurin osa, johon teippirulla asetetaan leikkausta varten.
Teippiarkki	Vinyylistä tehty iso teippi
Teippirulla	Useita metrejä pitkä, rullaksi pyöritetty teippiarkki.
Vektoripolku	Kaari-, kulma- ja yhdyspisteistä muodostuva matemaattinen kaava, jolla luodaan vektorigrafiikkaa.
Vektorigrafiikka	Vektoripolkuja käyttäen luotua grafiikkaa, joka eroaa bittikarttakuvista siinä, että se ei käytä tiettyihin koordinaatteihin sidottuja yksittäisiä pisteitä.

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on Mimaki CG-160fx II -leikkuriin asetettavan teippirullan suoristamisen automatisoinnin toteuttavan Arduino Unoon perustuvan laitteen suunnittelu. Mainosalalla käytetään erilaisia leikkureita, joilla leikataan pitkiin, rullattuihin teippiarkkeihin haluttuja kuvioita. Rullan suoruus on tärkeässä asemassa, sillä yhdenkin millimetrin epätarkkuus työntää pitkällä matkalla kuvion arkin ulkopuolelle.

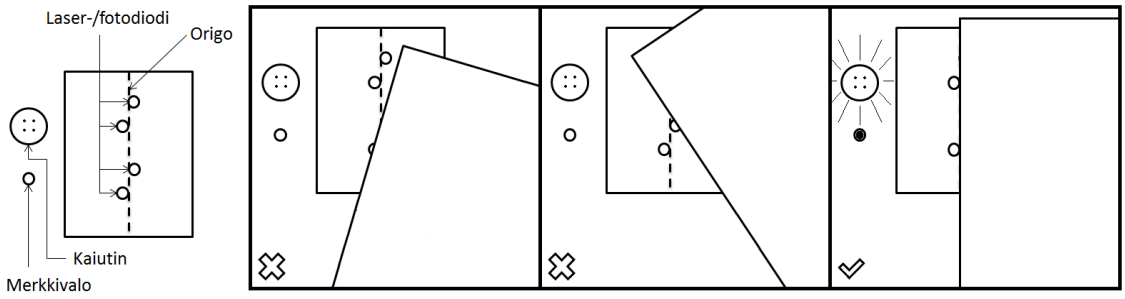
Leikkurissa ei ole sisäänrakennettua suoristajaa tai keinoa asettaa materiaali suoraan. Sen etupaneelissa on senttimetriasteikko, mutta tämä on vain suuntaa antava. Tämä tarkoittaa sitä, että työntekijän pitää rullaa vaihtaessaan tehdä suoristaminen käsin ja käyttämään apuna viivoitinta. Materiaalin suoruus on silti täysin työntekijän silmämääräisen arvion varassa, eli rullan suoruus on tarkistettava ja korjattava tasaisin väliajoin pitkissä leikkuissa. Tämä kuluttaa tarpeettomasti työaikaa.

Laitteen tarkoituksena on lyhentää työntekijällä kuluvaa aikaa leikkuun valmistelussa, nopeuttaa työprosessia ja vähentää riskejä sekä parantaa tuotteiden laatua. Sen yksinkertainen toimintaperiaate takaa, että sen käyttöön ottaminen on helppoa.

2 KUVAUS TOIMINNASTA

Tämä laite asennetaan leikkurin etuosan sivupaneeliin, ohjauskeskuksen puoleiseen päätyyn. Laitteen taakse rullatelineeseen merkitään kohta 25 cm:n etäisyydelle, johon teippirullan reuna kohdistetaan. Tämä kohta on laitteen origon etäisyys sivupaneelista. Teippirullan ollessa paikoillaan materiaali vedetään leikkuriin. Tämän jälkeen etupuolelle tuleva materiaalin sivureuna kohdistetaan laitteen origoon ja laitteen kerrottua materiaalin olevan suorassa (Kuva 1), voidaan leikkurista laskea tassut alas. Tämän jälkeen laite käännetään sen tukivarresta sivuun leikkuun ajaksi ja leikkuu voidaan aloittaa.

Laite käyttää neljää laseridiodia ja neljää fotodiodia suoruuden tarkistamiseen. Laserdiodien sivut ovat origossa kiinni molemmin puolin niin, että joka toinen on vasemmalla ja joka toinen oikealla puolella. Fotodiodit ovat vastaavilla paikoilla vastakkaisessa paneelissa. Tällöin toisen puolen fotodiodin ollessa peitettynä ja toisen puolen fotodiodien edelleen saavan laservaloa, laite tietää materiaalin olevan suorassa. Kun materiaali on suorassa, laite sytyttää merkkivalon ja pitää puolen sekunnin mittaisen äänimerkin. Äänimerkin antaminen voidaan haluttaessa kytkeä pois päältä kääntämällä laitteen sivussa oleva kytkin off-asentoon.



Kuva 1. Laitteen toimintaperiaatteen havainnollistava kuvasarja.

3 TARVIKKEET JA KOMPONENTIT

3.1 Mimaki CG-160fx II -leikkuri

Mimaki CG-160fx II on leikkuri, joka on tietokoneohjattu laite. Leikkuri on ulkonäöltään tulostimen kaltainen. Se toimii samalla periaatteella kuin piirustuslaite, mutta leikkurissa on kynän sijasta pientä puukkoa muistuttava terä. Vektorigrafiikkaan pohjautuva malli, joka ladataan leikkuriin, luodaan tietokoneohjelmalla (esim. Adobe Illustrator tai Corel Draw). Leikkuri pystyy liikuttamaan terää X-akselilla ja tassujen avulla teippiarkkia Y-akselilla. Näin se kykenee ohjaamaan terää mallin vektoripolkuja pitkin, leikaten sille annetun kuvion materiaaliin. Koska materiaali tulee pitkissä rullissa, todella pitkät työt, kuten kyltit ja julisteet, ovat myös mahdollisia leikata. Ainoa rajoite leikkureilla on se, että materiaali on yhden väristä. Työ, jossa on monta väriä, pitää leikata erillisesti eri materiaaleista ja sitten liimata ne päällekkäin. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi liimattavien valokuvien tai monimutkaisten väriyhdistelmien tuottaminen ei onnistu yksin leikkurilla, vaan siihen tarvitaan myös tulostin. Moniväriset teipit ovat helpompia valmistaa tulostamalla, mutta kerroksittain erivärisistä materiaaleista luodut teipit haalistuvat paljon hitaammin.

Leikkureita käytetään tyypillisesti kylttien, julisteiden ja isojen mainosten tekemiseen. Autoihin ja pakettiautoihin mainostekstit tehdään yleensä teippiarkkiin leikatuista kirjaimista. Leikkuria voidaan myös käyttää kuvioiden leikkaamiseen ohuesta pahvista. Teollisuuteen useita satoja kappaleita kerralla tuotettavia teippisarjoja, kuten varoitus- ja ohjetarroja, tehdään tulostamalla.

3.2 Arduino

Arduino on avoimeen lähdekoodiin perustuva mikro-ohjain-alusta ja ohjelmointiympäristö. Laitteisto perustuu 8-bittiseen Atmel AVR -mikro-ohjaimeen, jonka pinneihin voi kytkeä erilaisia komponentteja. Laitteistoa ohjelmoidaan C++:aan perustuvalla Arduino-ohjelmointikielellä, mutta myös muiden ohjelmointikielien käyttö on mahdollista. The Arduino Project tarjoaa Arduinolle sisäänrakennetun kehittämisympäristön (IDE), joka on cross-platform-sovellus Java-kielelle.

Arduino-laitteita on eri malleja, jotka eroavat toisistaan mm. EEPROMin, keskusmuistin ja Flash-muistin sekä digitaalisten ja analogisten pinnien määrissä. Ohjelmointiin käytetään Arduino Alpha -ohjelmaa. Arduinolle on saatavissa myös lisälaitteita, jotka liitetään suoritinkortin päälle. Lisälaitteiden avulla Arduinossa voi käyttää mm. Ethernetiä, GPS:ää, WLANia, sensorikortteja ja kosketusnäyttöjä.

IDE:llä kirjoitettua ohjelmaa Arduinolle kutsutaan sketchiksi. Tietokoneella, jolla sketchi kehitetään, sketchi tallennetaan tekstitiedostona tiedostopäätteellä .ino.

3.3 Laserdiodi

Laserdiodi (Laser diode (LD), injection laser diode (ILD) tai diode laser) on puolijohde, joka on samankaltainen kuin light-emitting-diode (LED). Laserdiodit ovat tyypillisin lasertuote, joilla on monenlaisia käyttötarkoituksia viivakoodinlukijasta valokuituliikenneyhteyksiin. Piiri on suunniteltu LASER COMPONENTS ADL-65075TL –laserdiodilla.

3.4 Fotodiodi

Fotodiodi tai valodiodi on puolijohde, joka muuntaa valoa sähkövirraksi. Virta muodostuu, kun fotodiodi imee itseensä fotoneita. Fotodiodissa voi olla valokuitua, sisäänrakennettuja linssejä ja niissä voi olla joko pieni tai suuri pinta-ala. Fotodiodien reaktioaika hidastuu pinta-alan kasvaessa. Perinteinen valokenno, jota käytetään aurinkovoiman keräämiseen, on iso pinta-alainen fotodiodi.

Fotodiodit ovat samanlaisia kuin puolijohdediodit, mutta niitä voidaan myös käyttää havaitsemaan röntgensäteilyä tai tyhjiössä UV-valoa. Diodit, jotka on suunniteltu käytettäväksi fotodiodina, käyttävät PIN-liitosta pn-liitoksen sijaan. Tämä nopeuttaa reaktio aikaa. Piiri on suunniteltu VISHAY TEMD5510FX01 –fotodiodilla.

3.5 Kytkin

Elektroniikassa kytkin on komponentti, joka pystyy yhdistämään tai katkaisemaan piirin. Se joko katkaisee sähkövirran kokonaan tai ohjaa sen toisesta johteesta toiseen. Se voi olla manuaalisesti ohjattava, kuten esimerkiksi valokatkaisija, sitä voidaan ohjata liikkuvalla esineellä, kuten ovella tai se voi olla sidoksissa johonkin anturiin, joka aistii

esimerkiksi painetta tai kosteutta. Kytkimellä voi olla monta kontaktipistettä, joita voidaan ohjata samanaikaisesti, peräkkäisesti tai vuorotellen. Suuritehoisissa piireissä kytkimien pitää toimia nopeasti, koska vikavirta saattaa olla tuhoisa. Tällaisissa piireissä kytkimillä on yleensä lisäominaisuuksia, jotta raskas virta ei katkea.

3.6 LED-valo

LED-valo (Light Emitting Diode) on kaksipäinen puolijohde, joka käyttää pn-liitosta tuottamaan valoa. Kun sille annetaan oikea määrä virtaa, elektronit kykenevät yhdistymään uudelleen elektroni aukkojen kanssa laitteen sisällä. Näin ne vapauttavat energiaa fotoneina. LED-valot ovat tyypillisesti pieniä, noin 1 mm^2.

Ensimmäiset LED-valot tuottivat runsaasti infrapunavaloa ja niitä käytetään edelleen viihde-elektroniikan kauko-ohjaimissa. Ensimmäiset näkyvää valoa tuottavat LED-valot olivat voimakkuudeltaan matalia ja rajoittuivat punaiseen valoon. Moderneja LED-valoja on saatavana ultraviolettina, infra-aallonpituuksina ja todella kirkkaalla valolla.

3.7 Kaiutin

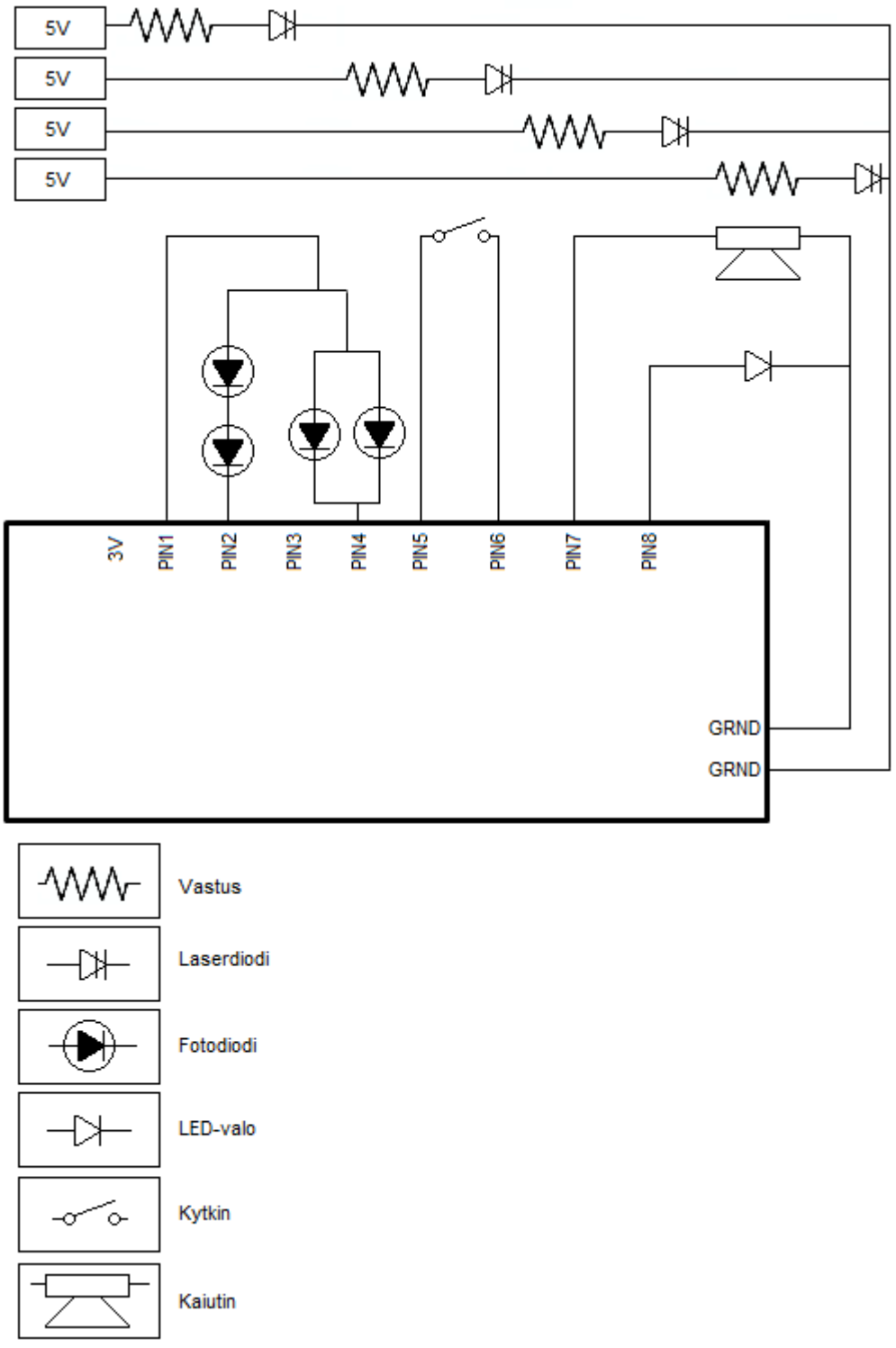
Kaiutin on sähköakustinen komponentti, joka muuttaa saapuvan virran ilmanpaineen vaihteluiksi eli ääneksi. Kaiuttimen toiminta perustuu yleensä ns. dynaamiselle periaatteelle, jossa voimakkaassa magneettikentässä olevaan johtimeen johdetaan äänen mukaan vaihtelevaa virtaa ja tämä aiheuttaa puhekelaan yhdistettyyn kaiuttimen kartioon mekaanisen liikkeen ja sitä kautta ilmanpaineen vaihtelun. Piiri on suunniteltu LOUDITY LD-DR-3519 –kaiuttimella.

3.8 Vastus

Vastuksen tehtävä piirissä on vastustaa tasa- tai vaihtovirran kulkua. Lämpö, aika ja käyttöjännite muuttavat kiinteän vastuksen resistanssia vain hieman. Säädettävän vastuksen resistanssia voidaan muuttaa manuaalisesti tai tunnistuslaitteilla esim. lämmöllä, valolla tai kosteudella.

Vastukset ovat tyypillinen osa sähköverkkoja. Ne ovat läsnä kaikissa elektronisissa laitteistoissa. Vastuksia tehdään useista erilaisista yhdisteistä ja sen käyttötarkoitus määräytyy sen vastustuskyvyn perusteella.

4 KYTKENTÄKAAVIO



Kuva 2. Laitteen kytkentäkaavio sekä siihen käytettävien komponenttien symbolit.

Jotta tiedetään, minkä kokoiset vastukset piiriin tarvitaan, lasketaan laserdiodien vaatima käyttöjännitte.

4.1 Laserdiodeille tarvittava vastus

Lasketaan laserdiodeille tarvittavat vastukset käyttäen laserdiodin kynnysjännitettä. Jos yhden laserdiodin virta on 25 mA, niin silloin etuvastuksen yli pitää syntyä jännitehäviö (syöttöjännite - kynnysjännite), joka on tässä tapauksessa

$$5\ V - 2{,}1\ V = \ 3{,}9V$$

Kun vastuksen läpi menevä virta tunnetaan, joka on sama kuin diodin läpi kulkeva virta, ja tunnetaan sen yli kulkeva jännite, niin vastusarvo voidaan laskea

$$R = \frac{U}{I}$$

$$\frac{3{,}9\ V}{25\ mA} = 156\Omega$$

Laskujen perusteella tiedetään, että yhden laserdiodin eteen tulevan vastuksen suuruus tulee olla 156 ohmia.

4.2 Fotodiodit

Fotodiodit on jaettu kahdelle pinnille. Pinnille 2 kulkee virta, kun molemmat fotodiodit saavat valoa ja pinnille 3 virta ei kulje lainkaan, jos molemmat fotodiodit ovat peitettynä.

5 KOODI

Lähdekoodi ladataan Arduinoon sen omaa ohjelmointi alustaa käyttämällä. Kuvasta 3 löytyvä koodi toteuttaa ensimmäisessä luvussa kerrotun toimintaperiaatteen.

Tessu | Arduino 1.6.6

Tiedosto Muokkaa Sketsi Työkalut Apua

Tessu §

```
#include <Arduino.h>

//Määritetään jokaiselle pinnille oma komponenttinsa
int fdiodSET = 1;
int fdiodON = 2;
int fdiodOFF = 4;
int switch1 = 5;
int switch2 = 6;
int speaker = 7;
int led = 8;

int soundcntrl = 0; //Muuttuja äänimerkin ohjaamista varten

void setup() {
  pinMode(speaker, OUTPUT); //Asetetaan kaiuttimen pinMode ulostuloksi
  pinMode(led, OUTPUT); //Asetetaan merkkivalon pinMode ulostuloksi
  pinMode(switch1, OUTPUT);
  pinMode(switch2, INPUT); //Asetetaan kytkimelle ulostulo ja sisääntulo pinnit
  pinMode(fdiodSET, OUTPUT);
  pinMode(fdiodON, INPUT);
  pinMode(fdiodOFF, INPUT); //Asetetaan fotodiodieille ulostulo ja sisääntulopinnit
}

void loop() {
  if(digitalRead(fdiodON) == 1){
    if(digitalRead(fdiodOFF) == 0){ //Tarkistetaan, että ne fotodiodit,
                                    //joiden kuuluu saada valoa ovat päällä ja
                                    //ne, joiden kuuluu olla peitettynä, ovat
                                    //peitettynä
      //Jos materiaali on suorassa
      digitalWrite(led, 1); //Merkkivalo päälle
      digitalWrite(switch1, 1); //Aloitetaan kytkimen tarkistus
      if(digitalRead(switch2) == 1){ //Tarkistetaan kytkimen 1 asennosta, annetaanko äänimerkki
        if(soundcntrl == 0){ //Tarkistetaan, onko äänimerkki jo annettu
          digitalWrite(speaker, 170); //Aloitetaan äänimerkki
          delay(500);
          digitalWrite(speaker, 0); //Lopetetaan äänimerkki
          soundcntrl = 1; //Asetetaan merkkiäänen ohjausmuuttuja asentoon 1,
                          //jotta äänimerkkiä ei päästetä uudestaan niin kauan, kun materiaali on suorassa
        }}
      digitalWrite(switch1, 0); //Lopetaan kytkimen tarkistus
    }}
      else{
      //Jos materiaali ei ole suorassa
      digitalWrite(led, 0); //Merkkivalo pois päältä
      soundcntrl = 0; //Asetetaan merkkiäänen ohjausmuuttuja asentoon 0, jotta äänimerkki
                      //voidaan päästetään, kun materiaali on suorassa
    }}
```

Kuva 3. Laitteen toimintaperiaatteen toteuttava koodi.

6 LOPUKSI

Jotta laite voidaan ottaa käyttöön, se tarvitsee kotelon, johon laser- ja fotodiodit on asennettu vastakkain, kuten Kuvassa 1. Teippirullan suoruus tulee tarkistaa käsin ennen ensimmäistä leikkuuta, jotta voidaan olla varmoja laitteen tarkkuudesta myöhemmissä leikkuissa. Tämän tyyppiset apulaitteet tulevat olemaan leikkureissa sisäänrakennettuna muutaman vuoden sisällä ja myöhemmin ne osaavat itse suoristaa teippirullan.

Laitteen tarkkuutta voidaan lisätä lisäämällä laser- ja fotodiodien määrää. Niitä ei kuitenkaan voi lisätä liikaa, sillä silloin laitteen koko hankaloittaa sen käyttämistä.

LÄHTEET

Hernando Barragán. 2016. The Untold History of Arduino

Malmö University.Arduino FAQ – With David Cuartielles. 2013. Viitattu 1.3.2018 www. http://medea.mah.se/2013/04/arduino-faq/

Yukish, Adam - "How to Create a Custom T-shirt Business". 2015. Viitattu 4.3.2018 www.adamyukish.com

Top Ten Notch - Top 10 Best Vinyl Cutter – [Reviews & Buying Guide 2018]. 2018. Viitattu 18.5.2018 https://toptennotch.com/best-vinyl-cutter

Cox, James F - Fundamentals of linear electronics: integrated and discrete. 2001. Viitattu 20.5.2018 https://books.google.fi/books/about/Fundamentals_of_Linear_Electronics.html?id=FbezraN9tvEC&redir_esc=y

Kaarlo I. Railo Oy 1990 Electornics Study System 1 Forssa: Kaarlo I. Railo Oy

VISHAY - TEMD5510FX01 Semiconductors, 2017, Viitattu 25.5.2018 https://www.tme.eu/fi/Document/c22897f1168b1c167eb3fe1f9076e5d3/TEMD5510FX01.pdf

Arima Lasers – AlGalnP Visible Laser Diode ADL-65075TL. 2005. Viitattu 26.5.2018 https://www.tme.eu/fi/Document/bae90bf48afe209c84db087db1afdd25/ADL-65075TL.pdf

Coldren; Scott W. Corzine; Milan L. Mashanovitch - Diode Lasers and Photonic Integrated Circuits. 2012. Viitattu 28.5.2018 https://books.google.fi/books?id=D6Ub126rtPoC&redir_esc=y

RSIA - Engineer's Relay Handbook, 5th edition, Chapter 1.6. 2017. Viitattu 4.6.2018 https://web.archive.org/web/20170705143411/http://www.esterline.com/powersystems/DesignReference/RelayHandbook.aspx

Gomez, Daniel - Texas Microsystems "TI LED Lighting Solution Overview". 2018. Viitattu 21.7.2018 http://www.ti.com/ww/mx/multimedia/webcasts/TI_AVNET_Webinar_LED_Driver_11-26-2010.pdf

Hawksford, Malcolm John - Smart Digital Loudspeaker Arrays, Journal of the Audio Engineering Society. 2004. Viitattu 10.9.208https://www.researchgate.net/publication/269099226_Smart_Digital_Loudspeaker_Arrays