

# Design, utvikling og testing av en trådløs værstasjon-krets som implementeres ved hjelp SMD komponenter

Manhal Munir Al-Khayat, FYS4260

## Sammendrag

Dette er en rapport som omhandler lagging av en værstasjon ved bruk av PCB design i programmet CadStar. Jeg vil ta for meg hvilken fremgangsmåte jeg brukte i *CadStar*, og hvordan værstasjonen fungerte etter mine forventninger. Værstasjonen skulle fungere med en sender utendørs og en mottaker innendørs med en LCD-skjerm som kunne vise alle de relevante verdiene om været utendørs og forholdene innendørs.

## 1. Introduksjon

I denne rapporten vil jeg beskrive hvordan jeg lagde en trådløs værstasjon med sender og mottaker. Jeg ville at værstasjonen skulle måle temperatur og fuktighetsnivå inne og ute, samt lysstyrke ute. Jeg tenkte å drive kretsen med strøm på flere enn en måte, noe som gjør at kretsen kan lett brukes. Jeg ønsket å bruke batteri eller USB-uttak for kortsiktig bruk, og oppladbart batteri og solcellepanel for langtids bruk. Solcellepanel er spesielt nyttig da den ene delen av værstasjonen alltid vil være plassert utendørs.

## 2. Metode og materialer

Metoden jeg brukte for å lage værstasjonen kan deles inn i tre hoveddeler: skjematikk, PCB design (plassering og routing) og montage. Jeg brukte programmet *CadStar* gjennom hele prosessen. Først måtte jeg lage skjematikken til værstasjonen med utgangspunkt i en skjematikk fra semestersiden til kurset. Deretter plasserte jeg komponentene i *PCB design* i *CadStar*, som jeg implementerte fra skjematikken. Deretter rutet jeg de riktige komponentene til hverandre, for å få det endelige PCB designet slik at kretskortet ble klart til produksjon. Min design består av to identiske kretskort – en sender og en mottaker. Etter jeg fikk kortene fra produksjon, utførte jeg montage av de fysiske komponentene.

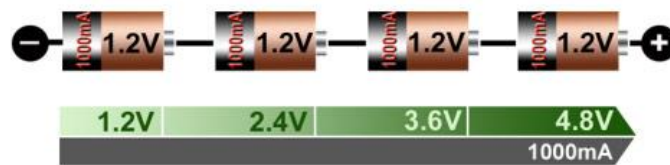
### 2.1 Skjematikk

Jeg startet med skjematikken til designet ved hjelp av *CadStar*. I starten prøvde jeg å følge skjematikken vi fikk slavisk, deretter prøvde jeg å forstå funksjonen til hver del av den utdelte skjematikken. Jeg kom frem til at jeg kunne endre på denne skjematikken ved å fjerne deler som jeg ikke trengte og legge til deler jeg ønsket. Jeg fjernet *FTDI RS232*-uttaket,

noe som gjorde at jeg fikk bedre plass, og jeg var sikker på at jeg ikke kom til å bruke den. Jeg kunne nå programmere kortet fra en *AVR ISP*-kabel.

Siden jeg valgte å ha flere enn en strømkilde, måtte jeg bruke en bryter for å skifte mellom dem. Bryteren skifter mellom to strømforsynings-alternativer, det ene er en 9V-inngang, og kan drives av et 9V batteri . Det andre er en 5V-inngang som kan drives av enten et 5V batteri, en 5V USB eller et 5V solcellepanel som beskrevet under:

- Et 9V *batteri*  $\approx 400\text{-}550\text{mAh}$  (ikke oppladbar batteri) som er et lett og billig alternativ men har en kort levetid.
- 4.8V 4xAAA batteri  $\approx 1000\text{mAh}$  (ikke oppladbar batteri) som er et lett og billig alternativ og har en normal levetid (bilde under).
- En 5V Solcellepanel  $\approx 450\text{-}500\text{mAh}$  ikke optimalt, vanskelig å bruke og dyr alternativ, kan brukes over lengere tid og kan lade opp batteriet.
- *USB 5V*  $\approx 500\text{-}900\text{mAh}$  et greit alternativ, tungvint å bruke utendørs.
- En 3.7V  $\approx 1000\text{mAh}$  (oppladbar batteri) som er et lett og greit alternativ og har en normal levetid.



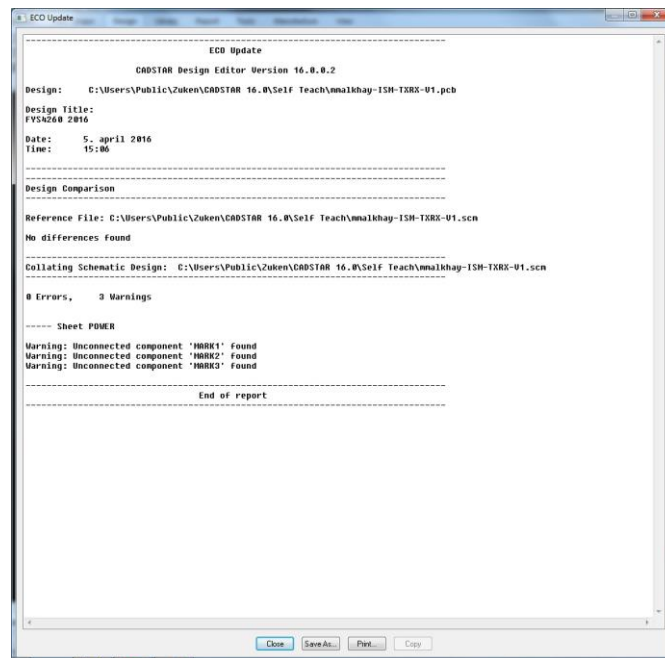
I sensordelen av skjematikken droppet jeg både buzzeren og ringeklokken, og erstattet dem med en lyssensor av typen "LDR 5MM" på sender-delen. Lyssensoren skulle måle lysstyrke utendørs. Resten av skjematikken fulgte jeg slik den var oppgitt, da jeg syntes at den var bra som den var. Mottakeren skulle inneholde en temperatursensor, en LCD-skjerm og en fuktighetssensor, senderen skulle inneholde en temperatursensor, en fuktighetssensor og en lyssensor.

## 2.2 PCB-design

Etter skjematikken var ferdig kunne jeg starte med å designe PCBen. Jeg startet ved å implementere skjematikken til *PCB design* i *CadStar*, for å arrangere komponentene og å plassere dem riktig. Det er visse punkter man må tenke på i plasseringen av komponenter. Min fremgangsmåte var en slags "prøve-feile"-metode som bestod i å arrangere komponenter, for deretter å prøve å rute dem til hverandre, dersom dette ikke gikk måtte jeg plassere dem på nytt. Underveis i prosessen tok jeg mer og mer hensyn til plasseringen av komponentene i forhold til hverandre – for eksempel at skjerm-kondensatoren måtte være plassert i nærheten av LCD-skjermen, siden skjermen bruker mye strøm var det lurt at kondensatoren var nærme da den kan virke som ekstra batteri.

Etter hver gang jeg gjorde en endring i skjematikken brukte jeg *ECO update* i *CadStar* for å

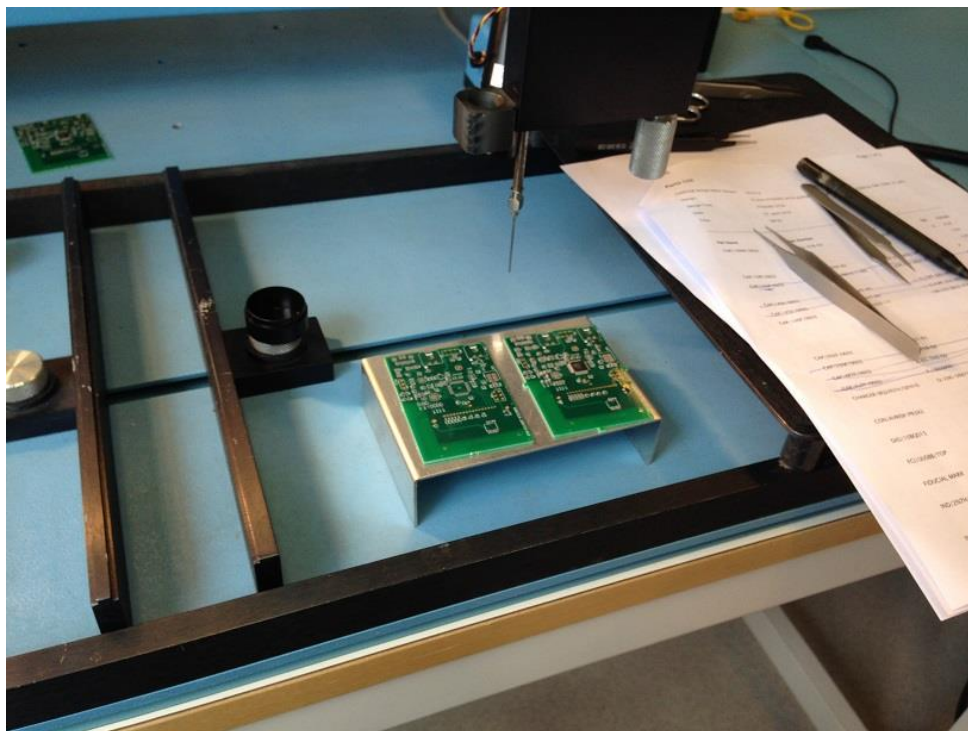
gjøre at min design stemmer med skematikken. Til slutt kjørte jeg *Design Comparison* for å forsikre meg om at skematikken og rutingen stemte overens (bilde under).



Når rutingen fungerte slik den skulle kunne kretskortet produseres.

## 2.3 Montage

Etter at vi fikk kortene fra produsenten, var de klare for at vi kunne montere de fysiske komponentene. Det første jeg gjorde var å dekke kortet med en maske med hull akkurat der alle komponentene skulle sitte. Vi kunne så smøre over en lodde-pasta, og deretter dra av masken. Vi stod igjen med at kretskortet hadde lodde-pasta akkurat der de fysiske komponentene skulle sitte. Videre var det viktig å identifisere de riktige komponentene jeg trengte, og plassere dem på riktig sted og med riktig retning. Jeg brukte pinsett for å plukke opp og plassere komponentene en etter en. Etter at alle komponentene var plassert riktig var kortet klart til å puttes i en spesialovn slik at lodde-pastaen stivnet.



Siden jeg valgte en værstasjon lagde jeg to nesten identiske kort. Det ene skulle være mottakeren og skulle ha en LCD skjerm, og hadde sensorer som leser verdiene innendørs. Den andre skulle være senderen og hadde sensorer som leser verdiene utendørs.

### 3. Resultater

#### 3.1 Utfordringer

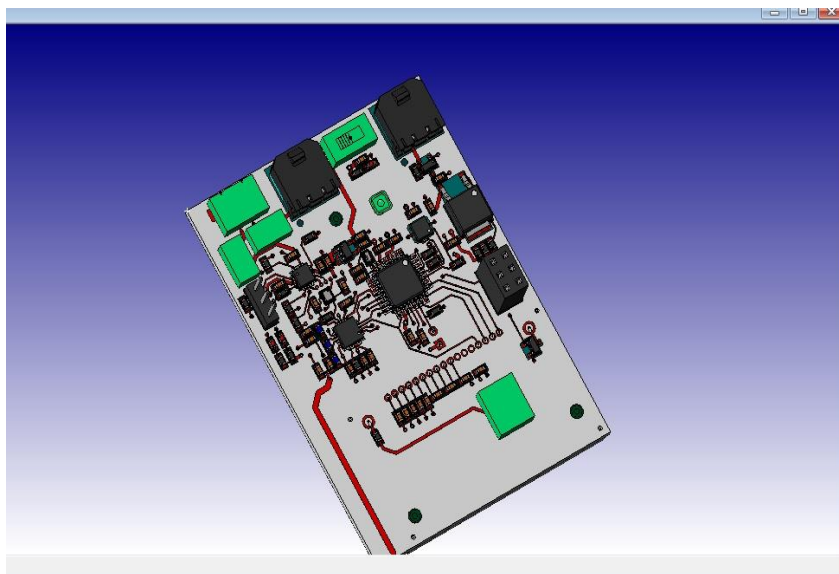
I PCB design var det i starten vanskelig å skjønne hvordan man skulle plassere alle komponentene i forhold til avstand, retning og kortstørrelse. Jeg plasserte allikevel først alle komponentene innenfor grensene til kretskortet på 7x5cm uten å tenke på dette. Deretter begynte jeg med ruting, ved hjelp av *PREditor XR* i *CadStar*, og fant ut at den første plasseringen av komponentene gjorde det umulig å rute alle komponentene til hverandre. Da måtte jeg gå tilbake til plasseringen av komponentene, og måtte starte nesten fra bunn. Jeg begynte nå å tenke mer på optimal plassering, for eksempel å plassere mikrokontrolleren i midten, og plassere alle kondensatorene som mikrokontrolleren trenger tett inntil den og deretter motstandene, og tilsvarende for de andre komponentene. Det var viktig å tenke på kortest mulig avstander for å unngå krysning mellom komponentrutene. Videre prøvde jeg å rute igjen, og gikk slik frem og tilbake mellom plassering og ruting helt til jeg fikk det til.

En utfordring underveis var at vi hadde liten tilgang på noen simulerings-verktøy. Vi kunne derfor ikke teste designen eller annet underveis i prosessen. Det hadde vært hjelpsomt dersom vi kunne brukt et simulerings-verktøy for å se om det manglet noe eller liknende. Den eneste testing-metoden vi hadde tilgang på underveis var at *CadStar* kunne sjekke om rutinglinjene var for nærme hverandre og om det fantes noen uferdige ruting.

### 3.2 Testing

Første gang jeg testet værstasjonen etter produksjon, fungerte den ikke. Det viste seg at den manglet en krystall som ikke var tilgjengelig på montage-dagen. Dette gjorde at programmet til kortet ikke fungerte. Programmet gikk inn i testmodus. I samarbeid med gruppelæreren fant jeg ut at både nevnt krystall manglet, samt at det manglet en reset-knapp. Når dette var i orden, fungerte værstasjonen akkurat slik den skulle.

Jeg har testet både temperatursensorene og fuktighetssensorene, og jeg får opp riktige verdier på LCD-skjermen. Jeg har ikke hatt mulighet til å modifisere programmet slik at det fungerer sammen med lyssensoren, så jeg har ikke fått testet den.

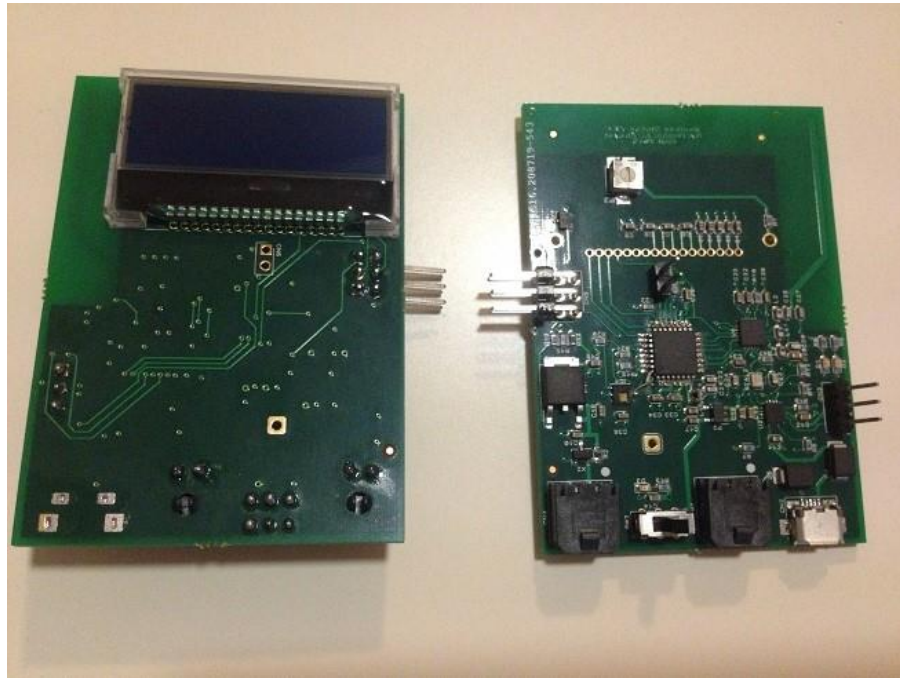


Bildet over viser et 3D bilde av kretskortet. For å se bilder av de ulike lagene til PCBen, se Vedlegg A.

### 4. Diskusjon

Kretskortet fungerte slik jeg forventet, bortsett fra at jeg som sagt ikke fikk testet lyssensoren. Jeg fikk testet kortet med 9V batteri og med USB, men har ikke fått testet kortet med solcellepanel, oppladbart batteri eller 5V batteri. Dette bunner i at jeg ikke hadde solcellepanel tilgjengelig. Jeg kunne dermed planlagt bedre i forveien, og bestilt de delene jeg ikke hadde i god tid i forveien.

Etter produksjon så jeg at jeg kunne plassert komponentene mye bedre i CadStar. Jeg kunne utnyttet hele området på kretskortet på en bedre måte, kunne utnyttet alle de ulike lagene på kortet bedre for å lage kortete rutinger, og jeg kunne forkortet rutingene vesentlig.



## 5. Konklusjoner

Jeg har laget en værstasjon med sender og mottaker ved hjelp av design av PCB i CadStar. Mottakeren plasseres innendørs og senderen plasseres utendørs. Den kan måle temperatur og fuktighet ute og inne, lysstyrke ute og vise alt på en LCD-skjerm inne. Jeg har også installert ulike strømforsynings-alternativer. Den virket ikke med en gang, men etter få forbedringer fungerte alt som det skulle. Grunnet dårlig planlegging har jeg ikke fått testet lyssensoren eller solcellepanelet, men regner med at disse også ville fungert dersom jeg hadde kunnet gjort det. Jeg har også mye å lære når det kommer til plassering av komponenter i CadStar – disse kunne vært plassert mye mer effektivt. Alt i alt er jeg meget fornøyd med min første værstasjon.