



Ω TANKE

Presenterer

Locust

For inkludering av alle i undervisningen

Teknisk rapport Vår 2023

Jingxing Cai - jingxinc Veslemøy Andersen - veslean
Emma Marie Livsey - emmamliv Julie Ruud - julieruu
Michael Romanich - micharom

IN1060 - Bruksorientert design
Institutt for informatikk

Målet for prosjektet	2
Hva viser videoen	4
Oversikt over komponenter	5
Fremgangsmåte	7
Krets.....	7
Lodding.....	7
Tilføring av strøm.....	7
I/O.....	8
Kode.....	8
Link til kode.....	8
Variabler.....	8
Logikk.....	9
Tinkercad-modell	10
Form	10
Diskusjon	12
Kommunikasjon mellom enheter.....	12
WiFi-modul.....	12
SPI.....	12
I2C.....	13
Valg av sensor.....	13
RFID.....	13
Fotoresistor.....	14
Konklusjon	14
Litteratur	14
Illustrasjoner	15

Målet for prosjektet

Artefakten har som hensikt å stille alle elever på lik linje, med mål om å engasjere og bygge relasjoner i klasserommet. I en undervisningssituasjon kan det uavhengig alder være ukomfortabelt og skummelt å signalisere forståelsesnivå med håndsopprekning og vokalisert formidling. Dette kan hindre at elevene formidler sin forståelsesevne, som gir både elev og underviser en følelse av maktesløshet. Artefakten tilrettelegger for at hver elev får en stemme, ved å kartlegge forståelsesnivået i klasserommet. Denne automatiseringen skal forårsake en omfordeling av arbeid (Soma, et. al, 2018, s. 1). Systemet tar seg av hodebryet om å tolke og registrere klassens forståelsesnivå, mens underviseren kan dedikere tiden til å gi elevene riktig informasjon til riktig tid.

Prototypen skal dermed ha følgende funksjonalitet:

1. Elev skal kunne signalisere forståelse diskret fra sin pult med en tilhørende Elev-enhet.
2. Tre nivåer av forståelse kategoriseres etter farge:
 - a. **Rødt** betyr “Jeg forstår ikke”
 - b. **Gult** betyr “Jeg trenger oppklaring/Vennligst repeter”
 - c. **Grønt** betyr “Jeg forstår”

Dette registreres av en teller som holder styr på antall elever, som for øyeblikket er innenfor hver kategori når undervisningen skjer.

3. Underviser får denne oversikten presentert av et betinget antall LED-lys fra sin egen Underviser-enhet.

På grunnlag av systemets hensikt, funksjonalitet, samt brukernes forventninger til systemet, har følgende funksjonelle og ikke-funksjonelle krav blitt angitt.

Funksjonelle krav	
<i>Elev-del</i>	<i>Lærer-del</i>
<ul style="list-style-type: none">● Skal kunne ta input fra tre forskjellige fotoresistorer● Et blått lys som gir brukeren signal om at input er gitt, med hensikt om å ikke utlevere brukeren.	<ul style="list-style-type: none">● Systemet skal få inn antall signaler fra hver fargekoordinerte fotoresistor.<ul style="list-style-type: none">○ En teller som holder styr på hvor mange som har signalisert med hvilken farge.● Data skal være anonymt.<ul style="list-style-type: none">○ Tre lys på tre farger○ Representeres som hver tredje elev (f.eks. (2 av 3 elever skjønner ikke)● Lærer skal kunne resette telleren til 0.

Ikke-funksjonelle krav	
<i>Elev-del</i>	<i>Lærer-del</i>
<ul style="list-style-type: none"> ● Enhet skal være diskret plassert ved elevens pult, og skal tilrettelegge for anonymitet og privatliv. ● Fotoresistor sin respektive farge skal være diskret, men lett for brukeren og se. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Enhet er plassert ved lærerens pult ● Farge-teller er oversiktlig - gir raskt overblikk over klassens grad av forståelse.

Hva viser videoen

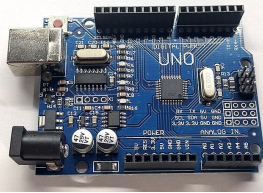
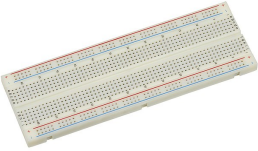
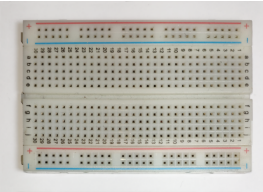

[Link til video](#)

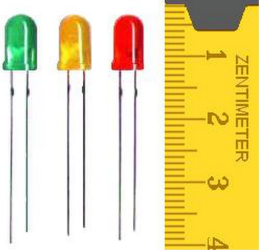

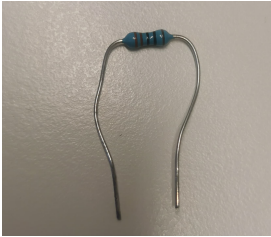

Videoen starter i bruksscenarioet, der underviseren møtes med lite respons fra sine elever. Her presenteres problemstillingen. Undervisere skulle ønske det var en måte å lese studentenes tanker på, slik at undervisningen enkelt kan tilpasses etter hva elevene forstår. Her presenteres Ohmtankes Locust og dens funksjoner, som en løsning på problemet og svar på underviserens bønn. I hoveddelen forklares interaksjonen og den tekniske løsningen. Videoen avsluttes med bruksscenarioet der Locust har blitt inkorporert, og bedret læreren og elevenes situasjon.

<i>Hva viser videoen?</i>	<i>Hva viser ikke videoen?</i>
<ul style="list-style-type: none"> ● Beskrivelse og plassering av fotoresistor og deres mening. ● Bevegelse av skyve-brikke, for å angi input. ● Plassering under elevens pult og på underviserens kateter. ● At enhetene kommuniserer med hverandre, der input hos elev-enheten faktisk manifesteres som output hos underviser-enheten. ● At telleren resettes og dermed skrur av lysene. ● At trådløs kommunikasjon er simulert. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Trådløs kommunikasjon, da dette simuleres av ledningene. ● Input fra flere enheter. Koden ble utformet så input av ulik tilstand kunne gis flere ganger av samme enhet. I det endelige produktet skal en enhet kun ha én tilstand om gangen. Dette ble gjort for å simulere flere brukere sin interaksjon, og påvirkning på output.

- Artefaktens tekniske komponenter

Oversikt over komponenter

Utseende	Komponent	Antall	Hensikt
	Arduino UNO	1	Hovedenhet. Gir strøm og kjører program.
	Stort breadboard	1	Tilfører strøm til komponenter hos Lærer-del
	Lite breadboard	1	Tilfører strøm til komponenter hos Elev-del
	Fotoresistor	3	Måler lysstyrke som signal fra student. Input gis ved at mindre lys tilføres og registreres.

	LED	10	<p>1 LED-lys som signaliserer for elev at input er gitt (blått)</p> <p>9 ledlys som signaliserer med farge hver tredje elev som ikke forstår, har spørsmål eller forstår. Tre LED til hver av de tre fargene (rød, gul, grønn).</p>
	10kΩ resistor	3	Tilfører motstand til fotoresistor for å forhindre kortslutning
	220Ω resistor	9	Tilfører motstand til LED-lys for å forhindre kortslutning
	Signal-ledninger	16	Fører strøm rundt i parallellkobling og til fotoresistor.

	Mann-hopp kabel	6	Forlengelse ved sammensetning av kabler
	Mann/Dame-hopp kabler	26+	Tilfører og sender strøm rundt i kretsen Forlengelse ved sammensetning av kabler

Fremgangsmåte

Krets

Lodding

For å tilrettelegge for form ble LED-lys og fotoresistor forlenget gjennom lodding. Hvert komponent ble loddet fast til to mann-hopp kabler. Lodding ble utført med loddepenn og tin-kabel, der tinn ble varmet opp og tilført for å stabilt tilkoble hvert komponent til to ledninger. Ved hjelp av denne forlengelsen kan hvert komponent lett plasseres i sine respektive deler av formen.

Tilføring av strøm

Kretsen er parallellkoblet og fordelt mellom to breadboards (Elev og Underviser), og en felles mikrokontroller. Kontrolleren får strøm fra 5V til a,b,c,d,e-sidens positive busstripe, og jordes på hver ende av på samme negative busstripe. I tillegg føres jording i kretsens terminal stripe punkt 1a. To jordinger er direkte koblet til hver sin respektive GND-pin plassert på mikrokontrolleren. En tredje jordingen er koblet fra "Elev"-breadboardets negative busstripe til "Underviser"-breadboardet sin negative busstripe. På "Underviser"-breadboardet sin negative side på den motsatte busstripen er enda en jording tilkoblet fra mikrokontrolleren. Ved siden av her er det enda en ledning som fører strøm, og er plassert på busstripens positive side. Ledningene tilkoblet "Underviser"-delen måtte kobles

sammen av flere mann/dame-ledninger og minst én mann-ledning, så ønsket avstand kunne oppnås mellom “Elev”- og “Underviser”-del.

I/O

“Elev”-breadboard er tilkoblet de tre analoge pinnene A0, A1 og A2 som kobles videre til tre respektive fotoresistor som registrerer lysstyrke. Denne delen av kretsen er parallellkoblet. Strømmen føres med en ledning fra busstripens negative side, gjennom en 10kΩ resistor, til fotoresistor og tilbake til busstripen sin positive side. Konsekvensen av lysstyrken vil signaliseres av de ni LED-lysene plassert på "Underviser"-breadboard, fordelt mellom tre respektive fargesignaler: Rød, gul og grønn. LED-lysene ble tilført strøm fra digitale pins 4 til 12, med unntak av digital pin 10, dersom lav nok lysstyrke blir registrert. I likhet med jording fra “Elev”- til “Underviser”-delen måtte kabler kobles opp til hverandre for ønsket lengde. Betingelsen for LED-lysenes respons til ulike lysstyrker forklares av koden beskrevet nedenfor. “Underviser”-delen har også en reset-knapp som nullstiller antall elever sin forståelse, og dermed skrur av LED-lysene.

Kode

[Link til kode](#)

Variabler

Variabel	Forklaring
gronnPr gulPr rodPr	Henter inputs fra fotoresistor som er koblet til analoginputport A0, A1 og A2 ved hjelp av funksjonen analogRead().
grense	En konstant variabel som angir grensen for hvor mye endring det må være i fotoresistor sin analoge verdi for at input skal registreres.
resetKnapp	Variabelen resetKnapp brukes til å definere hvilken digital pin på Arduino-brettet som er tilkoblet reset-knappen. Pinnen knappen ble tildelt var digital pin 2.
knappStatus	Variabelen brukes til å lese statusen til resetKnapp. Ved hjelp av funksjonen digitalRead() leses tilstanden til den digitale pinnen og returnerer statusen.
gronnTeller gulTeller rodTeller	Disse variablene brukes til å lage antall ganger betingelsene i koden er oppfylt. De brukes til å kalkulere hvor mange led lys som skal lyse til en hver tid i prototypen.

blattLys grontLys1 grontLys2 grontLys3 gultLys1 gultLys2 gultLys3 rodtLys1 rodtLys2 rodtLys3	Disse variablene representerer LED-lysene i kretsen. De er koblet på de analoge pinnene 3-13. Disse variablene brukes sammen med funksjonen digitalWrite() for å styre deres respektive tilstander avhengig av logikken i koden.
sistOppdatert	Dette er en variabel som brukes til å holde styr på hvilken tilstand/betingelse som sist ble oppdatert i koden. Grunnen for denne variabelen er at ønsker at samme utfall ikke skal kunne inntreffe flere ganger på rad.

Logikk

Etter at variablene er laget og eventuelle pinModes er etablert i setup(), starter koden med å lese verdiene fra de 3 fotoresistorene. Deretter leser vi inn resetknappen sin status. Fotoresistorenes verdier printes slik at vi kan lese endringer i verdiene deres.

Den neste kodeblokken består av en if-setning, som tillater reset av input gitt. Hvis betingelsene blir møtt (knappen trykkes), vil tellerne i programmet settes til 0 og alle lysene blir satt til LOW (skrudd av). Det blir satt en delay på 6 sekunder slik at man ikke kan registrere inputs fra elev delen i dette tidsrommet.

Neste kodeblokk består av flere betingelser som må bli møtt for at det skal registreres input fra brukeren. Disse angis også i en rekke if-setninger. For at en input skal registreres, må en av verdiene til fotoresistorene være under en satt grense og de to andre verdiene må være over. Dette er gjort for at man ikke skal kunne gi inputs utilsiktet når man drar skyve-enheten fra ett sted til et annet.

I tillegg må variabelen sistOppdatert (beskrevet i tabellen over) også være ulik fra den siste inputen som ble gitt for at det skal registreres. Disse betingelsene må altså evaluere til TRUE for at det skal registreres input. Når disse betingelsene blir møtt, oppdateres telleren til den respektive fargen og et

blått lys vil lyse i 1 ½ sekund med bruk av delay(). Denne if-setningen forekommer tre ganger, en for hver farge.

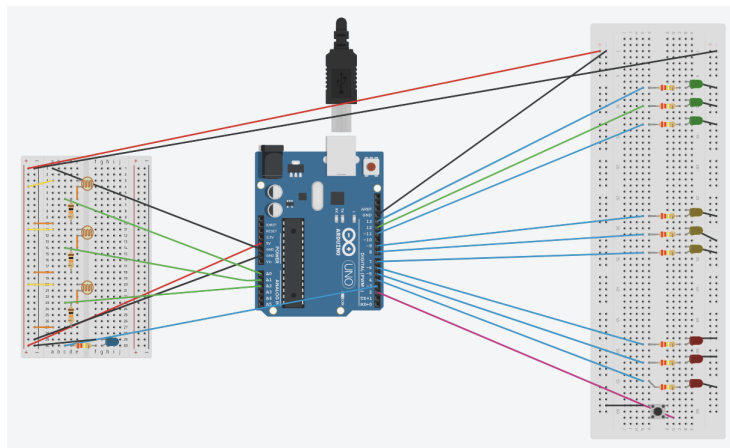
Det neste som skjer i koden er at tellerne printes i serial, slik at vi kan lese endringene i verdiene deres. Deretter kommer det noen if-setninger som sjekker om tellerne til de forskjellige fargene enten er:

- Større enn eller lik 3
- Større enn eller lik 6 og mindre enn 9
- Større eller lik 9

Når den første betingelsen blir møtt, vil lys nr 1 av den respektive fargen lyse opp. Når betingelse nr. 2 blir møtt, vil lys nr. 2 for den respektive fargen lyse opp. Når betingelse nr. 3 blir møtt, vil lys nr. 3 av den respektive fargen lyse opp.

Helt til slutt i kodens loop-metode er der satt en delay til 100ms slik at denne loopen går 10 ganger i sekundet. Den korte delayen er viktig, da den tillater programmet å gå fort nok for at brukeren kan rekke det lille vinduet der reset-knappen kan trykkes. På denne måten kan brukeren resette når som helst, da koden raskt looper tilbake til if-setningen som tillater at knappetrykk blir registrert.

Tinkercad-modell



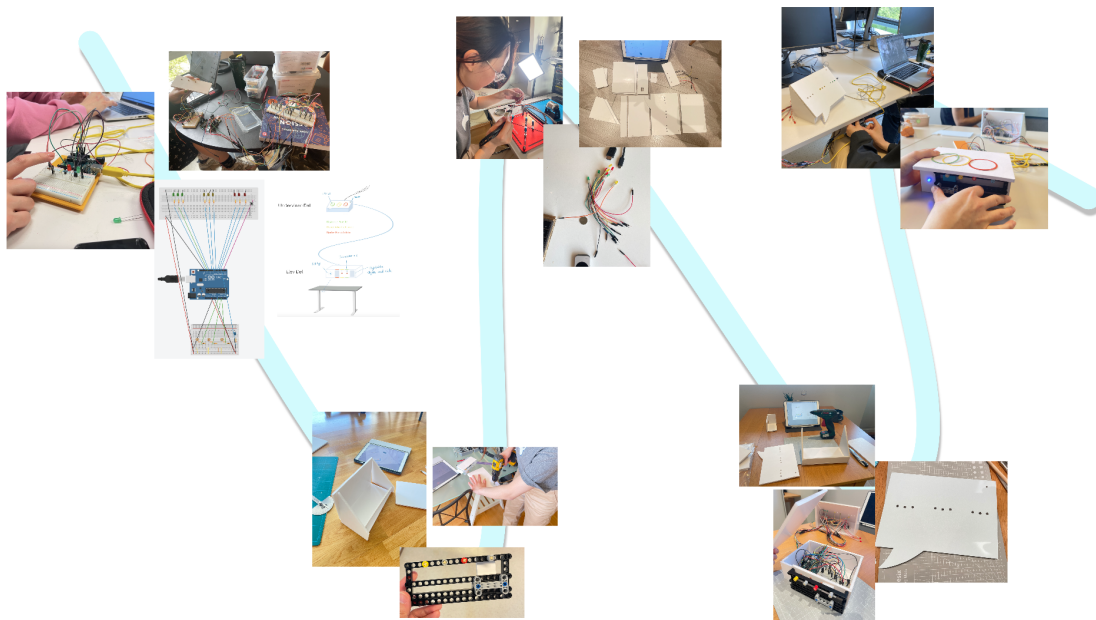
Form

Prototypens form er basert på prototypeskissene og størrelsen på Arduinoen. Først skrev vi dimensjonene ned for alle delene, så det var god plass til både mikrokontroll og ulik størrelse brødbrett. Når selve formgivningen skulle skje, valgte vi skumplast-kartong som materiale. Grunnen til valget er fordi skumplast-kartong er lettere å iterere med, samtidig som det gir god beskyttelse og

demping. I formgivningen, brukte vi kniven til å kutte kartongen i forskjellige deler. Hullene til fotoresistor, lys og reset-knapp ble boret med drill. For å gjøre senere montering av LED-lys, fotoresistor og knapper fleksibel og enklere, loddet vi komponentene for å forlenge dem. Hvordan loding foregikk kan leses om i “Fremgangsmåte”-seksjonen ovenfor.

Formens utseende hadde smidighet som mål både interaksjonsmessig og estetisk. Vi brukte LEGO som materiale på en smart måte for å lage en bevegelig plate som dekker fotoresistor. Dette gjorde det mulig for brukerne å justere sensoren sømløst både til venstre og høyre, samtidig som det la til en lekenhet i brukeropplevelsen. Etter det tekniske systemet var plassert i formen, limte vi skumplast-kartongen sammen med en Bosch limpistol. Den var effektiv, sterk og holdbar. Helt til slutt pakket vi prototypen inn i fargerik kartong, som ga sluttproduktet en ren og glatt finish.

Formens fargevalg ble gjort med omhu, av hensyn til hva hver enhet formidler. Elev-delen er oransje på begge sider, for synlighet så elevene unngår å støte borti artefakten. Bruken av blå farge på underviser-delen er ment å formidle en følelse av profesjonalitet samtidig som den skiller seg fra elev-delen. Den blå fargen bidrar til å skape en mild og ordnet atmosfære som hjelper elevene med å fokusere og delta i læringen. Bruken av lyseblå farge gjør LED-lysene i rødt, gult og grønt mer iøynefallende.



Diskusjon

Kommunikasjon mellom enheter

Ledningene som kobler de to breadboardene sammen har som hensikt å simulere kommunikasjon mellom to enheter. Alternativer som tilrettela for mindre bruk av ledninger ble vurdert, men valgt bort av hensyn til tilgjengelighet, prioriteringer og tekniske årsaker. Alternativer til implementasjon inkluderte Wifi-modul og protokoller som SPI og I2C. Nedenfor vil Wifi-moduler, SPI og I2C sin tenkte implementasjon bli forklart, sammen med hvorfor implementasjon ikke fant sted. Hensikten er å begrunne hvorfor vi heller gikk for simulering av trådløs kommunikasjon.

WiFi-modul

Da sluttproduktet skal bestå av flere enheter, vurderte vi Wifi-modul da den kunne tilknytte de distribuerte enhetene til én server. Implementeringen av modulen hadde blitt gjort ved hjelp av utallige, tilgjengelige dokumentasjoner om ESP8266 WiFi-modulen. Wifi-modulen har en integrert TCP/IP-kontroll, som gir mikrokontrolleren tilgang til Wifi ved tilkobling (Kodali & Mahesh, 2016, s. 406). Implementeringen hadde skjedd ved å angi servernavn, samt relevant TCP/IP-portnummer som gir tilgang til MQTT-protokoll brukt for kommunikasjon mellom maskiner (Kodali & Mahesh, 2016, s. 404). Videre hadde de nødvendige stegene for tilgang og begrensning til data fra WiFi-modulen, blitt fulgt.

Fremgangsmåten beskrevet ovenfor er kun informasjon tilegnet for å få en ide om eventuell implementasjon, men den fant aldri sted. Av den grunn er det usikkerhet på hvordan dette hadde fungert, og hvilke andre hensyn vi ville vært nødt til å ta underveis. Grunnen til at WiFi-modul ikke ble implementert var at forhandlere som kunne tilby WiFi-modul i tide var utsolgt. Det var likevel viktig å gjøre seg kjent med WiFi-modulen i teorien, da dette kan være en implementasjon i videreutviklingen.

SPI

Serial peripheral interface (SPI) er et protokoll anvendt i kommunikasjon mellom integrerte kretser (Leens, 2009, s.8). I likhet med I2C kommuniserer den gjennom databuss, der ledninger kobler to enheter til hverandre mellom deres fire respektive pins. Forholdet mellom enhetene er én som gir instruksjoner (master) og én som følger instruksjonene (slave).

Da kretsen ble forenklet etter forkastningen av RFID-av som sensor, ble SPI vurdert for å “heve” kretsens implementasjon. Vi konsulterte ChatGPT om implementeringen av SPI. ChatGPT forklarte at SPI krever flere I/O-pinner, noe som gjør det uegnet ved begrenset antall I/O-ressurser eller når du

trenger langdistanse-kommunikasjon. Det ble videre foreslått at I2C var et bedre egnet alternativ i vårt tilfelle. Av denne grunn ga vi I2C et forsøk.

I2C

Inter-integrated-circuit-protokoll (I2C) er en fler-bruker-protokoll som kommuniserer med en seriell databuss (Mankar, et.al, 2014, s. 478). I2C omtales som en elegant kontroll da den tillater flere master-enheter til å instruere og observere kommunikasjon gjennom såkalte bus-linjer (Leens, 2009, s. 9, 13). Denne “multitaskingen” tillater hver enhet å oppdage kollisjoner ved kommunikasjon mellom enhetene. Av den grunn ville implementasjon av I2C være ideell i den faktiske brukssituasjonen, der flere “Elev”-enheter kobles opp mot en eller flere “Lærer”-enheter.

Hensikten med prototypens implementering av I2C var å minske antall ledninger mellom to enheter. Da I2C krever færre pinner enn SPI, ble den valgt til å simulere interaksjon mellom de to enhetene med kun to ledninger (Leens, 2009 s. 2009). For å muliggjøre dette ble de to breadboardene tilknyttet to respektive mikrokontrollere som ble koblet til hverandre mellom deres respektive analoge pinner A4 og A5. Denne tilkoblingen tillater overføringen av data med signal sendt fra A4 som serial data (SDA) og A5 som serial clock (SCL). SCL holder tiden der dens LOW/HIGH-tilstand påvirker data fra SDA ved å endre den eller holde den stabil, respektivt (Leens, 2009, s.11).

Implementasjonen av kretsen var uproblematisk, men koden bød på utfordringer. Selve kretsen var enkel å implementere og hadde god plass i designets form. Her slet gruppa med å fordele relevante deler av koden mellom tilhørende kontrollene, samt finne og få tilgang til nødvendig bibliotek (Wire.h). På grunn av disse utfordringene, og av hensyn til tidsfrist, la vi I2C på is. Det viktigste var at Arduinoen simulerte det den skulle, noe den allerede gjorde, dog med flere ledninger enn ønsket.

Valg av sensor

RFID

RFID var den initielle sensoren, som kommuniserte med I2C. Her kunne student selv signalisere forståelse ved initiere protokollens nødvendige START-betingelse ved å presentere RFID-en sin frekvens (Mankar, et.al, 2014, s. 476). Til tross for positive omtaler om I2C sine egenskaper som fleksibilitet og høy ytelse, oppsto det et tilsynelatende uløselig problem som følge av sårbarhet tilknyttet protokollen. Etter mye testing ble det observert at RFID-en kun kommuniserte en gang i blant. Det ble derfor konkludert at RFID måtte loddas for å stabilt tilkoble sensoren, samt fikse eventuell “cold joint soldering”. Dette ble gjort uten feil, men RFID-en hadde fortsatt problemer.

Etter mye testing viste feilmeldinger i terminalen at RFID-en sin Firmware var “ukjent eller ødelagt”. Ingeniøren tilstede på Sonen foreslo at problemet kan ha oppstått av at RFID-en har sittet løs for ofte og lenge på sin tilhørende rad med pinner. Dette var altså en feil som ble gjort helt på starten da vi koblet og testet RFID-en til kretsen før den ble loddet. Ifølge ingeniøren kan denne fysiske ustabiliteten ha forårsaket feil-signal i RFID-ens bussforbindelse, som gjorde at Firmware var blitt irreversibelt avinstallert eller ødelagt. Etter denne feilen forkastet vi RFID som sensor til fordel for fotoresistor.

Fotoresistor

Fotoresistoren er et analogt komponent som kan måle et bredt spekter av varierende lysstyrke. Ved tilkobling til tre analoge pins kan fotoresistor ta inn kontinuerlige elektriske signaler, som måler spenning i et bredt numerisk omfang. Lysstyrken fanget opp av fotoresistor vil påvirke motstanden i kretsen, altså hvor lett strømmen slipper gjennom, og dermed beregne styrken på lyset (Bratteteig, 2021, s. 123). Jo mindre lys, jo mer motstand. Dersom én sensor registrerer mindre lys under en gitt grense bestemt i koden, registreres dette av en teller som igjen styrer lysene. På denne måten kan eleven signalisere sin forståelse ved å tilføre mindre lys til den relevante fargekodete fotoresistor. Ved å tilføre den “røde” fotoresistor mindre lys signaliserer eleven til systemet at hen ikke forstår det som gjennomgås.

Konklusjon

Vi i Ohmtanke har produsert en teknisk løsning som både fungerer og møter kravene vi etablerte underveis i prosessen. Den tekniske løsningen gir elevene en stemme, og underviser en oversikt. Veien til den tekniske løsningen har ikke vært feilfri, men gitt oss mye teknisk innsikt om mulighetene videre. Vendingene gjorde at vi måtte sette oss inn i en rekke teknologi og protokoller vi ikke var kjent med fra før. Her var det i hovedsak tidsfrister og tilgjengelighet som satte begrensningene for hva vi kunne utrede med artefakten. Veien videre vil innebære å etablere trådløs kommunikasjon mellom enhetene.

Litteratur

Bratteteig, T., 2021. *Design for, med og av brukere*. Oslo: Universitetsforlaget.

Kodali, R. K. & Mahesh, K. S., 2016. A low implementation of MQTT using ESP8266. ss. 404-408.

Leens, F., 2009. An Introduction to I2 C and SPI Protocols. *IEEE Instrumentation & Measurement Magazine*, Februar, ss. 8-13.

Mankar, J., Darode, C., Kanoje, M. & Shahare, P., 2014. Review of I2C protocol. *International Journal of Research in Advent Technology*, Januar, ss. 474-479.

Soma, R., Søyseth, V. D., Søyland, M. & Schulz, T. W., 2018. *Facilitating Robots at Home: A Framework for Understanding Robot Facilitation*. s.l., International Academy, Research and Industry Association (IARIA).

Illustrasjoner

Privat

Creative Commons - (CC0 1.0) Public Domain **Dedication**