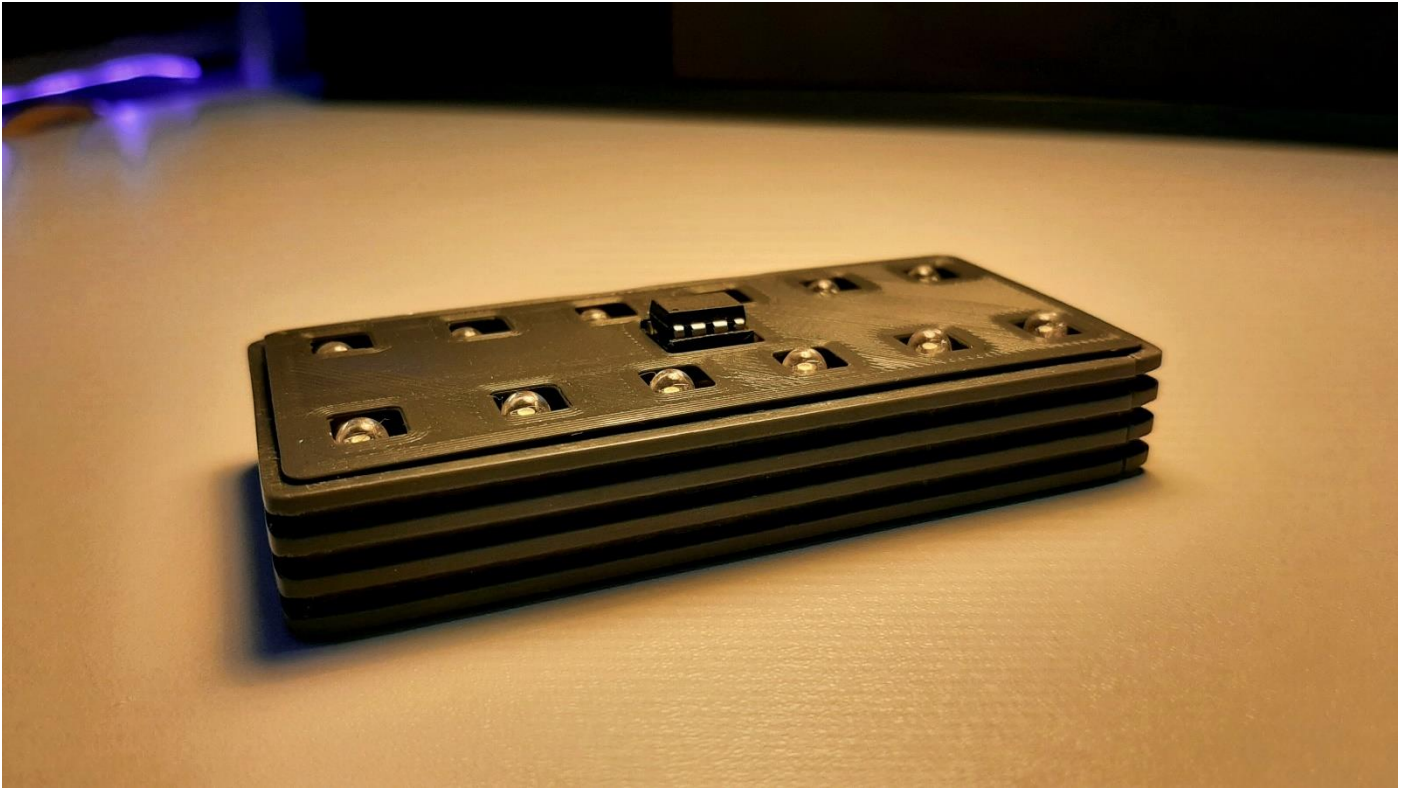


Matrix bord



Inhoudsopgave

1. Voorwoord	3
2. Productieproces	4
2.1 Inspiratie en ontwerp.....	4
2.2 Software programmeren.....	5
2.3 Bakje produceren en 3D printen.....	6
2.4 Printplaat ontwerpen.....	7
2.5 Alles in elkaar zetten.....	8
3. Handleiding product maken	9
3.1 Voorwoord.....	9
3.2 Ontwerpen.....	9
3.3 Autodesk Fusion 360/Autodesk Inventor pro 2021.....	9
3.4 Ultimaker Cura en 3D printen.....	14
3.5 Tinkercad met Arduino en programmer.....	18
3.6 Fritzing.....	23
3.7 FlatCam.....	25
3.8 Snapmaker Luban.....	29
3.9 Lasersnijden/LaserWorks V6.....	31
3.10 Weerstand berekenen.....	35
4. Eindproduct	36
4.1 Product.....	36
4.2 Handleiding product.....	37
5. Kosten	39
5.1 Productiekosten.....	39
5.2 Totaal prijs.....	40

1. Voorwoord

In mijn nieuwe project moet ik een werkhandleiding maken. Ik ga u uitleggen hoe mijn ontwerp op idee kwam. Ik laat ik u zien hoe u dit na kan maken en programmeren. Ik laat u zien hoe het product er uit ziet en een korte handleiding. En als laatste laat ik u zien wat de kostprijs van het product is.

2. Productieproces.

2.1 Inspiratie en ontwerp.

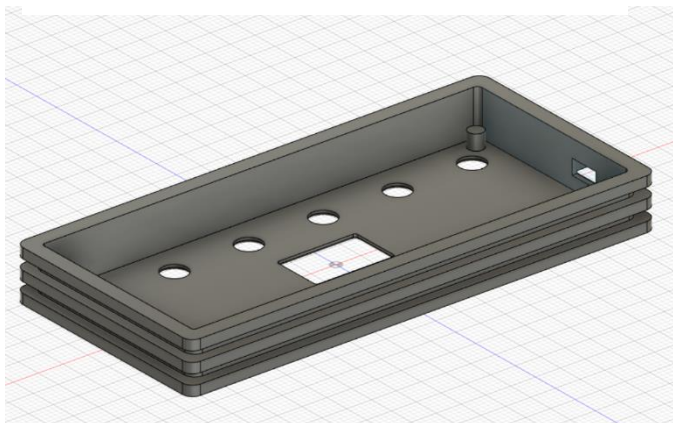
Als eerste moet je natuurlijk een idee hebben hoe het eruit moet zien en maak je een paar schetsen. Ik had twee schetsen gemaakt en ik ben voor de tweede gegaan. Ik had een voor het eerste ontwerp een soortgelijke ontwerp als afbeelding 3 maar zonder de riggels. Gewoon vlak. Later kwam ik een ps2 tegen. Zat vol met water maar zag er goed uit.



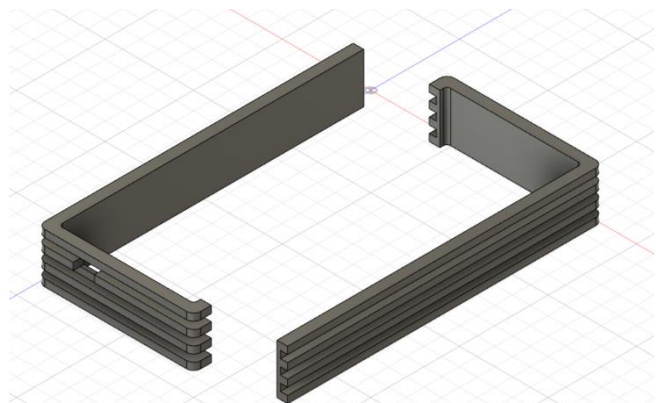
afbeelding 1 PlayStation PS2



afbeelding 2 Complete model.



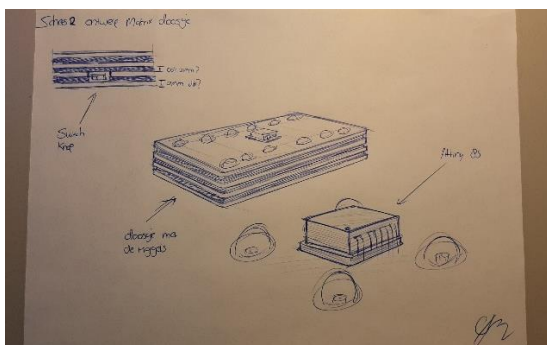
afbeelding 3 Eerste model van schets 2



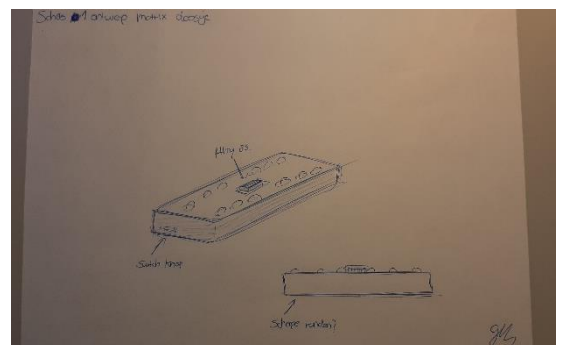
afbeelding 4 Tweede model van schets 2

Door de ps2 kreeg ik een ik een nieuw ontwerp in mijn hoofd. Namelijk met riggels. Zag er beter en interessanter. Het was duidelijk een ander ontwerp dan onze opdracht die we kregen.

Wij moesten het doosje uitprinten met een 3d printen. In principe zou je bijna alles kunnen printen. Maar je moet wel goed weten hoe je het gaat printen. Maar dat leg ik uit in het stukje Ultimaker Cura en 3D printer.



afbeelding 5 schets 2



afbeelding 6 schets 1

Terug naar het ontwerp. Ik heb mijn laatste ontwerp dus geïnspireerd op de oude maar supergave PlayStation 2. (Zie afbeelding 1) Ik had al bij mijn eerste schets al het idee om de Attiny855 in het midden van het ontwerp te hebben. Leek me wel top. Om de brein van het apparaatje te laten zien. Het eerste geprinte model (Zie afbeelding 3) was helaas te laag. Want de switch knop kon er niet in. Dus moest ik het hoger maken met 4mm. Kon ik precies een richeltje van 2mm bij 2mm toepassen. Ik wou ook dat de bovenkant los kon komen waar dan de printplaat op vast kon zitten. Dat gedaan, paste het nog steeds niet.

2.2 Software programmeren.

Na het ontwerpen kunnen we gaan programmeren. Wij hebben op school gebruik gemaakt van de attiny85. Is een kleine programmeerbare chipje. De attiny85 heeft 8 pinnen waarvan 6 programmeerbaar zijn. Maar ik wou heel erg graag 12 led's aansturen. Ik heb eerst 6 led's aangestuurd om het te leren. In het begin wist ik niet zo goed hoe je led's aan kon sturen. Maar op internet gezocht had ik het gevonden. Want je moet rekening houden dat je de poortjes die je niet nodig hebt om die op Input te zetten, waardoor er geen plus of min op het poortje kom te staan. Anders gaan er meerdere led's aan. En dat wil je niet als je een led per keer aan wil zetten. Deze instelling noemen ze ook wel Charlie Plexing. Het doel van Charlie Plexing is dat je met minder poorten meerdere led's kan aansturen. Dus je moet een code schrijven die variabel is. Want meestal zet je een poort vast op een waarde zoals Input of Output. Dus wat ik eerder zei heb ik op internet gezocht en kwam een vrij simpele code tegen. Die heb ik natuurlijk aangepast naar mijn code. Ik laat een klein stukje zien van mijn code.

De code:

```
const int Rij_1 = 0;
const int Rij_2 = 1;
const int Rij_3 = 2;
const int Rij_4 = 4;

void setup()
{
}

void loop()
{
  pinMode(Rij_1, OUTPUT); //pinMode
  digitalWrite(Rij_1, HIGH); // state
  pinMode(Rij_2, OUTPUT); //pinMode
  digitalWrite(Rij_2, LOW); // state
  pinMode(Rij_3, INPUT); //pinMode
  pinMode(Rij_4, INPUT);

  delay(500);

  pinMode(Rij_1, OUTPUT); //pinMode
  digitalWrite(Rij_1, LOW); // state
  pinMode(Rij_2, OUTPUT); //pinMode
  digitalWrite(Rij_2, HIGH); // state
  pinMode(Rij_3, INPUT); //pinMode
  pinMode(Rij_4, INPUT);

  delay(500);

  pinMode(Rij_2, OUTPUT); //pinMode
  digitalWrite(Rij_2, HIGH); // state
  pinMode(Rij_3, OUTPUT); //pinMode
  digitalWrite(Rij_3, LOW); // state
  pinMode(Rij_1, INPUT); //pinMode
  pinMode(Rij_4, INPUT);

  delay(500);

  pinMode(Rij_2, OUTPUT); //pinMode
  digitalWrite(Rij_2, LOW); // state
  pinMode(Rij_3, OUTPUT); //pinMode
  digitalWrite(Rij_3, HIGH); // state
  pinMode(Rij_1, INPUT); //pinMode
  pinMode(Rij_4, INPUT);

  delay(500);
}
```

afbeelding 7 const int.

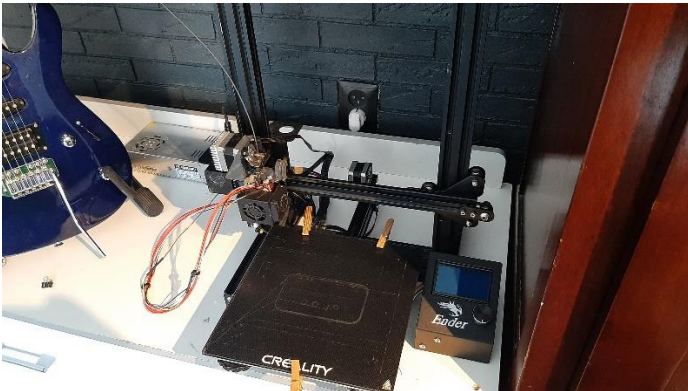
afbeelding 8 Code

Wat je dus eerst moet doen is de poorten zeg maar vast zetten. Want dan weet de attiny dat dit vaste poorten zijn die aangesloten zijn. Dus ik heb geschreven " const int Rij_1 = 0; " Const int zet je iets vast, dus het kan niet veranderen van waarden of kan veranderen naar een andere poort. Vervolgens geef je de rij aan, in mijn geval is rij 1 aangesloten aan poort 0 van de attiny85. Dit doe je voor elke rij. Daarna ga je per rij zeggen of het een Input/Output is en of het High/Low is. Dit heb ik in het begin 6 keer achter elkaar geplakt en de nummers veranderd voor de goede poorten die de attiny85 aan moet sturen. Vervolgens wou ik er 6 gaan sturen met de overige poorten die ik over had. Maar dat werkte helaas niet. Ik durf niet precies te zeggen waarom. Maar ik denk dat de Attiny85 niet weet wat hij dan met al die poorten moet doen. Of lekt er ergens nog stroom bij een poort. Dus ik kreeg te horen dat je eigenlijk met de 3 poorten waar ik mee bezig was nog steeds kon gebruiken om de andere 4 aan te sturen en een poort extra moet nemen om 2 led's aan te sturen. Dat gedaan, code beetje aangepast werkte het helemaal. Dus nu heb ik een code waarmee ik 12 led's kan aansturen.

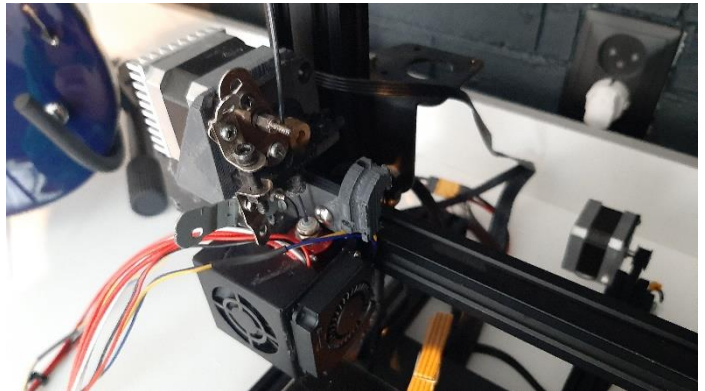
2.3 Bakje produceren en 3D printen.

Nu kwam het leukste van het project vond ik. 3D printen. Ik had toevallig een week of twee voor het project een 3D printer overgekocht van een medestudent voor heel goedkoop. Zo goedkoop dat er wel wat aan de hand was. Maar ik dacht dan heb ik wel een eigen printer en hoef je niet op andere te wachten op school. Na HEEL VEEL aanpassingen en reparaties aan de printer kon ik toch de eerste testdoosjes printen met niet helaas veel succes. Ik wou proberen om hem in een keer te printen, maar dat lukte helaas niet want de riggels zakte naar beneden en de printer moest iets in de lucht printen. Toen zei een medestudent tegen me dat ik het in twee delen moest printen. Heb ik gedaan maar de eerste keer was geen succes, kwam geen vulling meer door de nozzle. (Waar het plastic verwarm wordt.) Want het stukje waar de plastic in de nozzle wordt geduwd was kapot. Het is een vulling geleider. (Zie afbeelding 10) Ik moest maar met stukjes metaal een nieuw systeem maken waardoor de plastic erin kon komen. En na vele afstellingen werkt het gelukkig. Zelfs een maand later. Nu de dag werkt het. Hoef daaraan niks meer af te stellen. Maar ben wel van plan om een nieuw vulling geleider te kopen. Maar terug naar het printen, heb ik het opnieuw gedaan en eindelijk kreeg ik twee redelijk goede stukjes. Aan elkaar gelijmd en ik had een rand voor het doosje. Gelijk daarna de boven en onderkant gemaakt. Maar ja daar kwamen de problemen weer. Dan komen de boven en onderkant. Ik had 12 gaatjes in mijn ontwerp voor de led's en hij moest dus de randen voor de gaten printen. Maar dat lukte niet heel erg goed. Ik heb namelijk een glazen plaat en glas is glad dus plastic kan er niet aan hechten. En dan waren de gaten goed klopte de leveling van het bed weer niet waardoor je hele groffe lijnen krijgt aan de onderkant. Na veel proberen en leren is het toch gelukt. Namelijk het bed heter zetten en trager printen. Dat werkte wel goed. En natuurlijk het bed goed geleveld. Moet een papiertje net tussen kunnen met een klein beetje weerstand.

Eindelijk had ik het doosje klaar en ik was superblij dat ik iets heb geprint wat af is. Maar dan komt de printplaat.



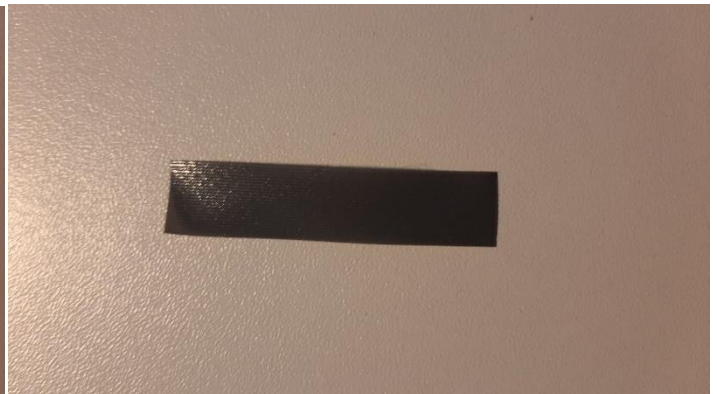
afbeelding 9 De printer.



afbeelding 10 Wat ik moest aanpassen.



afbeelding 11 Slechte eerste laag.

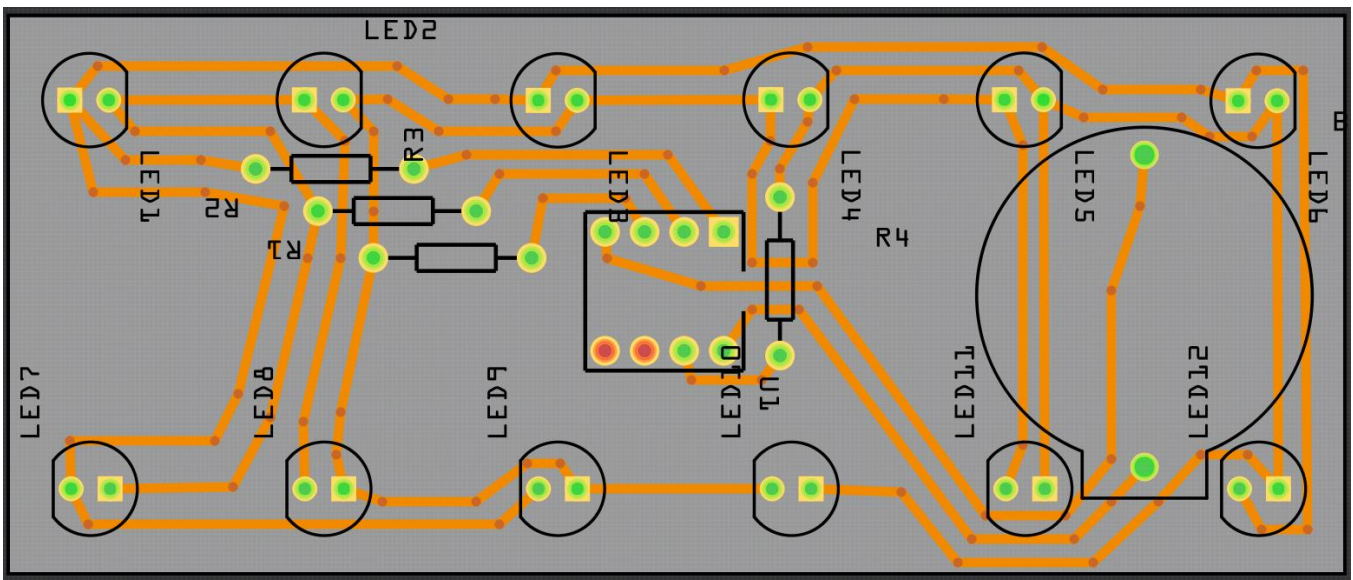


afbeelding 12 Goede eerste laag.

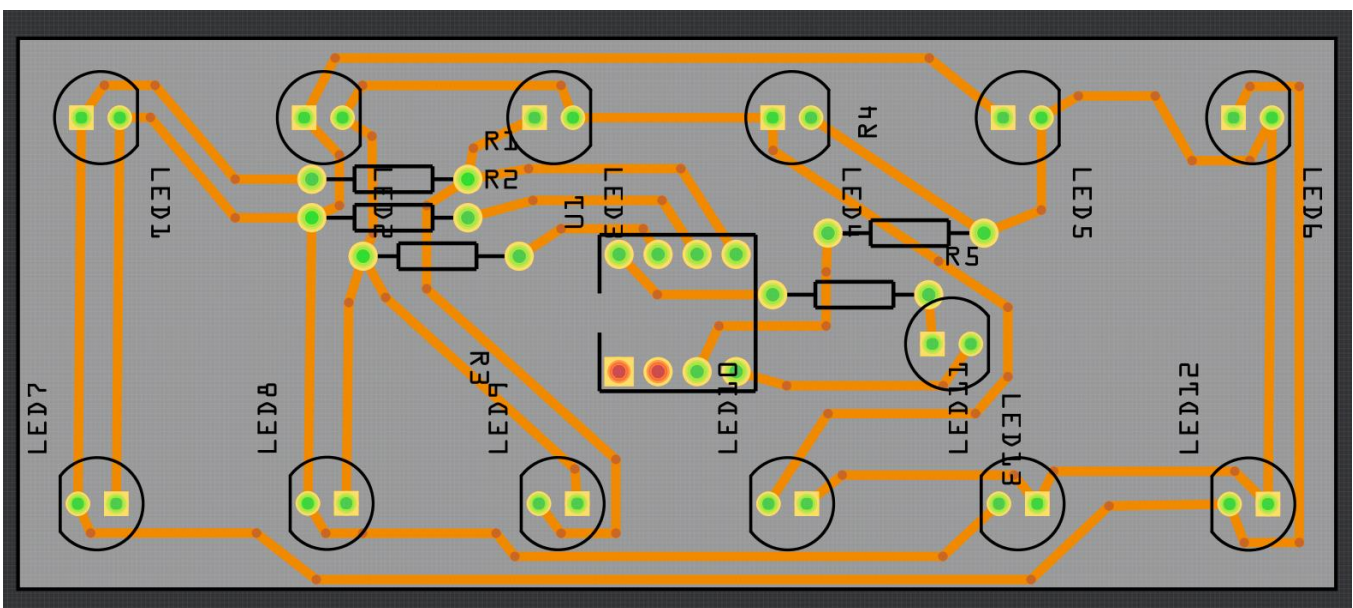
2.4 Printplaat ontwerpen.

Nu gingen we een printplaat maken voor alle elektronische onderdelen. Daardoor hoeven we geen kabeltjes gebruiken maar een koperen plaatje waar de baantjes uitgefreesd worden. Hierdoor blijft alles lekker compact.

We kregen een klein plaatje en we moesten een printplaat ontwerpen. Ik heb voor de zekerheid twee ontwerpen gemaakt. En ben toch voor de tweede ontwerp gegaan. (Afbeelding 14) Het tweede ontwerp zag er rustiger en betrouwbaarder uit. Het was wel een beetje lastig doordat ik de Attiny85 in het midden wou hebben waardoor je sommige banen helemaal rond om moest maken. Maar het frezen ging niet in een keer goed. Want de freesmachine in vaak gebruikt en het bed is niet helemaal vlak waardoor die bijvoorbeeld links dieper gaat en recht minder diep. En dat is jammer want je kan dan weer te diep gaan waardoor de banen te dun zijn of je druk per ongeluk op een verkeerde knop waardoor je niet meer verder kan. Dus 6 printplaten later is het eindelijk gelukt. Vervolgens gaten boren en passend snijden. Alle onderdelen op gesoldeerd en ja hou je soldeerapparaat niet te lang erop. Anders komen de koperen banen los. Ervaring!



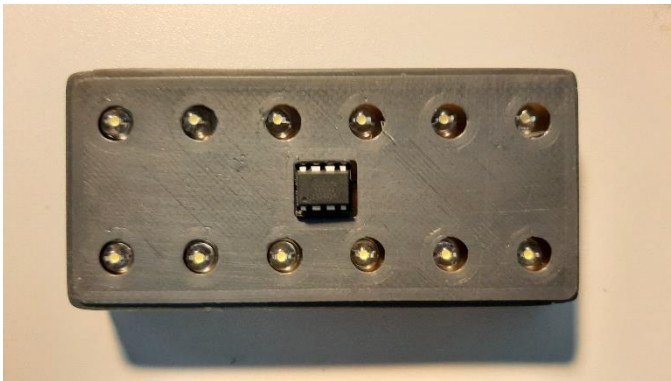
afbeelding 13 Eerste ontwerp.



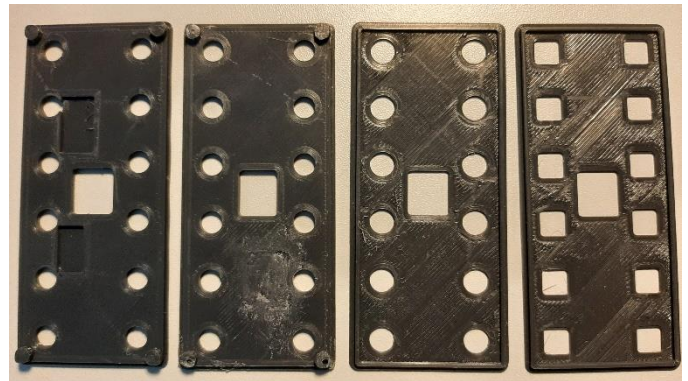
afbeelding 14 Tweede ontwerp.

2.5 Alles in elkaar zetten.

Het laatste gedeelte van het project is alles in elkaar te zetten. Dat was ook nog een hele ervaring en uitdaging. De printplaat frezen kon beter maar voor een eerste keer niet superslecht. Maar ik heb met een ding niet meegerekend. Dat was de batterijhouder. (zie afbeelding ?) Mijn eerste concept om de printplaat te bevestigen was om het aan de bovenkant vast te maken en dat je het dan eruit kan halen. Maar dan ging helaas niet omdat ik een beetje scheef zaagde. Dus dat plan ging maar in de prullenbak. Het tweede probleem waar ik tegenkwam is de hoogte van het doosje. Want de batterijhouder was redelijk dik plus de printplaat er bovenop paste helaas net niet in het doosje. Ik wou liever niet weer het hele doosje opnieuw printen. Dus probeerde ik de bovenkant kleine uitsparingen maken voor de uitstekende weerstanden. Die zaten voornamelijk in de weg. Maar dat werkte helaas niet, kostte veel tijd. Dus heb ik de bovenkant opnieuw geprint. Maar het paste nog steeds niet. Ik snapte er niks van totdat ik zag dat de ledjes onder niet overeen kwamen met de gaten. Ik dacht: "Hhheeee?, hoe kan dat nou weer?" Dus ik dacht diep na en ik wist het antwoord. Je moest natuurlijk gaten boren voor de ledjes om vast te solderen. Maar de boor zocht een beetje in het materiaal omdat de boor flinterdun was. En het programma waar ik de printplaat heb gemaakt kon niet afronden op een geheel mm waarde. Dus je kon geen 6mm maar 5,997... mm. En klinkt niet veel, maar maakte wel een verschil. Dus kort samengevat, weer een nieuwe bovenkant printen met vierkantjes voor de ledjes. Hebben ze meer ruimte. En dat werkte gelukkig.



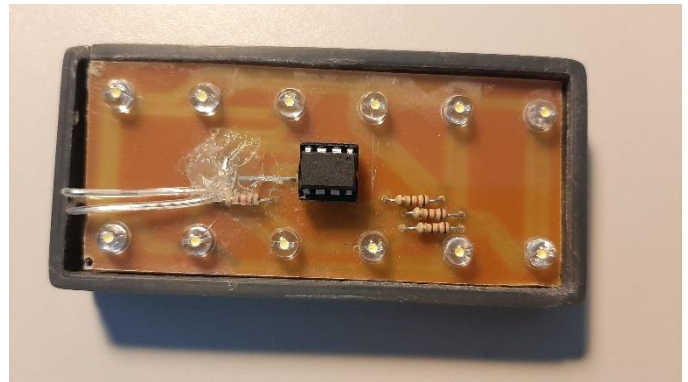
afbeelding 15 De gaten die onder niet helemaal overeen kwamen.



afbeelding 16 De verschillende ontwerpen.



afbeelding 17 De batterijhouder die net te hoog was.



afbeelding 18 De weerstanden die in de weg zaten.

3. Handleiding product maken.

3.1 Voorwoord

Ik ga u in 6 hoofdstukken uitleggen hoe u dit doosje kan namaken. Ik ga u ook uitleggen hoe de programma's werken.

3.2 Ontwerpen

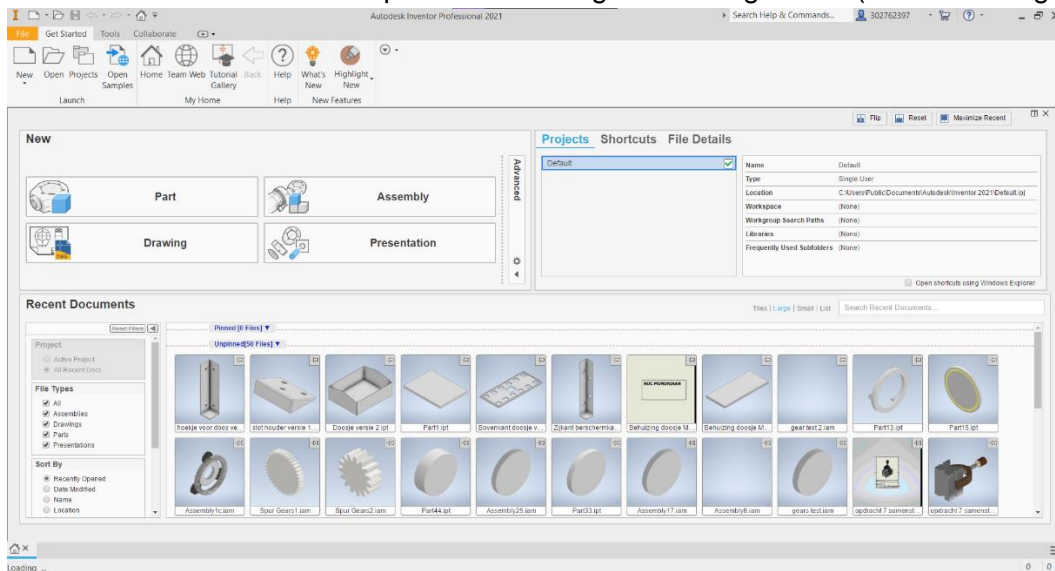
Het belangrijkste is natuurlijk een ontwerp. Liever een eigen zelfverzonnen ontwerp. Zoek inspiratie en maak een paar schetsen van de doos en situaties. Kijk welke materialen u gaat gebruiken en probeer het op te meten om te kijken hoe groot u het ontwerp wil. Hou rekening met de grootte van de printer en uw printplaat. Belangrijke factoren wat de maximale grootte kan zijn.

3.3 Autodesk Fusion 360/ Autodesk Inventor pro 2021.

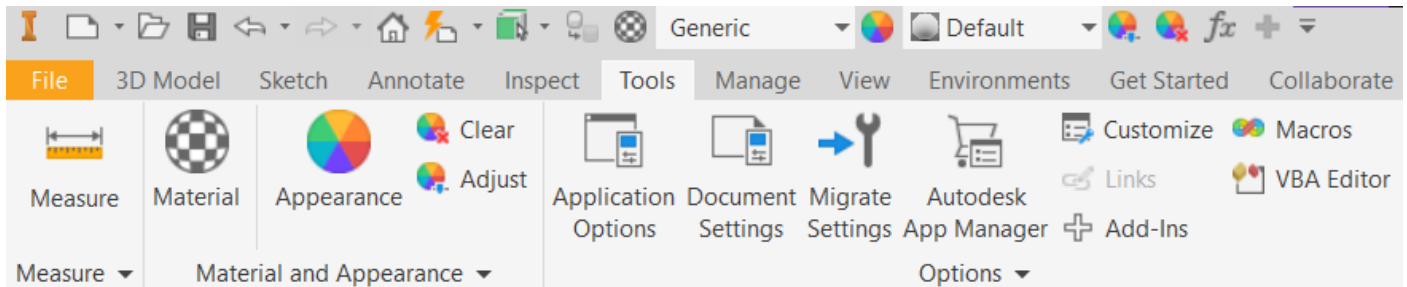
Er zijn verschillende programma's beschikbaar die je kan gebruiken. Ik heb Autodesk Fusion 360 gebruikt in het begin omdat je gelijk via het programma kan 3d printen. Dit kan ook met Inventor maar heb je paar extra stappen om te doen maar het resultaat is precies hetzelfde. Het tweede voordeel van Fusion 360 is dat het gratis is. En Inventor weer niet. Maar gratis betekent limieten van sommige functies en je kan helaas sinds kort maximaal 10 ontwerpen opslaan. Wij kregen Inventor omdat wij studenten zijn. Maar max. voor 4 jaar.

Ik ga u uitleggen hoe u bij Inventor het doosje kan maken. Het maak niet uit welke versie Inventor u heeft. Bij de ene kan het functie even zoeken zijn. Maar ze doen wel hetzelfde.

Het eerste is natuurlijk Inventor opstarten en dan het ontwerp tekenen in Inventor. Als u Inventor opstart ziet u een keuze menu. Kies part en klik dan gaan we beginnen. (Zie afbeelding 19) We moeten nog een paar dingen instellen voordat u verder kan.



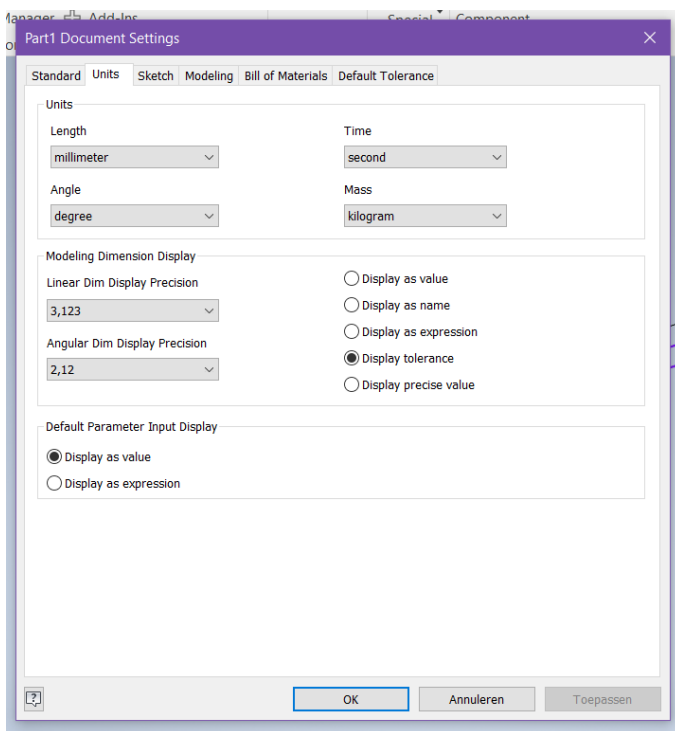
afbeelding 19 Inventor keuze menu.



Nu gaan we een paar dingen instellen want Inventor staat namelijk standaard in Inch maar we moeten afbeelding 20 De keuzebalk in Inventor.

natuurlijk millimeters hebben. Als Inventor is opgestart en u heeft part gekozen gaan we de volgende stappen aanpassen. In het menu boven gaan we op “Tools” klikken. Dan op “Document Settings”

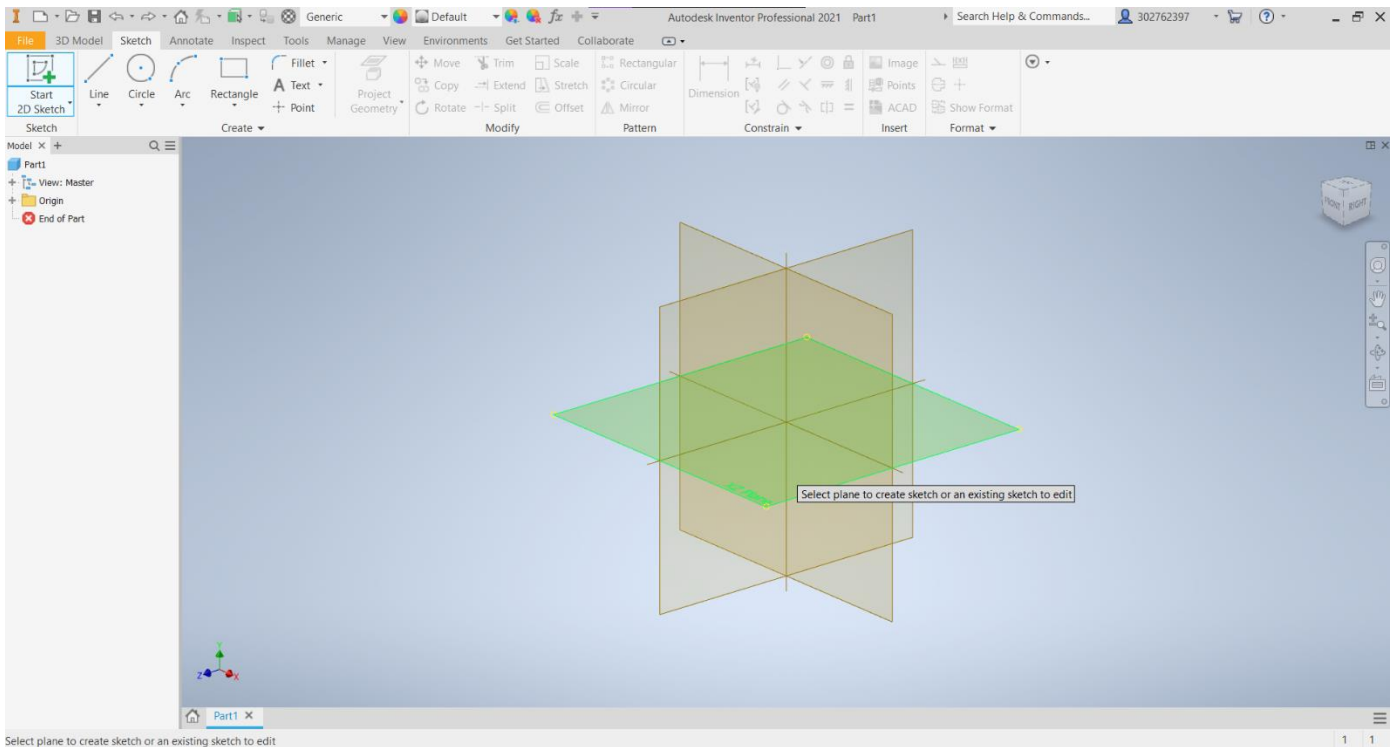
Dan klik je op “Units” en klik je op “Legth” en dan klik je “Millimeter” aan. Klik dan op “Toepassen” en dan op “Close”. Nu is dat al ingesteld. Je kan nu ook eventueel andere dingen aapassen als u wil. Bij “Applications Options” kan je dingen instellen die het programma aanpassen naar u keuze.



afbeelding 21 Keuzemenu voor instellingen.

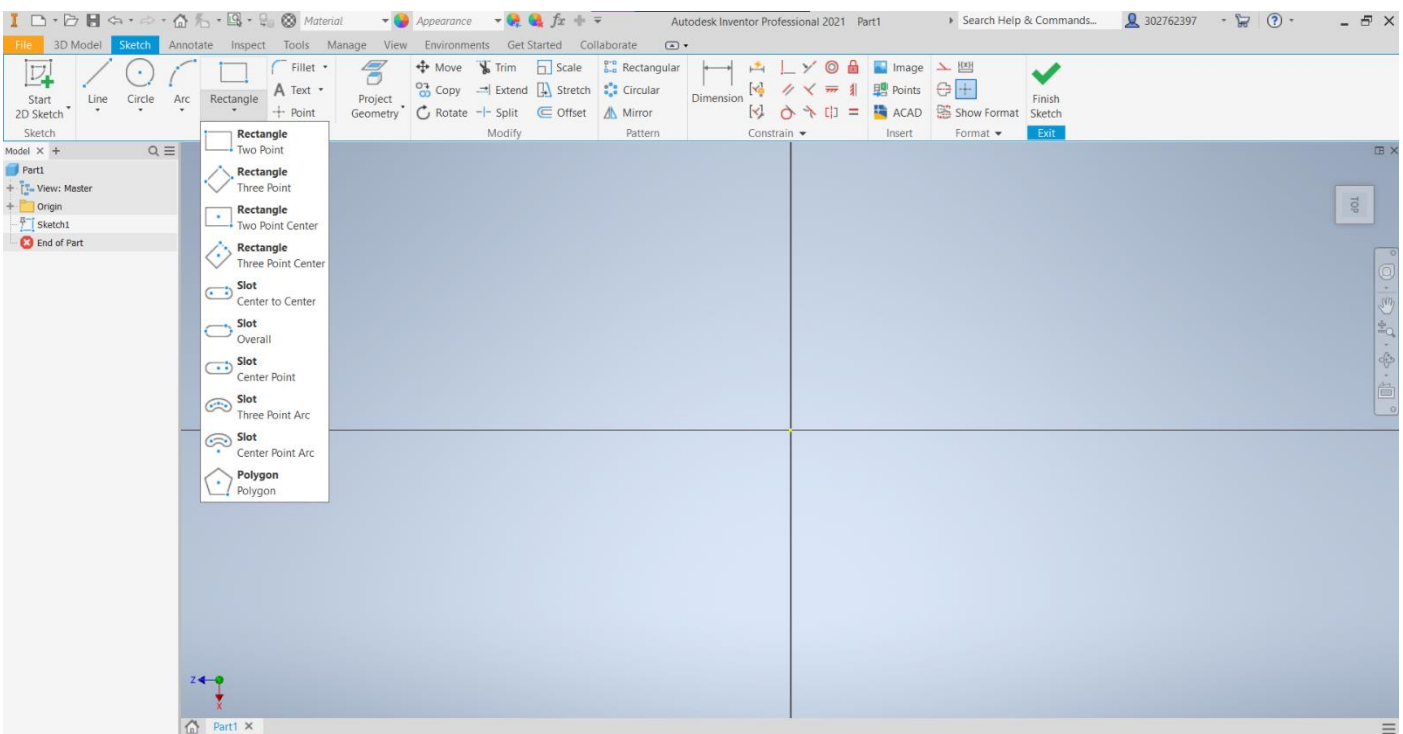
Bij het maken van een werktekening gaan we nog een ding aanpassen namelijk de Third-Angle. Standaard staat Inventor in First-Angle. Maar dat doen we later als we de werktekening gaan maken.

Nu gaan we eindelijk tekenen. Je klik dan bij de keuzebalk “Sketch” en dan klik je op “Start 2D Sketch” en dan ziet u op u scherm de planes die je kan kiezen. Dus de aanzicht waar je wil gaan tekenen. Het beste voor het doosje is om de XZ plane te tekenen. Klik die plane aan. (Zie afbeelding 22 hoe het eruit ziet.)



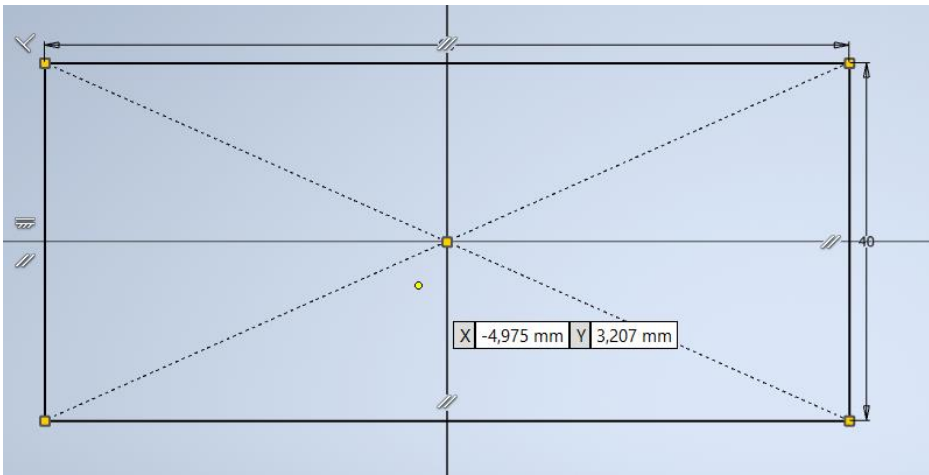
afbeelding 22 De Sketch pagina met de planes.

Nu ziet u een stip die gekoppeld is aan vier lijnen. Dit is het midden voor uw tekening.



afbeelding 23 De middenpunt.

U ziet dat u alle vormen kan maken die u wil. Maar we willen nu een rechthoek tekenen. Klik op "Rectangle" met het pijltje naar beneden en kies dan "Rectangle Two Point Center" Dit is voor nu het makkelijkst. Nu veranderd u muis in een richtpunt. Klik dan op het gele stip waar de lijnen op zitten. Als u uw muis beweegt ziet u een rechthoek verschijnen. (zie afbeelding 24) Klink NIET op enter maar vul de maten in. Vul eerst de eerste maat in. Druk dan op uw toetsenbord op "Tab" en vul de andere maat in. Dan kunt u op enter drukken. Klik vervolgens op esc om de "Rectangle" functie uit te zetten. Nu gaan we er een 3D model van maken.

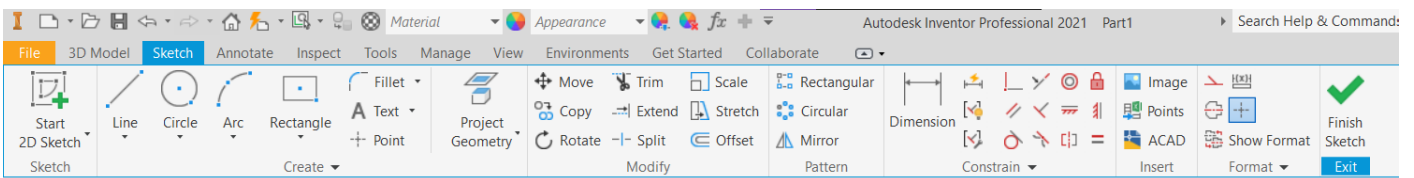


afbeelding 24 De rechthoek.



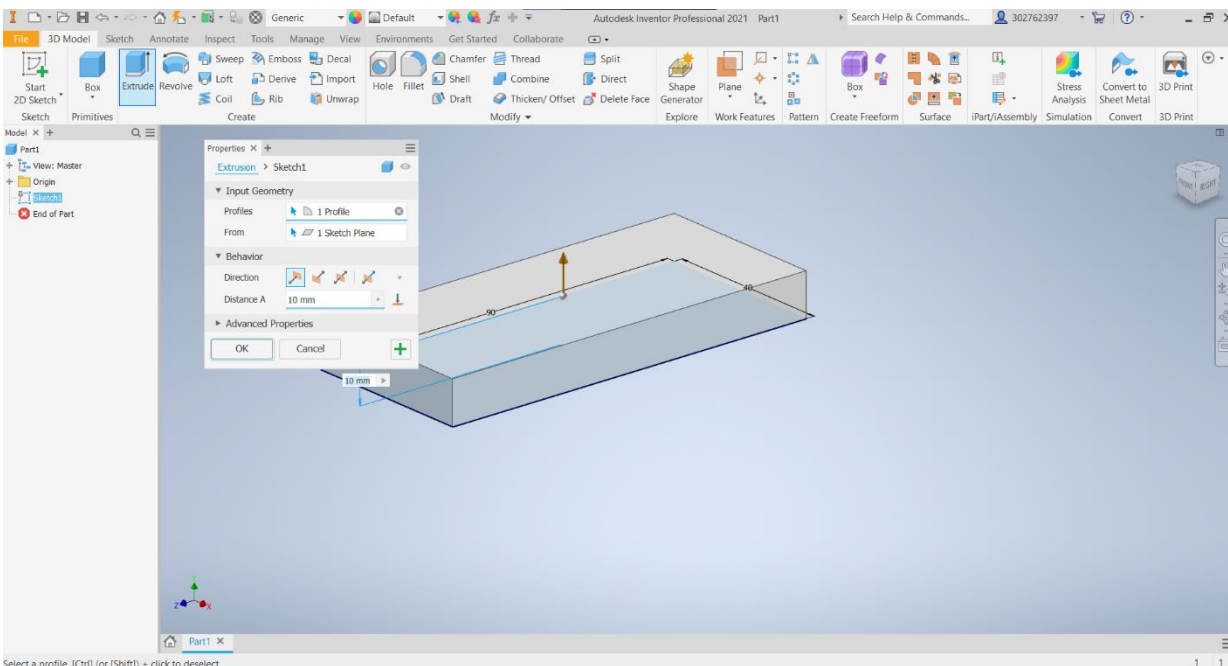
afbeelding 25 menu om te draaien.

Zie afbeelding 25. Hiermee kunt u rond draaien, inzoomen, slepen en aanzicht bekijken.



afbeelding 25 Menu.

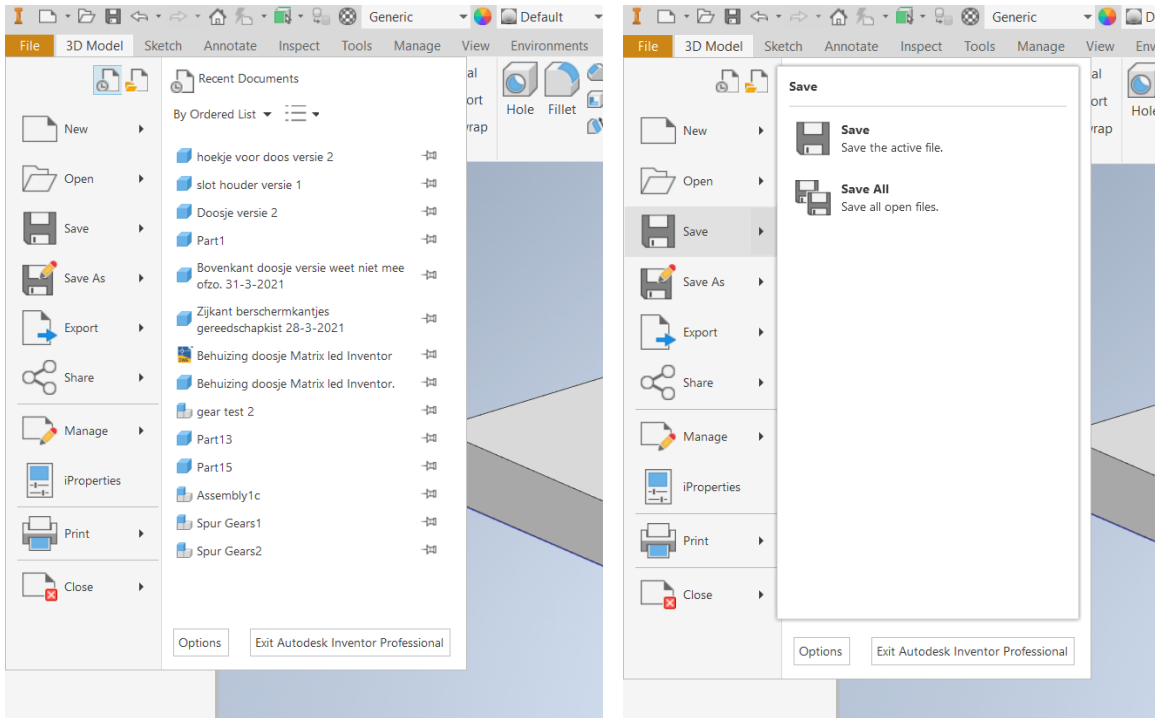
Klik op "Finish Sketch" (Zie afbeelding 25) en klik dan op "3D Model". (Zie afbeelding 26) Nu zien we een voorzijde van uw tekening. Nu klikken we op "Extrude". Hiermee krijgen we een model. Oftewel we zijn nu een rechthoekig blok. (Zie afbeelding 26) Vul dan de hoogte in. Druk dan op enter of ok. Nu hebben we een blokje.



afbeelding 26 De 3D model.

Als u iets uit het materiaal wil halen. Klik dan op “Sketch” en dan op “Start 2D Sketch” en dan kies u de aanzicht van het blok waar u verder wil tekenen.

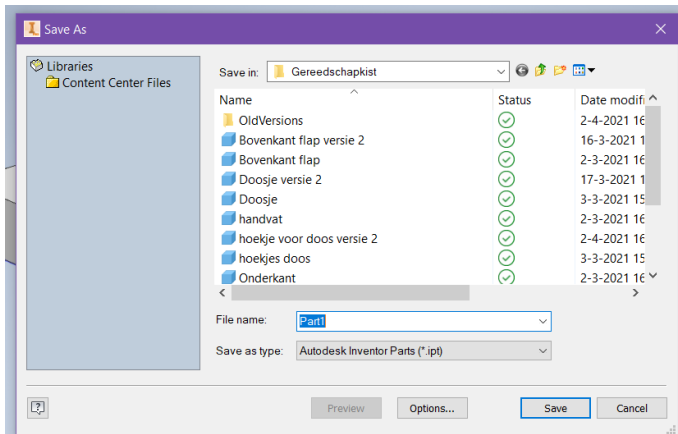
Als u uw doosje heeft getekend gaan we het opslaan op uw computer en maken we een STF file voor het printen.



afbeelding 27 File.

afbeelding 28 Save.

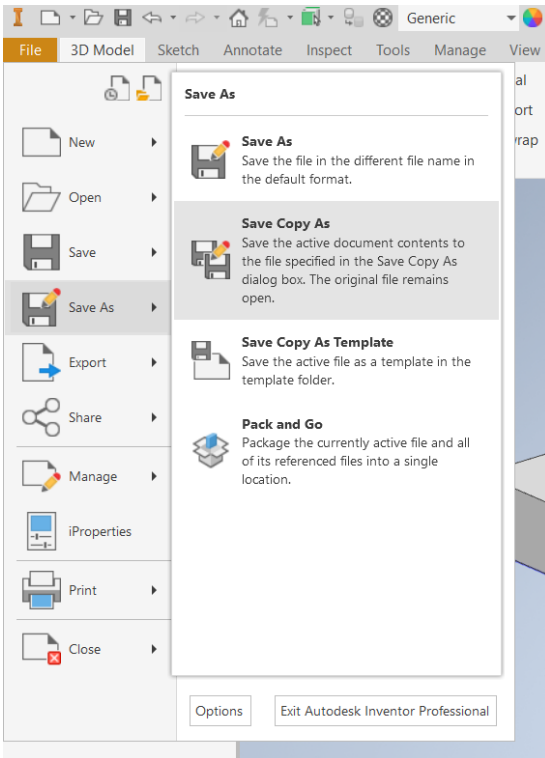
We moeten eerst het doosje opslaan. Druk op “File” (Zie afbeelding 27) en dan gaat u naar “Save” en druk u op “Save”. (Zie afbeelding 28) U ziet dan een pop-up komen. Kies dan de map waar u het wil opslaan. Geef dan de ontwerp en naam en klik dan op “Save”



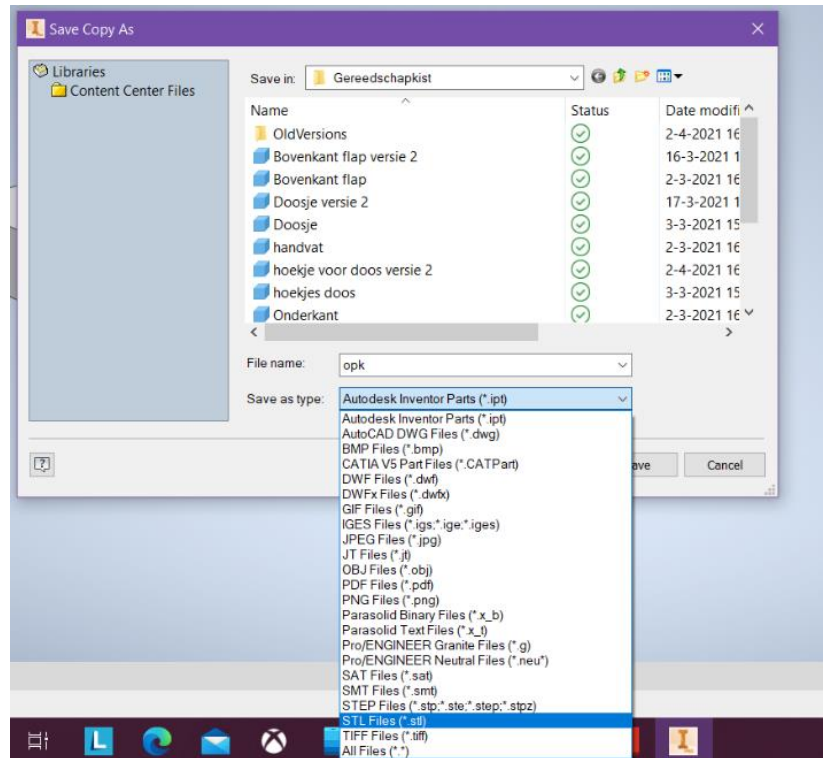
afbeelding 29 Save As.

Nu gaan we een kopie opslaan maar dan als STF file voor het printen. In een STF file staat een tekst genaamd g-code hoe het doosje eruit ziet.

Ga naar “File” en dan naar “Save As” en dan klik u op “Save Copy As”. (Zie afbeelding 30) U ziet dan een pop-up komen. Klik dan op “Save As Type” en dan zoekt u naar “STL Files(“stl”)” en dan op “Save”. (Zie afbeelding 31) Kijk waar u het wil opslaan, in welke mapje.



afbeelding 30 File

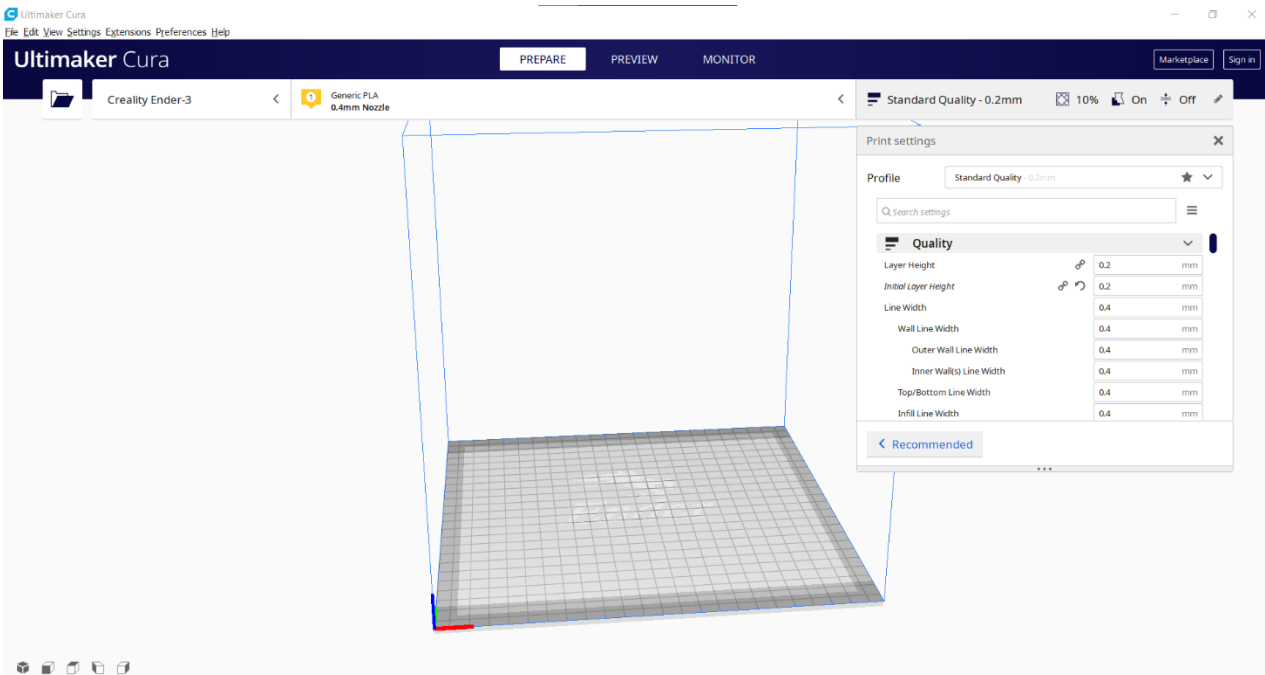


afbeelding 31 Save Copy As.

Nu hebben we een 3D model opgeslagen en een STL file voor het printen.

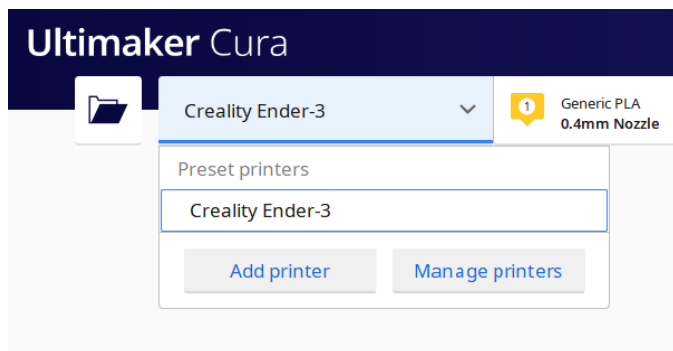
3.4 Ultimaker Cura en 3D printen.

Nu gaan we de 3D model printen. Voor mijn printer (Ender 3 Pro) gebruikte ik Ultimaker Cura. Dit is gelukkig wel gratis. Hier gaan we de laatste dingen instellen om te printen zoals kwaliteit.

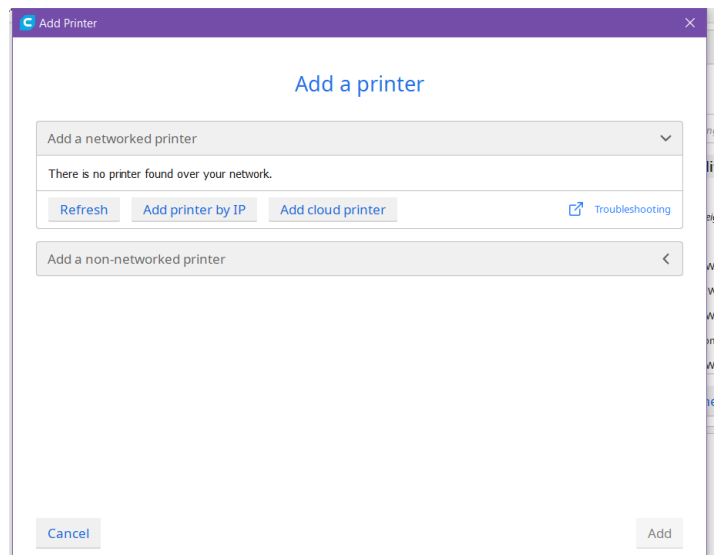


afbeelding 32 Ultimaker Cura.

Nu ziet u een kubus. Dit moet het bed van de printer voorstellen. Eerst moeten we een printer instellen. Dat doe je door om op het tweede blokje te drukken. (Zie afbeelding 33) Klik dan op “Add printer” en dan ziet u een keuzemenu hoe u de printer kan toevoegen. (Zie afbeelding 34)

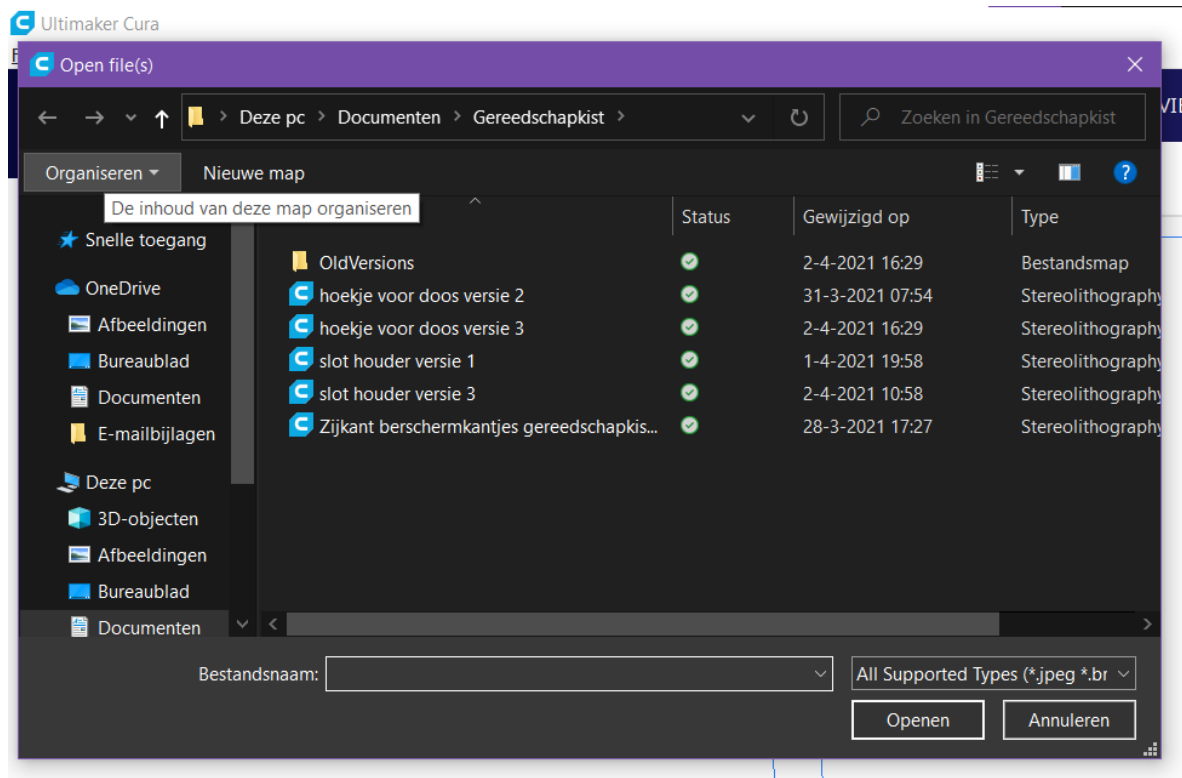


afbeelding 33 Het tweede blokje links boven.



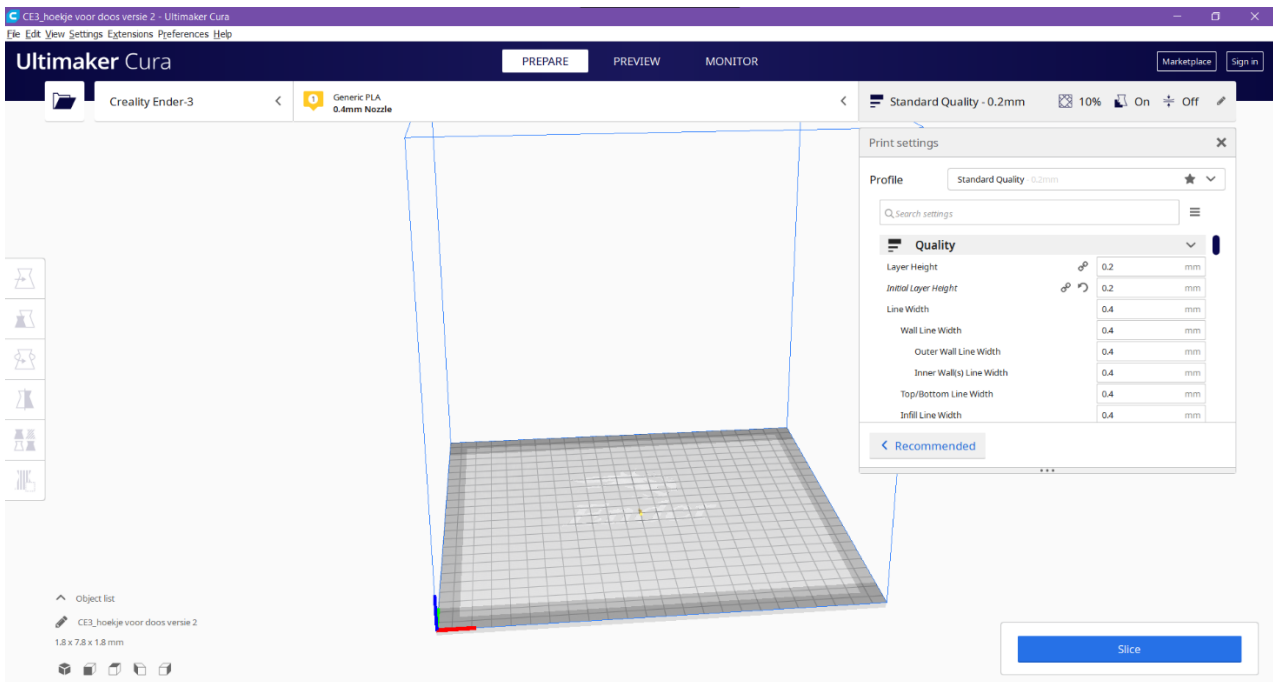
afbeelding 34 Add printer.

Als u de printer heeft toegevoegd gaan we het model openen in Ultimaker Cura. Klik dan op het eerste blokje. (Zie afbeelding 33) Dan ziet u een pop-up verschijnen. (Zie afbeelding 35) Zoek dan het model op en open het.

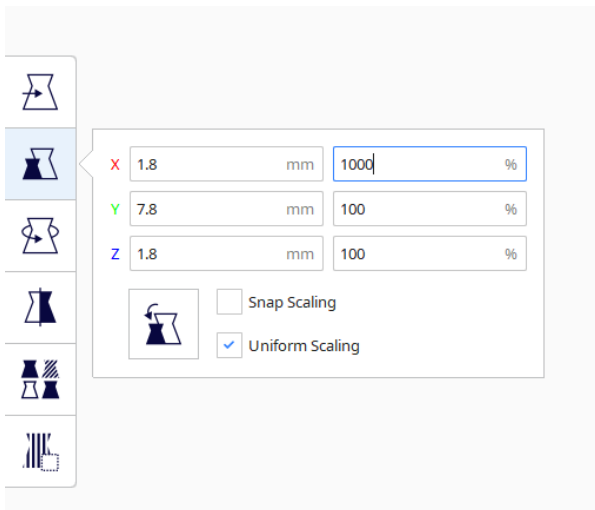


afbeelding 35 Open de file.

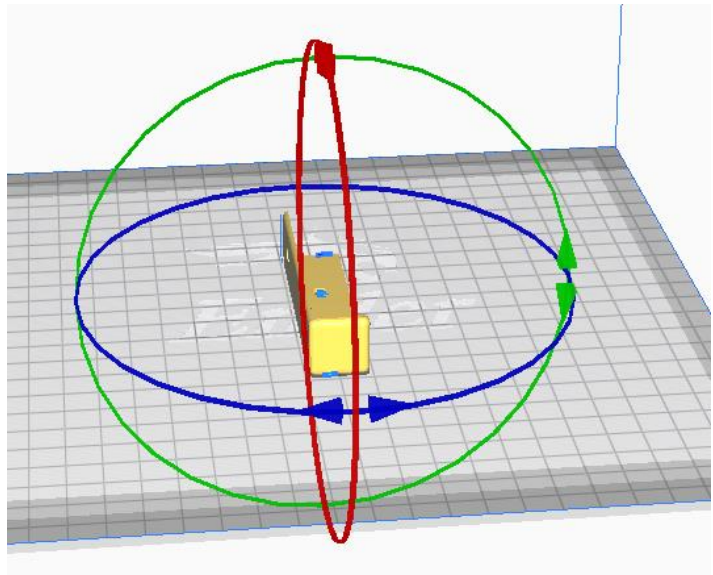
Als u heel goed ziet, ziet u in het midden een geel voorwerpje. (Zie afbeelding 36) Klik daarom. Dan ziet u links een menu verschijnen. (Zie afbeelding 37) Klik op het tweede blok van het menu en vul 1000% in. Ik weet niet waarom het zo klein is maar met 1000% wordt het naar de schaal 1:1 gebracht, dus de werkelijke grootte. Nu moet u kijken hoe u het model wil neerzetten. Dat kunt u aanpassen door op het derde blokje te drukken. (Zie afbeelding 37, het blokje met een ronddraaiende pijl en zie afbeelding 38 hoe het eruit ziet.) Je kan alleen met stappen van 15 graden draaien. Geen 1 graden op 1,5.



afbeelding 36 Het piepkleine model in het midden.



afbeelding 37 Het menu.



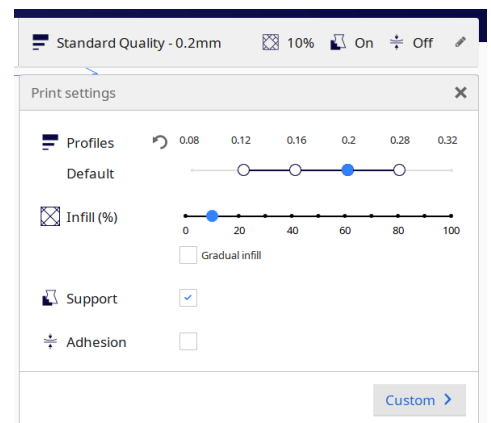
afbeelding 38 Nu kan je het model draaien naar wensen.

Nu gaan we dingen instellen voor de printer. Dit staat al open. (Zie afbeelding 36) Alleen ziet u iets anders, zie afbeelding 39. Maar we willen meer instellen. Druk dan op "Custom" dan ziet u een ander menu. Hiet ziet u een heleboel instellingen. Eigenlijk moet u hiermee spelen en oefenen. Want het kan per printer verschillen. Maar er zijn wel standaard voorwaarden. Zoals.

- Dikte print, dus de kwaliteit. (Qualitie> Standard qualitie.)
- Tempratuur van de nozzle, rond de 200 graden.
- Het bed rond de 40 tot 50 graden als het mogelijk is bij de printer.

Ik had hier veel problemen mee dat het niet goed gind dus ik zat bij elke ding te kijken wat het doet. En dit zijn wel handige dingen, namelijk:

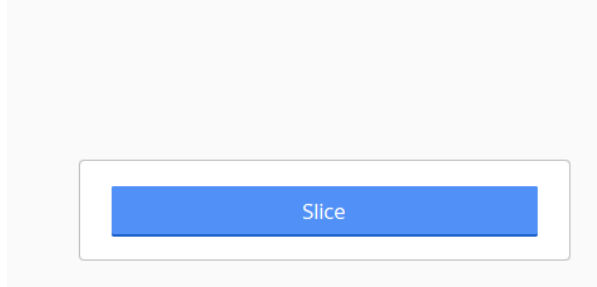
- Eerste laag traag met een warm bed, rond de 55 graden.
- De aantal lagen allemaal hetzelfde als de eerste laag.
- Een trage print, rond de 30mm/s.



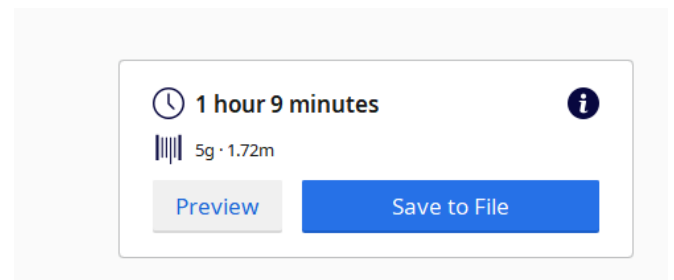
afbeelding 39 Standaard instelling menu.

Hiermee moet u een beetje spelen wat het beste werkt. Dit kunt u allemaal in het printmenu vinden.

Als u de juiste instellingen denkt te hebben druk je op "Slice" (Zie afbeelding 40) en dan ziet u hoe lang het duurt om te printen en hoeveel materiaal het kost. (Zie afbeelding 41)



afbeelding 40 Slice.



afbeelding 41 Printgegevens.

Let op hoe u een bestand kan overbrengen naar de printer. De meest voorkomende is een Micro SD kaart. Is ook het meest veilige. Als u geen MicroSD kaart lezer in uw laptop hebt. Moet u er een aanschaffen. Of geluk hebben dat de printer werkt met een USB-stick. Maar ik had geen geluk en moest een Micro SD kaarthouder naar USB aanschaffen.

Om het op te slaan: Druk op "Save to File" en sla het op, op uw Micro SD kaart. Dan stopt u de MicroSD kaart in de printer. Zet de printer aan. En dan gaat u naar het menu van de printer en zoek uw bestand op.

Mijn eerste tip is om het bed schoon te maken en mijn tweede is om eerst te kijken of het bed geleveld is of het te laten levelen door de printer zelf of handmatig. Met handmatig moet u via de menu de printer naar auto home laten gaan. Dan moet u de stappenmotoren uit zetten en dan handmatig de nozzle en bed naar een punt brengen. Dan moet een papertje pakken die dan tussen de nozzle en het bed komt. Het papertje moet een beetje vrijving hebben met de nozzle, dan is het goed. Zo niet, dan moet u het bed met de vliegmoeren/wielen het aandraaien of lossen draaien totdat er vrijving bij het papertje ontstaat.

Dat gedaan gaan we printen. Start print en dan gaat de printer zich verwarmen. Daarna gaat de printer printen. Let goed op de eerste laag. Als die niet goed gaat, dan gaat de hele print niet goed komen.

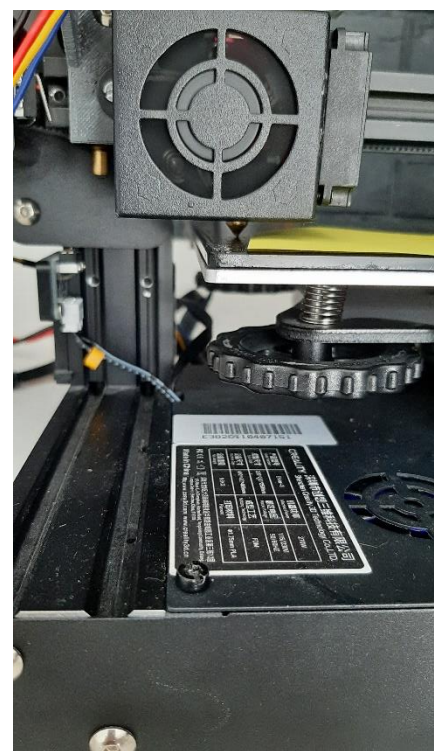
Ik laat voorbeelden zien met mijn printer, maar dit kan verschillend zijn per printer.



afbeelding 41 Auto Home



afbeelding 42 Disable Steppers

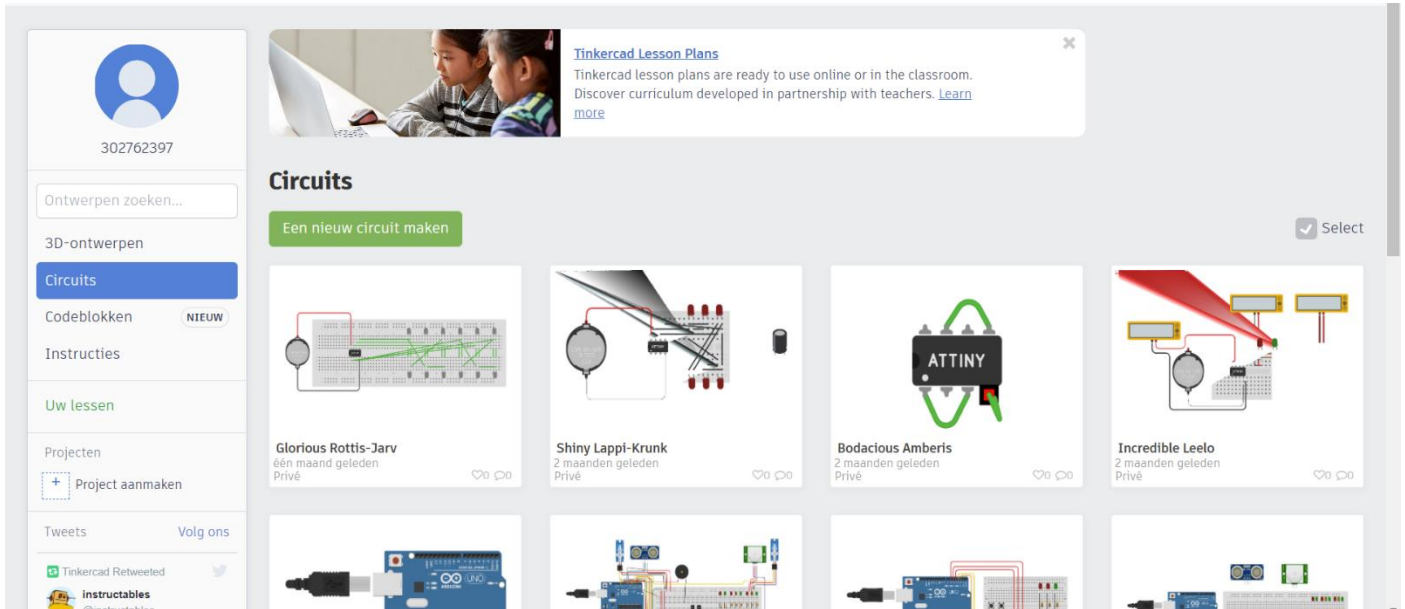


afbeelding 43 De ring om te stellen.

3.5 Tinkercad met Arduino en Programmer.

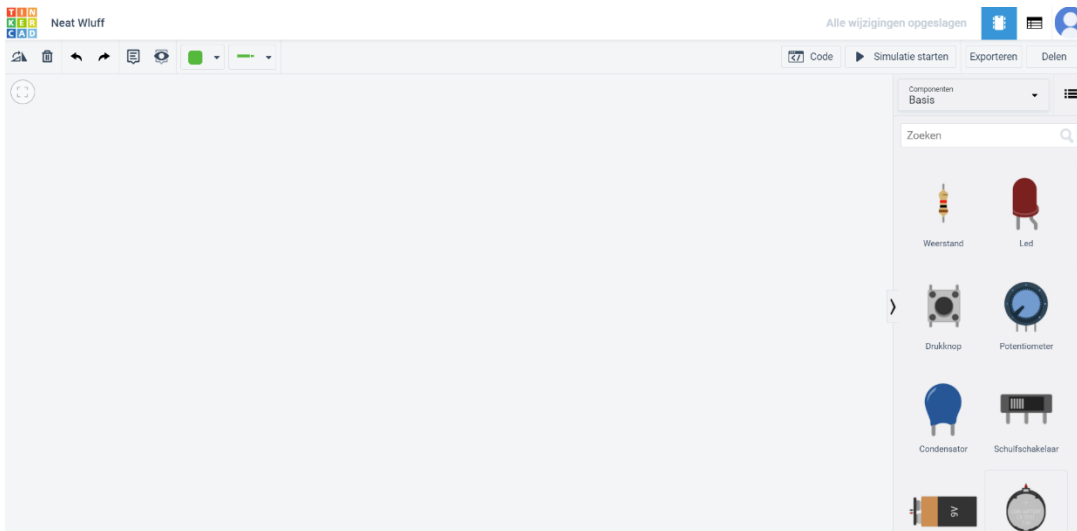
Nu gaan we de code maken. Hiervoor gaan we de Arduino gebruiken en aanpassen voor de Attiny85.

Het eerste wat we gaan doen is een schakeling maken in Tinkercad. Tinkercad is gratis en hiermee kan je modellen maken en elektrische schakelingen. Het is eigenlijk voor kinderen bedoeld. Maar het werkt ook goed voor jongeren of oudere mensen. Het eerste is het installeren en aanmelden. Dan druk je op "Circuits" en dan "Een nieuw circuit maken".



afbeelding 44 Tinkercad start programma.

Nu gaan we een schakeling maken. De onderdelen kan je vinden in aan de linkerkant van het programma. (Zie afbeelding 45)



afbeelding 45 Het programma.

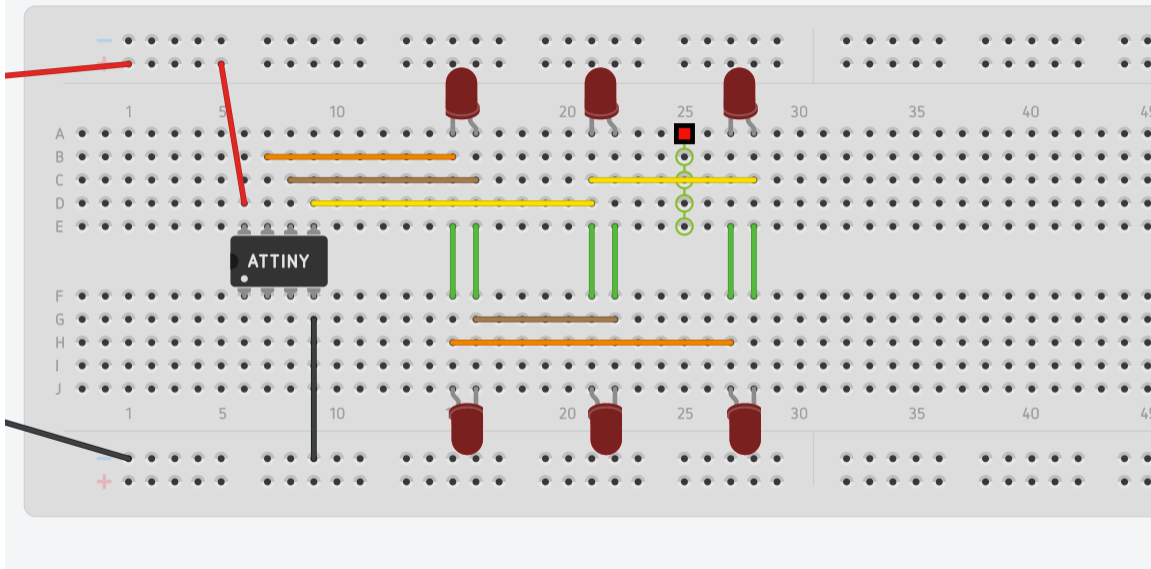
We hebben het volgende nodig:

- Het aantal LED wat u wil.
- Een breadboard
- Knoopcelbatterij (3V)
- Attiny (85)

Met deze onderdelen kunnen we de schakeling maken voor Charlie Plexing. Hier kan je de code schrijven en testen in Tinkercad. Je kan ook gelijk bij de Programmer van Arduino zelf gelijk een code schrijven en opsturen naar de Attiny85. Alleen kost meer werk. Om een kabel te maken klik je op een willekeurig voorwerp en als u uw muis beweegt, ziet u een kabel die vast zit aan uw muis. Klik dan om een ander voorwerp en dan maak je de kabel vast.

Voor Charlie Plexing moet u het volgende doen:

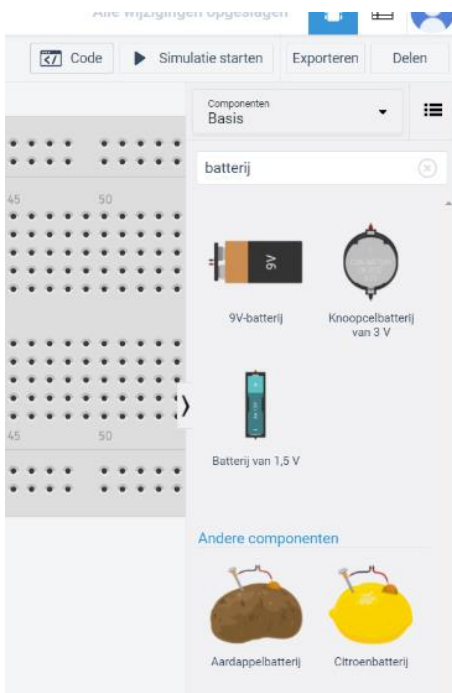
De plus van een led aan de min van de andere led. En ook andersom. (Zie afbeelding 46)



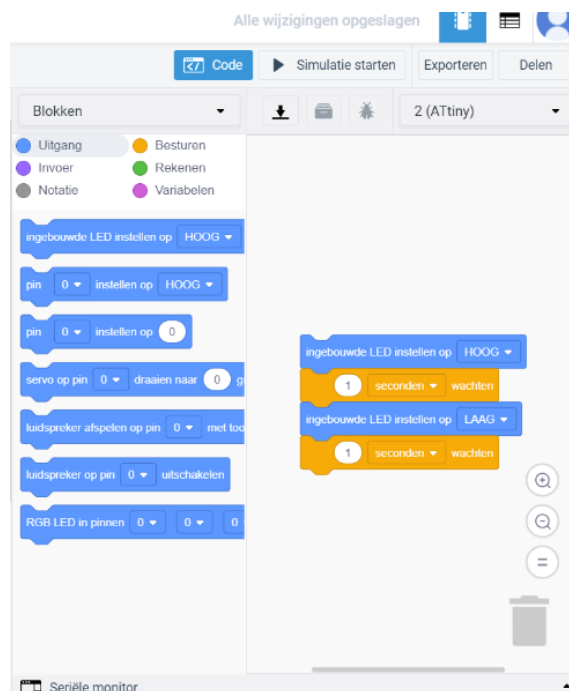
afbeelding 46 De schakeling met 6 ledjes

Dat betekent als je je plus en min op een led zet, dan gaat het led aan. Maar als je de plus en min omdraait, dan gaat de led eronder aan. Voor de tweede rij pak je een nieuwe poort van de Attiny. En dan doe je hetzelfde bij de eerste rij. Dit is Charlie Plexing.

Nu gaan we in Tinkercad de code schrijven op plakken. Druk dan op het blokje "Code" (Zie afbeelding 47) en dan ziet u een menu met allemaal blokjes. (Zie afbeelding 48) Hiermee gaan we letterlijk knippen en plakken.

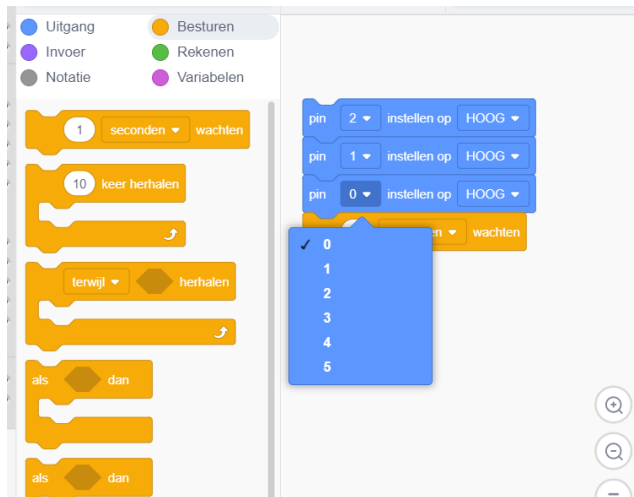


afbeelding 47 Menu waar code staat.

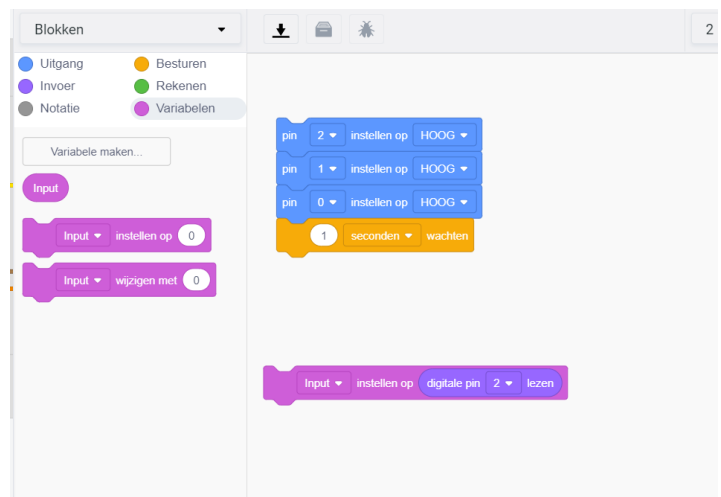


afbeelding 48 De blokjes.

Nu gaan we de code maken in Tinkercad. Kijk even naar alle blokjes om te kijken wat ze zijn. Voor de code hebben we deze blokjes nodig. (Zie afbeelding 49) Je kan de blokjes ook instellen naar bijvoorbeeld welke pin er nodig is en of de pin hoog (+) of laag (-) moet zijn. Wat ik eerder heb beschreven is dat we een input



afbeelding 49 De blokjes die je kan instellen.

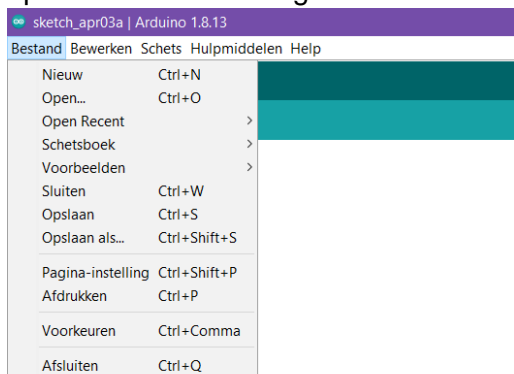


afbeelding 50 De variabele blok.

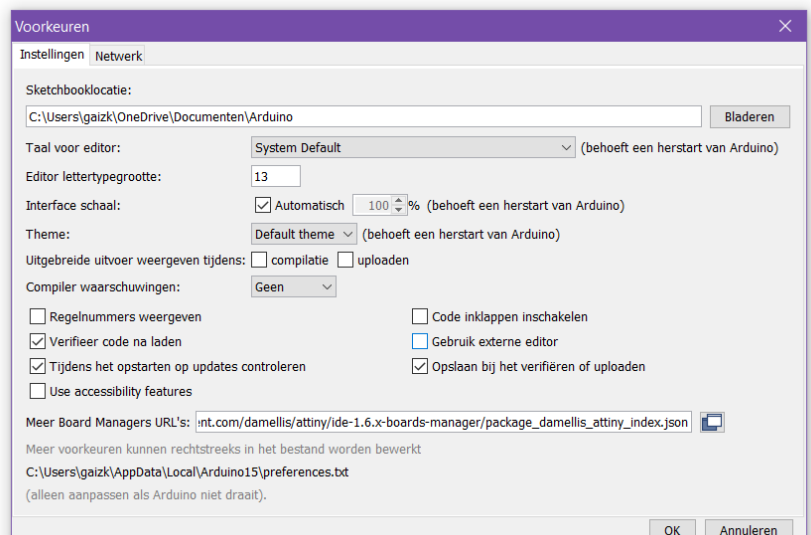
moeten hebben. Dat doen we door een variabele te maken. Ga naar “Variabele” en dan klik je op “Variabele maken” en schrijf je Input. (Zie afbeelding 50) Sleep het blokje naar de rechterkant. Dan klik je op “Invoer” en pak je “Digitale pin (0) lezen” en die zet je in de 0 van het roze blokje. (Zie afbeelding 50) Dit herhaal je dan voor elke led. Je kan ook in de Programmer de code zelf schrijven als het lukt.

Nu gaan we de code overzetten naar de Arduino Programmer. De Programmer is gratis te downloaden bij Arduino zelf. Als je de Programmer heb gedownload, dan gaan we de code overzetten. We gaan nu het programma aanpassen voor de Arduino om het dan naar de Attiny85 te sturen. De Programmer heeft standaard geen programmer voor de Attiny. Die moet je op internet zoeken. Je zoek dan naar Attiny Programmer en dat dan de URL kopiëren. . Als je het heb, dan ga we naar het programma en dan klikt u op “Bestand” en dan op “Voorkeuren”. (Zie afbeelding 51) Dan verschijnt er een pop-up en dan moet u de URL plakken op “Meer Board Managers URL’s”. (Zie afbeelding 52) Dan op ok drukken.

Dat gedaan, gaan we het installeren. We moeten eerst de Arduino Programmer uit zetten en dan weer opnieuw starten. Dan gaan we naar

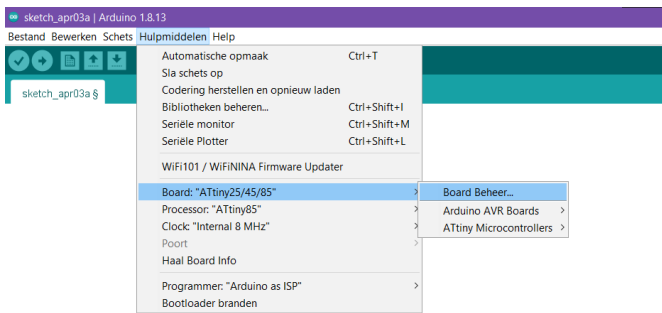


afbeelding 51 Het menu.

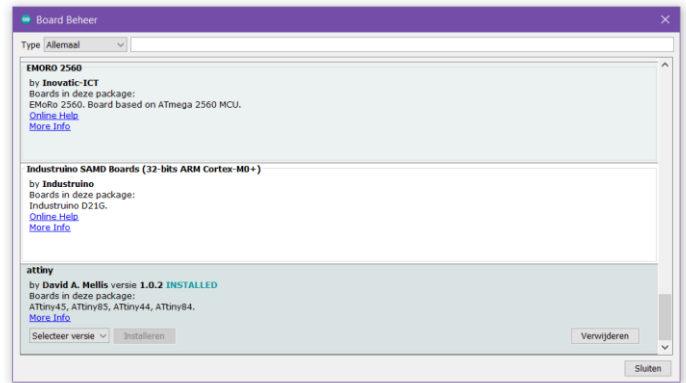


afbeelding 52 Voorkeuren met de URL.

“Hulpmiddelen” en dan naar “Board” en dan naar “Board Beheer” (zie afbeelding 53)

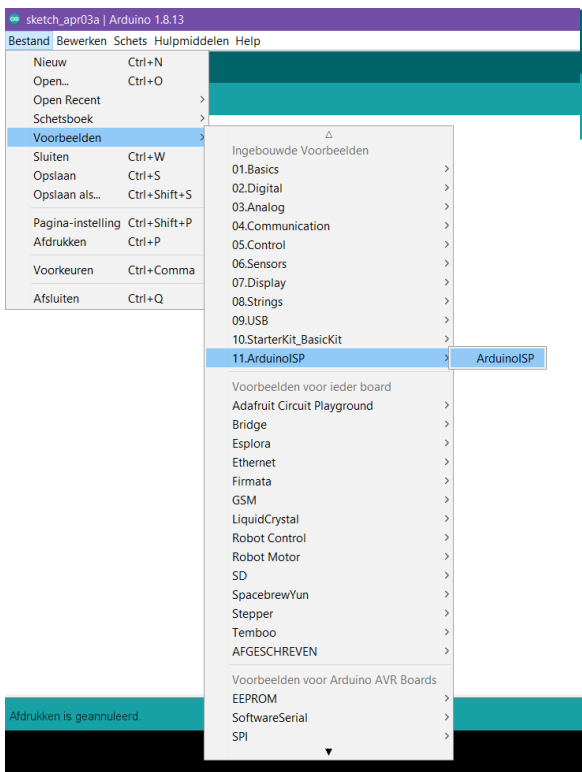


afbeelding 53 Hulpmiddelen> Board.

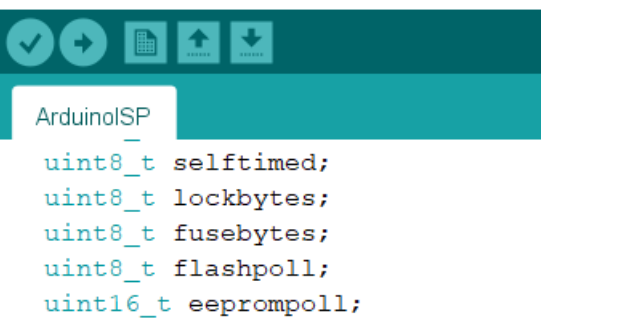


afbeelding 54 Attiny programmer.

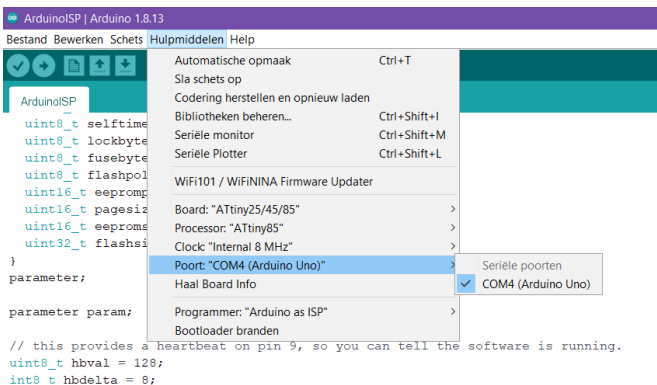
Zoek dan naar de Attiny programmer. (Zie afbeelding 54) Druk dan op "Installeren". Dat gedaan dan ga je weer naar "Hulpmiddelen" en dan zie je bij "Board" ziet u Attiny staan. Kies dan Attiny85. (Zie afbeelding 53) En dan moet u instellen bij "Hulpmiddelen"> "Board", "Processor Attiny85 en "Clock 8MHz". (Zie afbeelding 53) Dat gedaan moeten we het programma weer afsluiten en opnieuw opstarten. Dan gaan we het echt vastzetten. We moeten dan naar "Hulpmiddelen" en dan naar "Bootloader branden" klik daarop en wacht even totdat het klaar is. Dan gaan we naar "Bestand" en dan naar "Voorbeelden" en dan naar "ArduinoIPS" en dan klik je op "ArduinoIPS" (Zie afbeelding 55) Dan start er een nieuw programma op. Dan moet u de Arduino aansluiten aan uw computer en het dan uploaden. (Zie afbeelding 56, druk op het vinkje.)



afbeelding 55 Arduino voorbeelden.



afbeelding 56 Uploaden.



afbeelding 57 COM poort kiezen.

Er is een kans dat het uploaden niet lukt, dan moet je een COM poort kiezen. (Zie afbeelding 57)

Nu gaan we de Arduino aansluiten aan de Attiny85. Hiervoor heb je nodig:

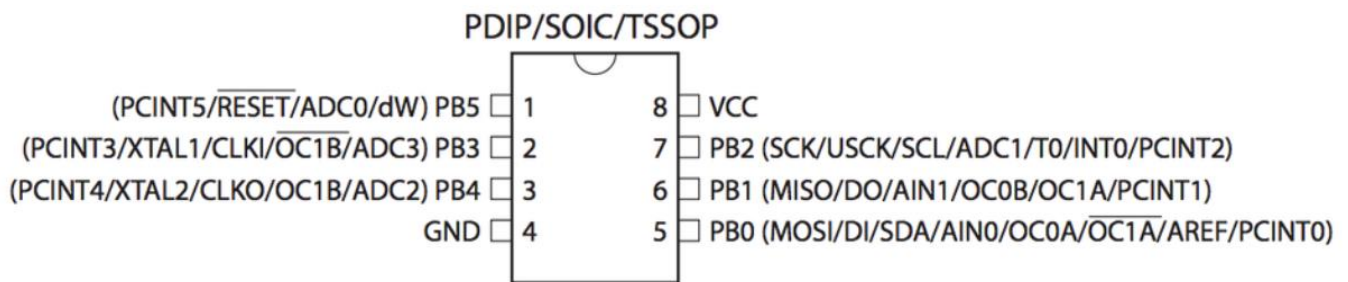
- Arduino uno
- Kabels
- Breadboard
- Attiny
- Condensator van 10uF.

Sluit het zo aan:

```
Arduino--> ATtiny85

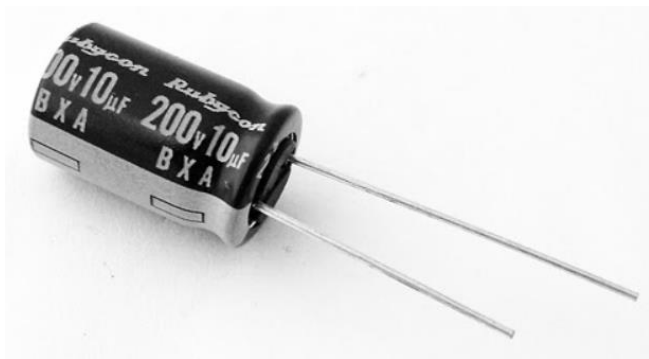
5V          Vcc
GND         GND
Pin 13     Pin 2
Pin 12     Pin 1
Pin 11     Pin 0
Pin 10     Reset
```

afbeelding 58 Aansluitingen.

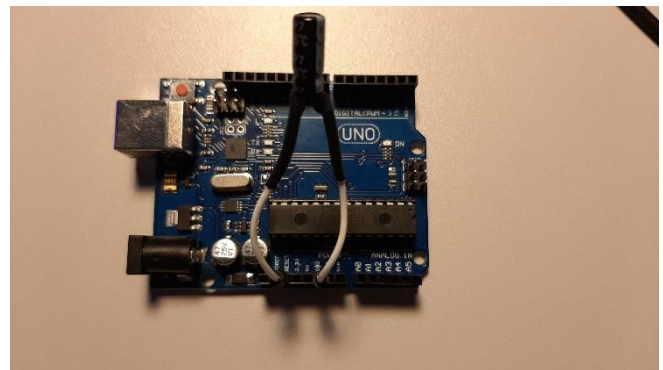


afbeelding 59 De poorten met hun eigen namen. Nummer 1 is PB5/Poort 5 enz.

Als u het zo heeft aangesloten dan moet u de condensator aansluiten op de ground en dan naar de reset van de Arduino. Het voorkomt dat de Arduino zichzelf steeds opnieuw opstart. (Zie afbeelding 60, de condensator) en (Afbeelding 61 Arduino met condensator.)



afbeelding 60 De condensator.



afbeelding 61 De condensator aangesloten.

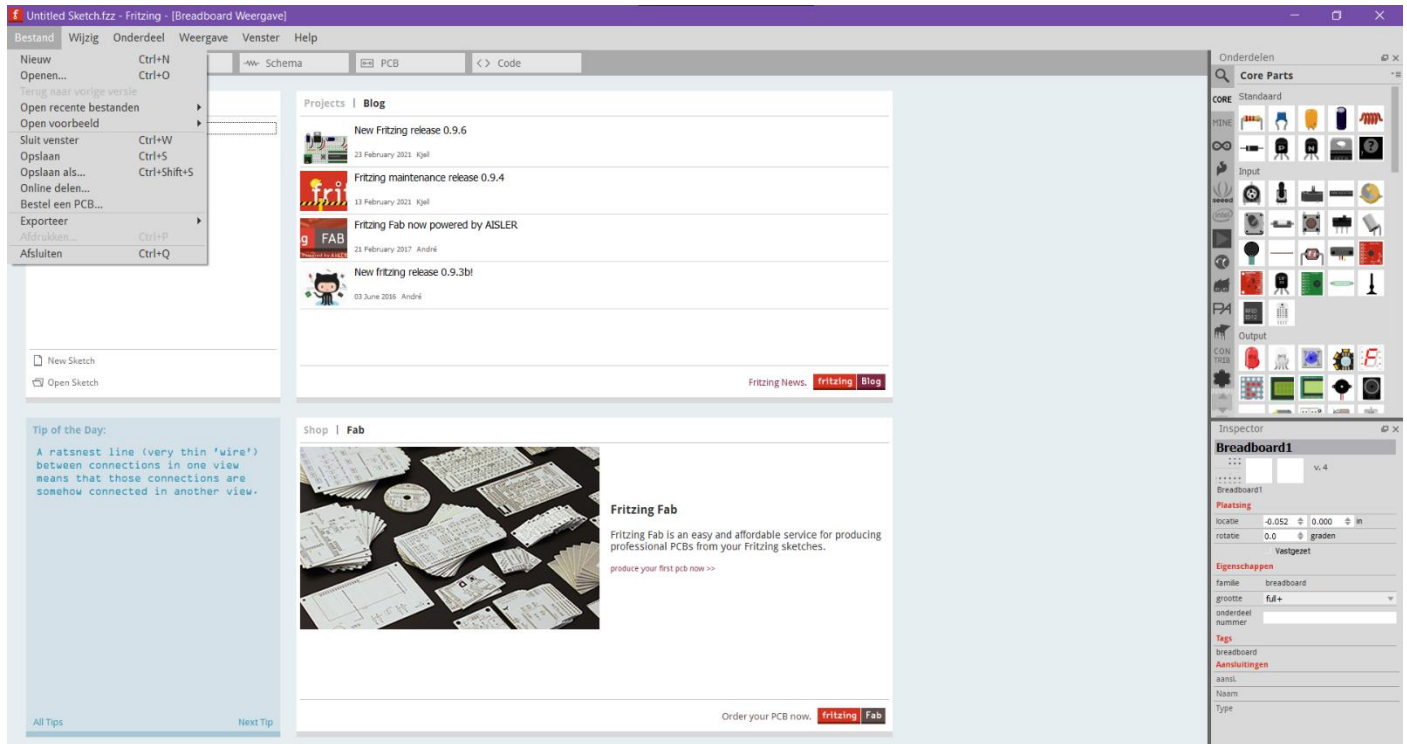
Dat gedaan kunnen we de code halen van Tinkercad en het openen in een nieuw programma. Ga naar "Bestand" en dan klik je op "Nieuw". Ga dan naar Tinkercad, klik op "Blokken" en klik dan op "Blokken + tekst" (Zie afbeelding 50 van terug.) Haal eerst alles weg wat er in de Programmer staat en plak het dan. Stuur het dan naar de Arduino en die stuurt het dan naar de Attiny. Bouw dan de schakeling na op het breadboard en test de code of het werkt. Sla ook de code op, "Bestand"> "Opslaan Als".

Nu hebben we de code gemaakt en op de Attiny gezet.

3.6 Fritzing

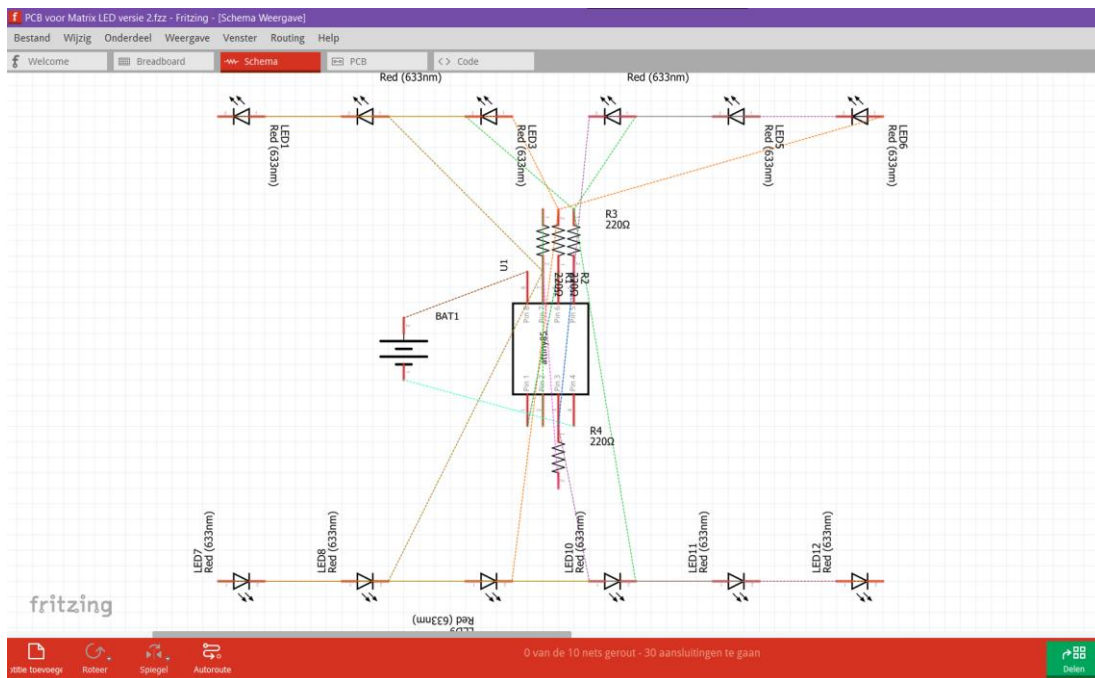
Nu gaan we de printplaat maken. Daarvoor gebruiken wij het programma Fritzing. Is gratis op internet te downloaden.

Als je Fritzing hebt gedownload gaan we naar “Bestand” en dan naar “Nieuw”. (Zie afbeelding 62)



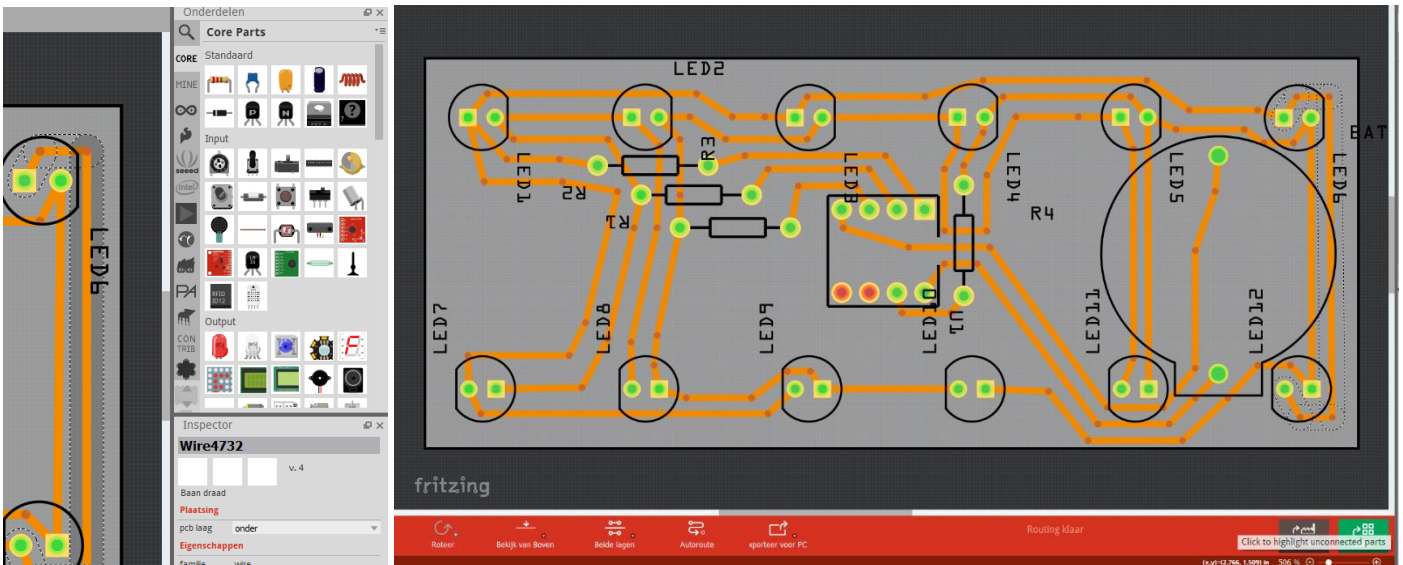
afbeelding 62 Fritzing.

Zoals u ziet lijkt het veel op Tinkercad, dat klopt alleen dit programma vind het grappig om een rommeltje te maken. Dus ik zou eerst een Batterij, Attiny en paar leds plaatsen. Dat gedaan, klik dan op “Schema” en dan ziet u hoe een grote rommel het is. (Zie afbeelding 63)



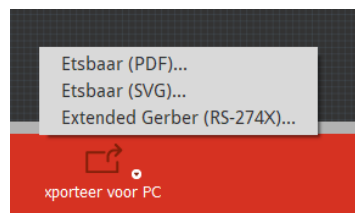
afbeelding 63 Het schema wat een puinzooi is.

Het beste is om dit netjes neer te zetten, dat het overzichtelijk is want als je dan weer op "PCB" klik is het weer een grote troep dus moet het weer opnieuw opruimen om het zo te zeggen. Daarom zou ik een paar onderdelen per keer doen waardoor het dus overzichtelijk wordt. Als u alles goed heeft geplaatst en ook bij het "PCB" blijven we daar en gaan we het volgende doen. We gaan alle onderdelen met elkaar aansluiten. Let op, wij hadden een enkelzijdige koperen laag op onze printplaat. En bij frezen moest het spiegelbeeld zijn waardoor je het koper niet meer zag. Dus alle banen moesten bij ons oranje zijn, dat doe je door naar rechts te kijken en dan zie je een menu. Dan ziet u "PCB laag" en klink dan op "Onder". (Zie afbeelding 64)



afbeelding 64 Menu.

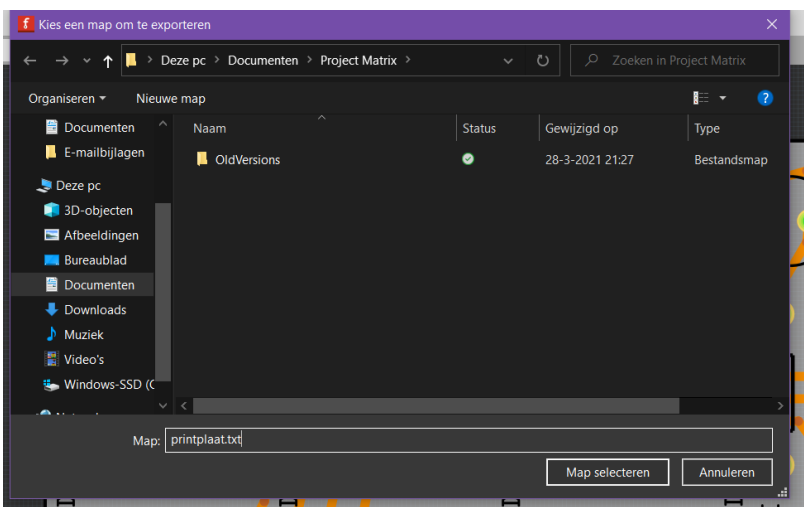
afbeelding 65 Onder het menu kan je exporteer voor Pc vinden.



afbeelding 66 Kleine pijltje.

Nu gaan we het opslaan op een ander manier. Onder ziet u een rode lange balk en daar staat "Exporteer voor PC" (Zie afbeelding 65) Klik dan op het kleine pijltje en dan "Etsbaar (PDF)" (Zie afbeelding 66) om te controleren of de banen kloppen. Klopt alles? Dan gaan we hetzelfde doen maar dan "Extended Gerber (RS-274X)..." dan sla je het zo op> printplaat.txt (Zie afbeelding 67)

Nu wordt opgeslagen als een tekstbestand voor Flatcam. Zie volgende deelstuk.

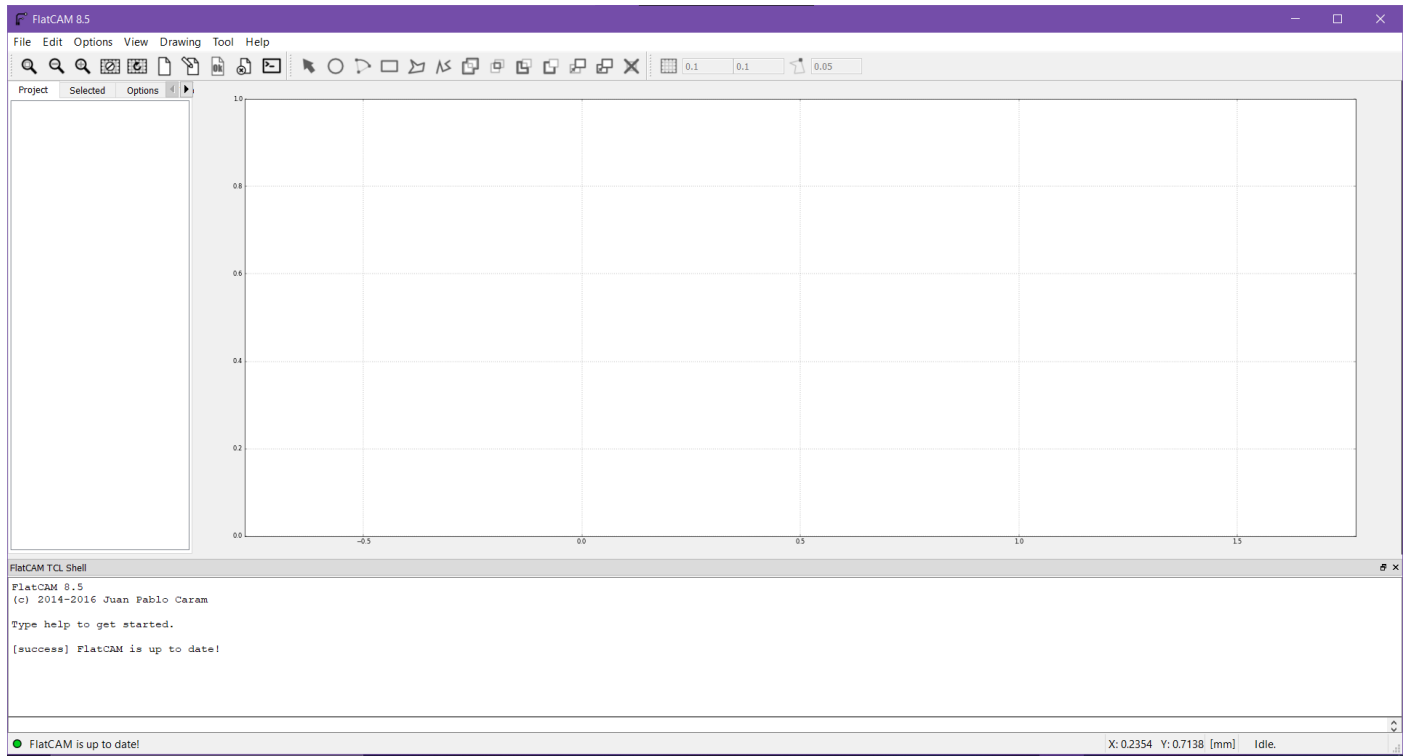


afbeelding 67 Bestandsnaam met .txt

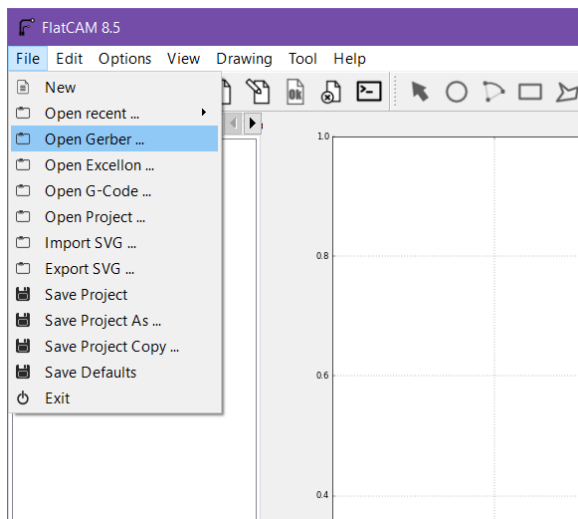
3.7 FlatCam.

Nu gaan we van de printplaat een g-code maken of later het te kunnen frezen. Flatcam kan je gratis downloaden op internet.

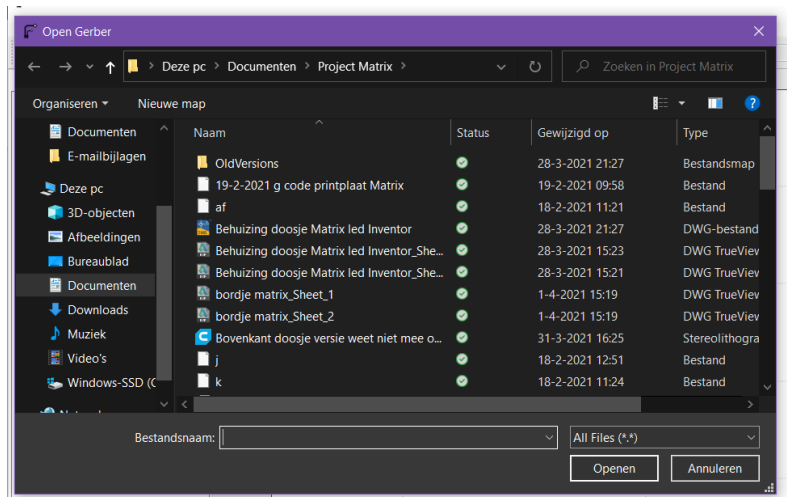
Start FlatCam op. (Zie afbeelding 68)



afbeelding 68 FlatCam

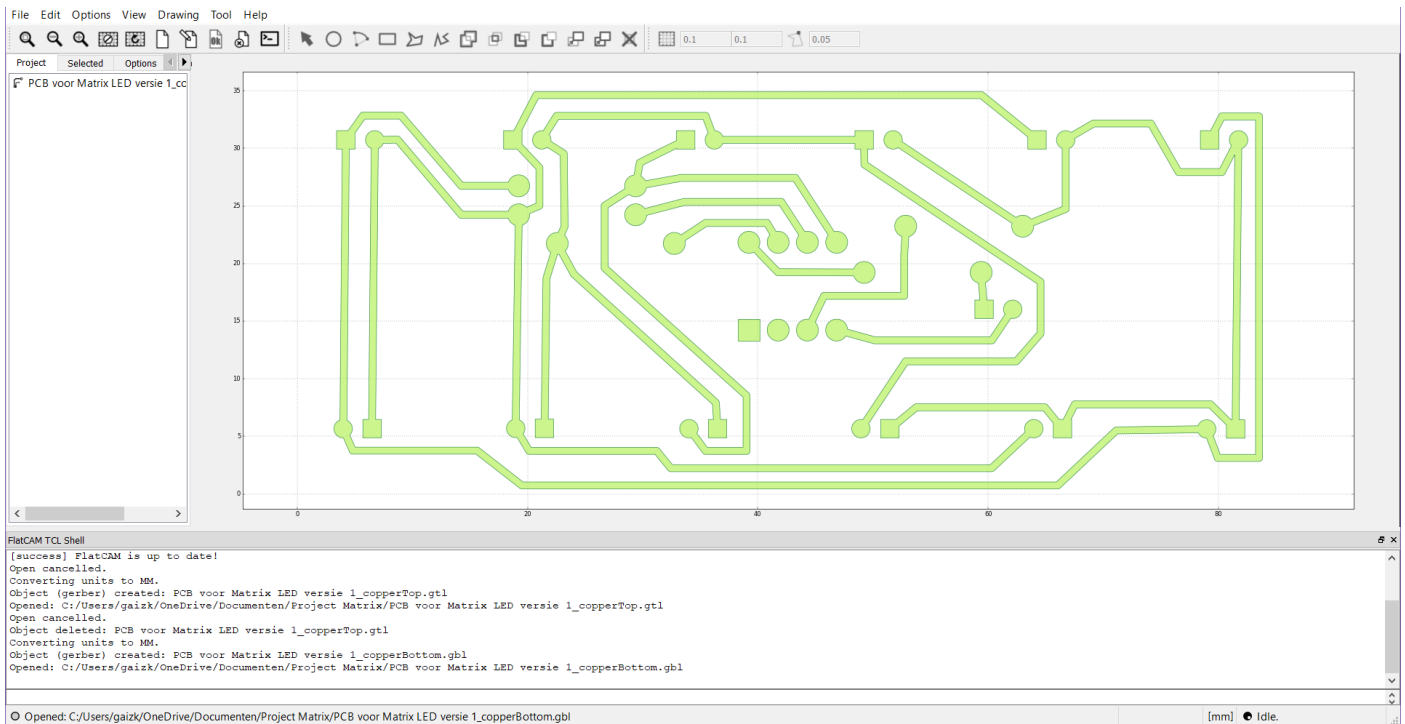


afbeelding 69 Open Gerber.



Afbeelding 70 bestand opzoeken (Printplaat.txt opzoeken)

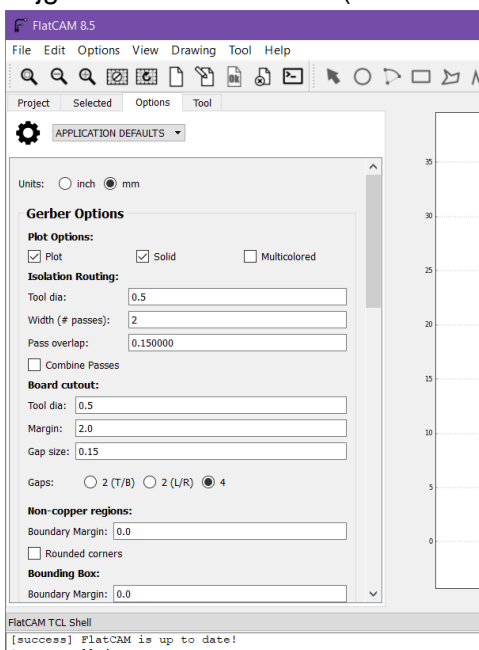
Dan gaan we het bestand openen in FlatCam. Ga dan naar "File" en dan naar "Open Gerber" (Zie afbeelding 69) en dan moet je de bestand opzoeken. Als u het niet kan vinden moet u op "All Files drukken". (Zie afbeelding 70)



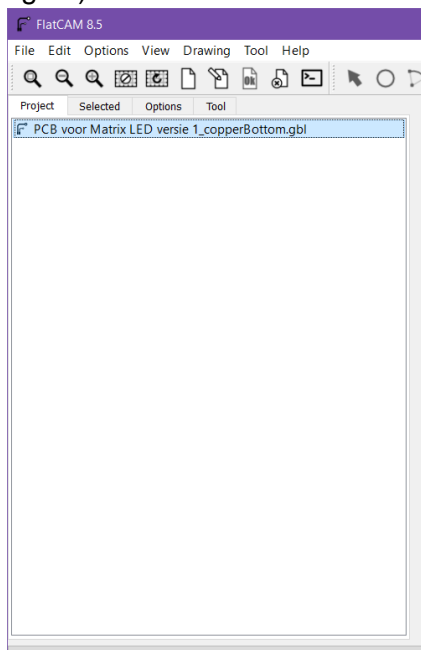
afbeelding 71 De printplaat in FlatCam.

Nu gaan we instellen dat het millimeters is. Ga dan naar “Options” en dan naar “Units” en dan klik je op “mm”. (Zie afbeelding 72)

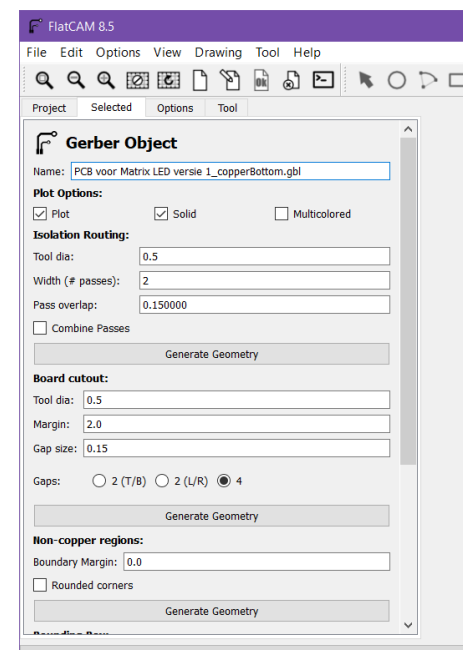
Nu gaan we de naar “Project” en dubbelklik op “...naam..._copperBottom.gbl”. (Zie afbeelding 73) en dan krijgt u een menu te zien. (Zie afbeelding 74)



afbeelding 72 Options.

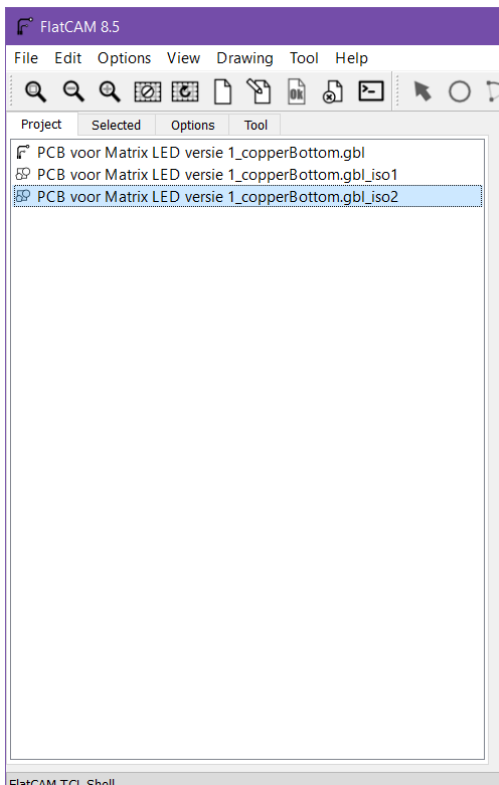


afbeelding 73 Project.

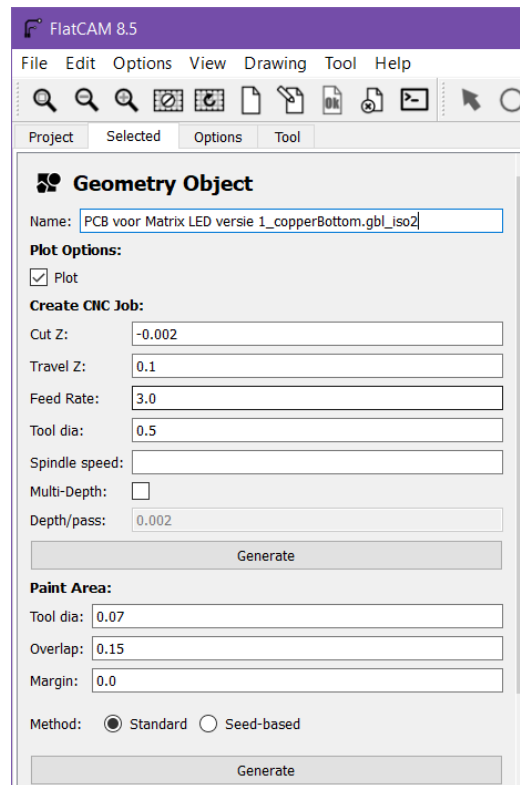


afbeelding 74 Het menu.

Nu gaan we een paar dingen instellen. Daarvoor moet u weten welke boorkop de freesmachine heeft. Die van ons had een 0.5 kop. Vul bij “Tool dia” de diameter van uw freeskop. Vul bij “Width” hoeveel keer hij moet frezen. In principe hoeft u daaronder niks in te vullen. Als u alles ingevuld heeft. Klik op de bovenste “Generate Geometry”. U ziet dan rode lijnen verschijnen. Dat is goed. Dan gaan we weer terug naar “Project” en dan klikken we dubbel op “...naam.. copperBottom.gbl_iso2”. (Zie afbeelding 75)

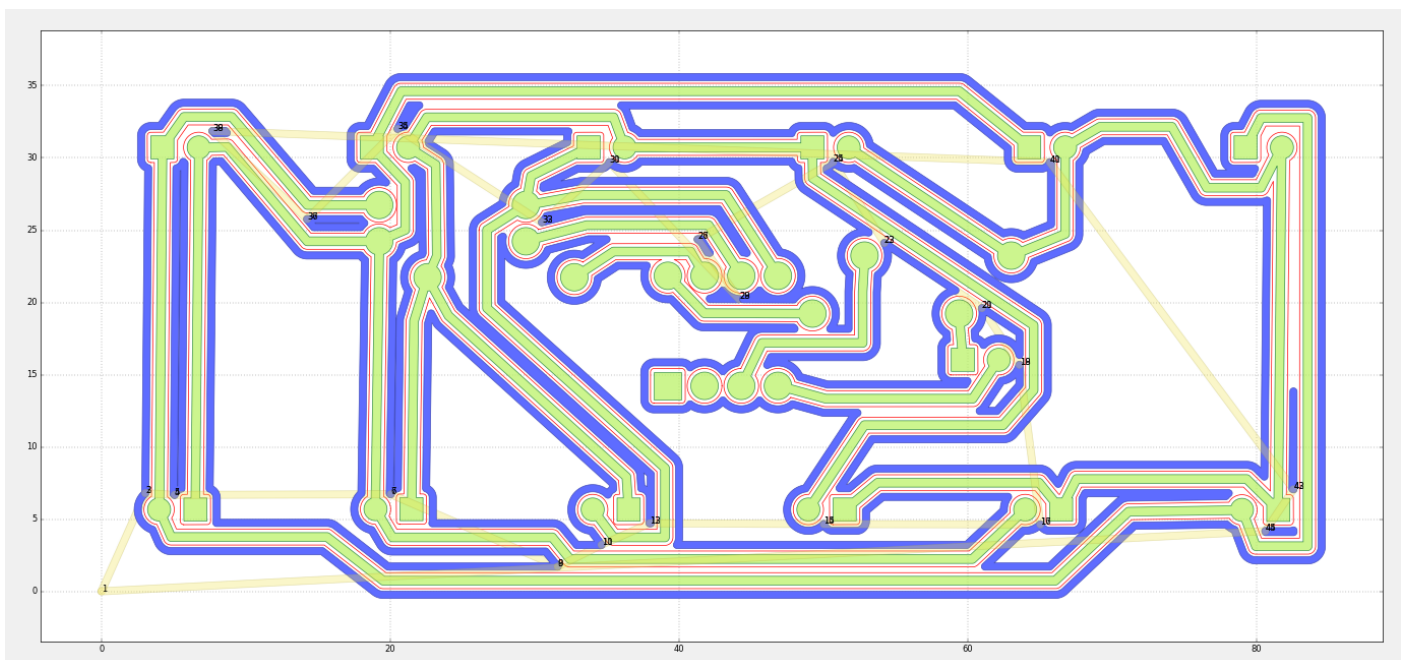


afbeelding 75 Project.



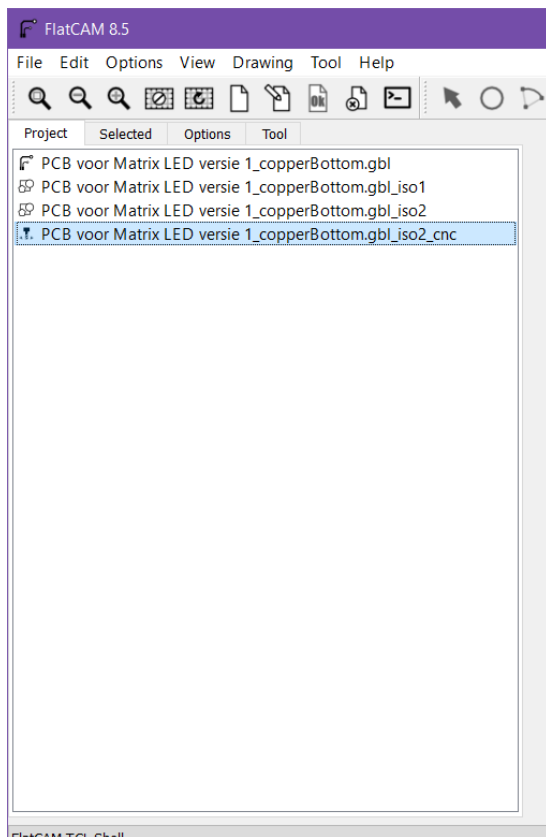
afbeelding 76 Geometry Object.

Dan gaan we de volgende dingen instellen. Bij “Cut Z” kies u hoe diep de freeskop in de printplaat moet frezen. Bij “Travel Z” vult u 1 in. Bij “Feed Rate” vult u hoe de toevoersnelheid moet zijn. Bij “Tool dia” vult u weer de diameter van de freeskop in. En “Spindle speed” laten we open. (Zie afbeelding 76) Als alles ingevuld is, klikken we op de bovenste “Generate”. Dan ziet u blauwe en gele lijnen. De blauwe lijnen geeft aan waar de machine gaat frezen en de gele geeft aan waar de kop naartoe gaat en freest dan niet. U moet controleren of alle lijnen die rood waren blauw zijn. Dus dat alles gefreesd wordt. (Zie afbeelding 77 waar het niet klopt.)

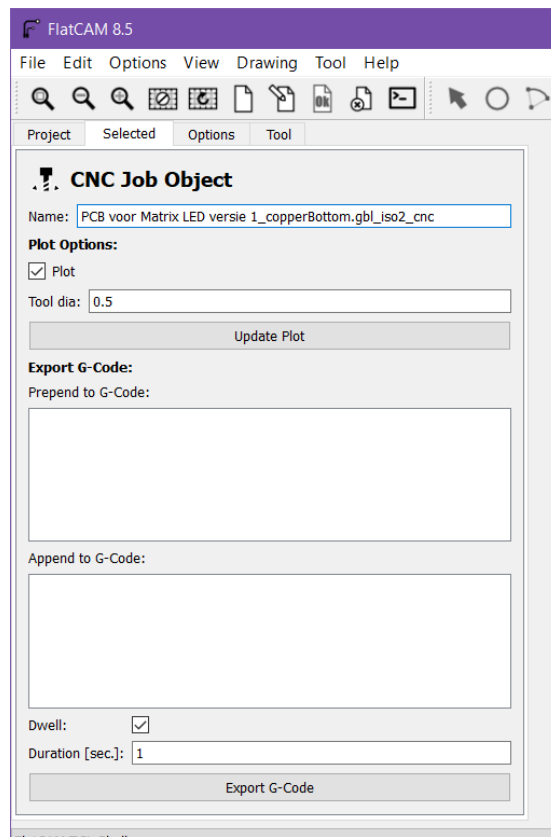


afbeelding 77 U ziet dat niet alles gefreesd kan worden, vul dan bij “Width” 1 in en dan “Generate” en de stappen weer opnieuw.

Nu gaan we de G-code maken.

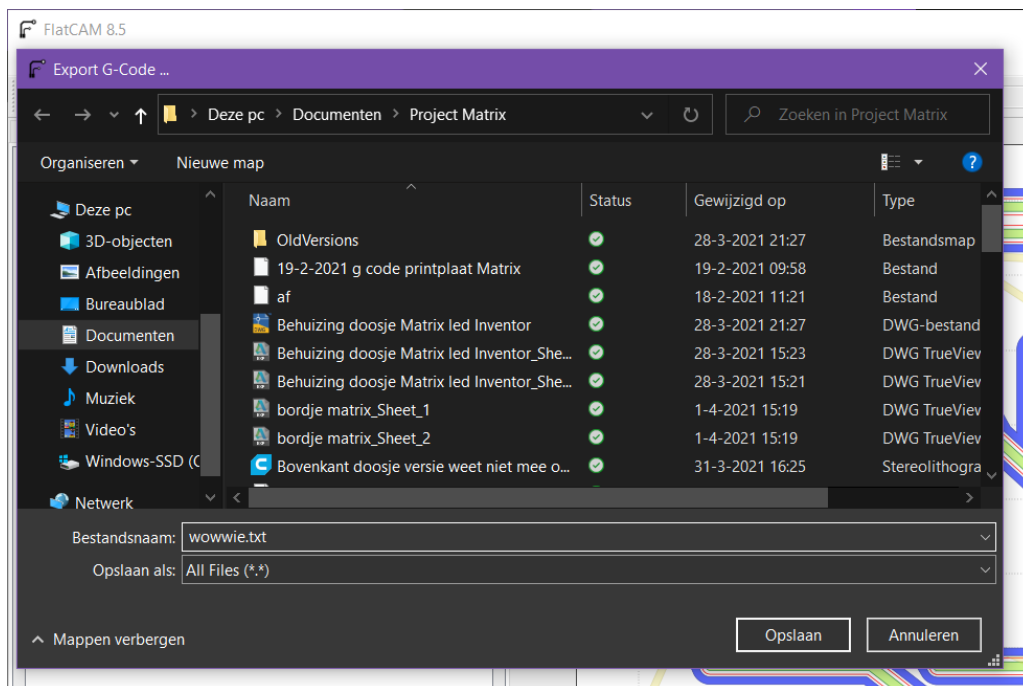


afbeelding 78 Project



afbeelding 79 Export G-Code

Ga naar "Project" en dan dubbelklik u op "...naam... _copperBottoM.gbl_iso2_cnc". (Zie afbeelding 78) En dan ziet u een menu verschijnen. (Zie afbeelding 79) Druk dan op "Export G-Code". Sla het dan op met de naam en daarachter .txt (Zie afbeelding 80).



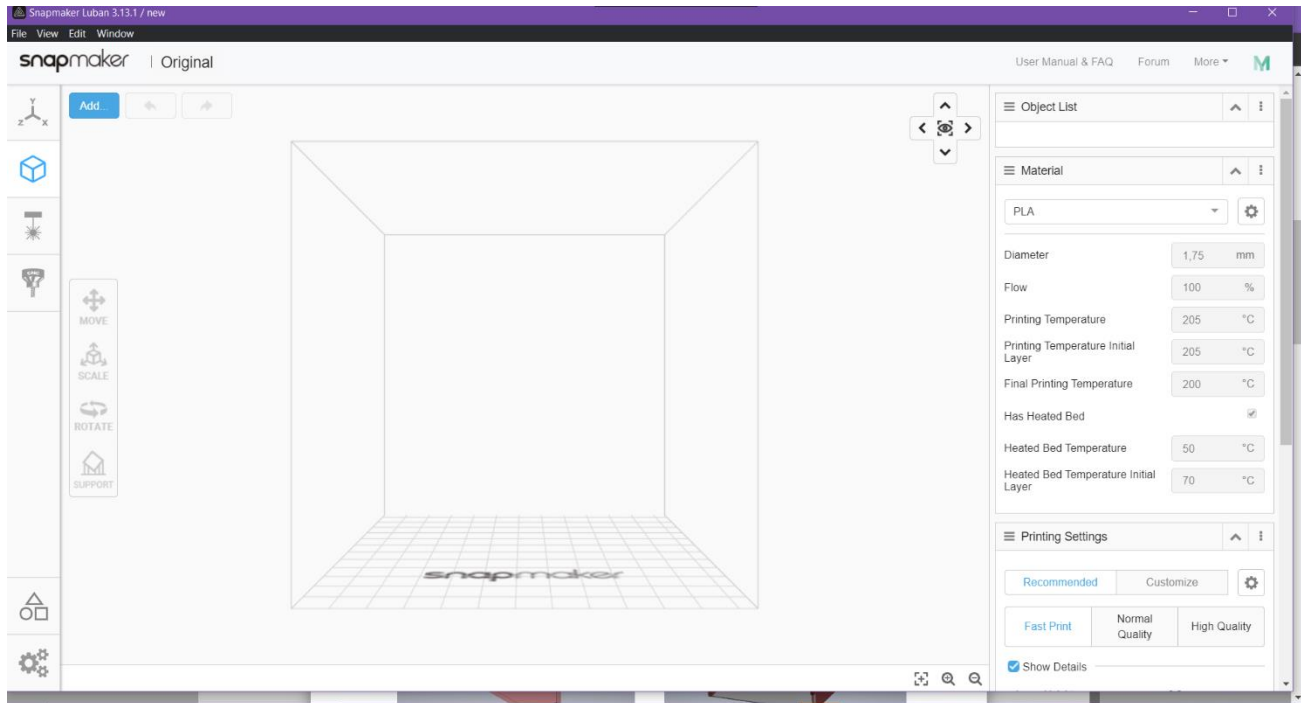
afbeelding 80 Opslaan als .txt oftewel teksbestand.

Nu heeft u een G-code gemaakt. Die gaan we openen in een freesprogramma, zie volgende deelhoofdstuk.

3.8 Snapmaker Luban.

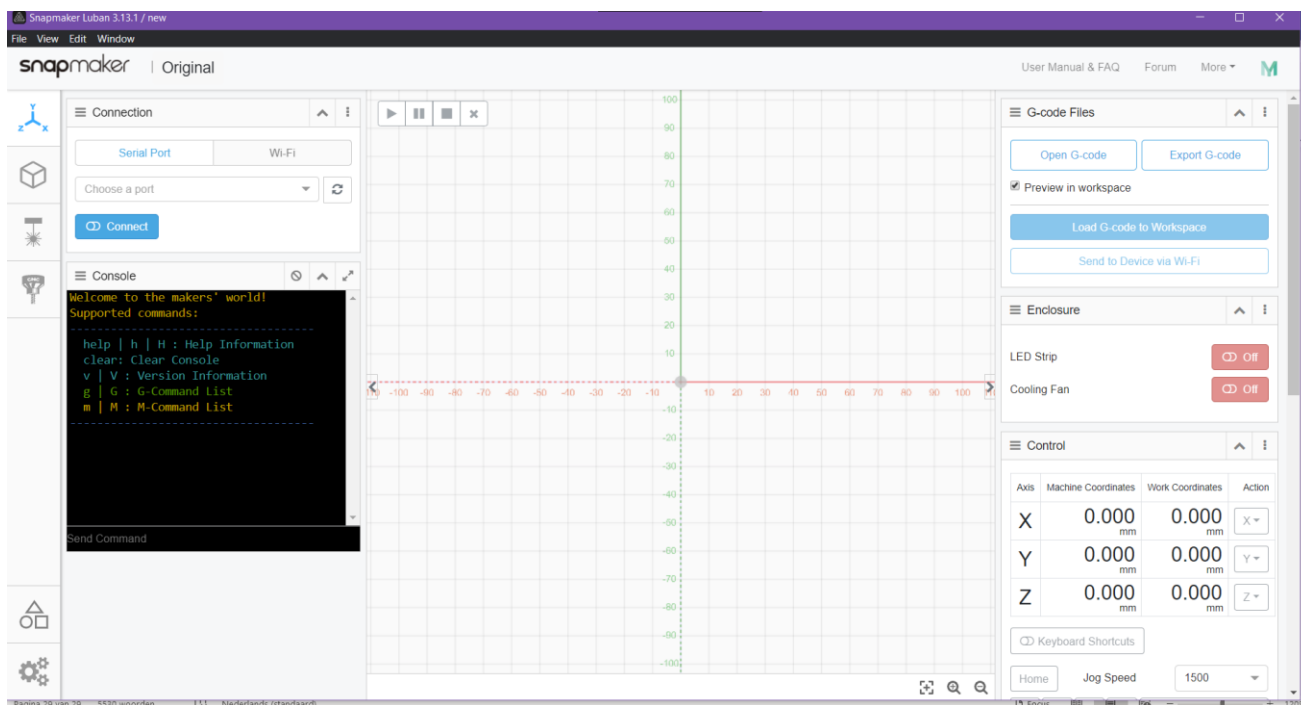
Nu gaan we het frezen. Daarvoor kunt u Snapmaker Luban gebruiken of Grbl Controller. Zijn beide gratis te downloaden op internet. Ik had gebruik gemaakt van de Snapmaker Luban. Ik leg uit hoe u Snapmaker gebruikt.

Als u het heeft gedownload gaan we de volgende doen. Link ziet u een menu. (Zie afbeelding 81)



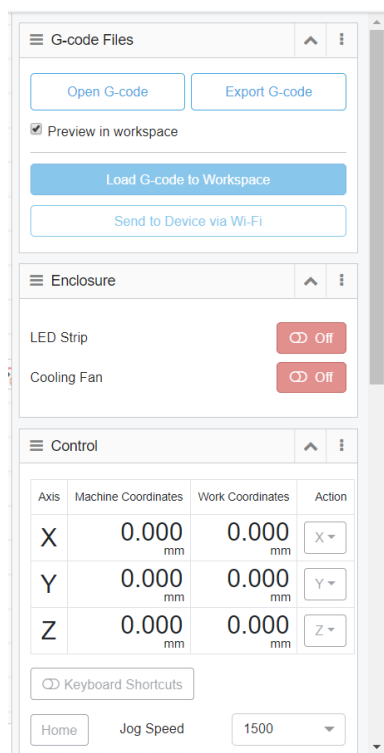
afbeelding 81 Snapmaker Luban met links het menu.

Nu gaan we meest linksboven blokje aanklikken. Het blokje met Y,X,Z. Dan verschijnt er dit. (Zie afbeelding 82)

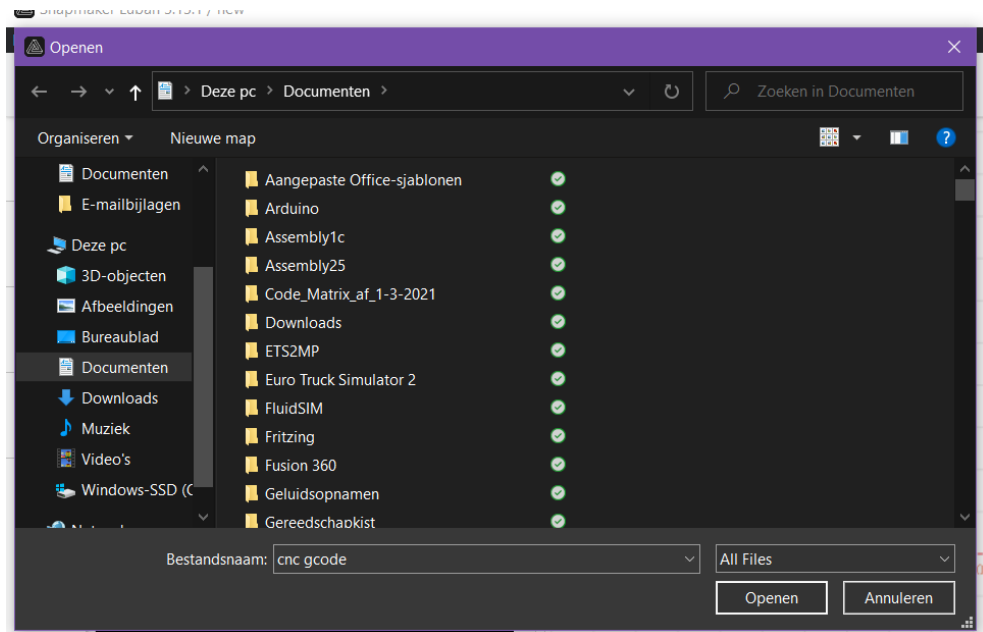


afbeelding 82 De freescontroller.

We gaan de freesmachine van Snapmaker aansluiten aan het programma met een USB kabel. (Hetzelfde als bij de Arduino.) Dan kiest u de poort bij “Choose a port” en dan klikt u op “Connect”. (Zie afbeelding 82) Nu gaan we de G-code uploaden naar het programma. Ga dan naar rechtsboven en druk op “Open G-code” en zoek u code op. (Zie afbeelding 83) Druk voor de zekerheid op “All Files” om te zoeken.

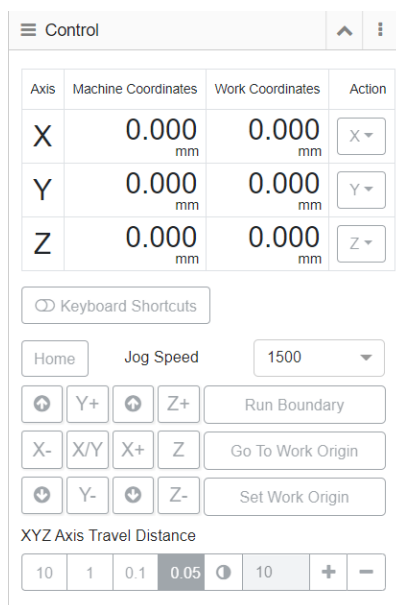


afbeelding 83 Menu.

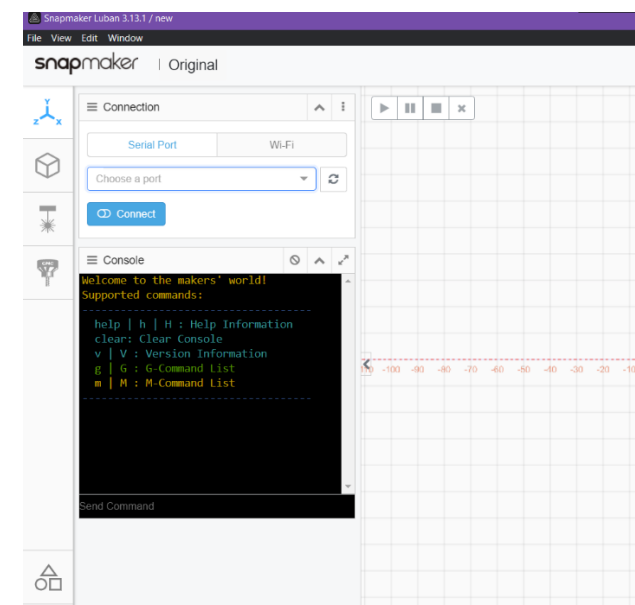


afbeelding 84 All Files.

Als u het heeft geüpload, zetten we de machine aan en gaan we een Home Offset maken. Oftewel een (0,0,0) voor de machine. Dat doet u met het menu rechts. (Zie afbeelding 84) Neem kleine stapjes en doe er een papier tussen. Er mag een kleine weestand zijn tussen de freeskop en het bed van de machine. Dat gedaan? Druk dan op “Set Work Origin”. Dan gaan we een paar millimeters omhoog en onthoud hoeveel. Druk dan weer op “Set Work Origin”. Nu gaan we kijken uw ontwerp past op de printplaat. Dat doen we om op ‘Run Boundary”. Nu gaat de machine niet frezen maar laat hij zien of het past. De motor gaat wel draaien! Dus laat daar wel op! Als de machine klaar is gaan we weer met paar millimeters naar beneden. Dan drukken we wee op “Set Work Origin”.



afbeelding 85 Control menu

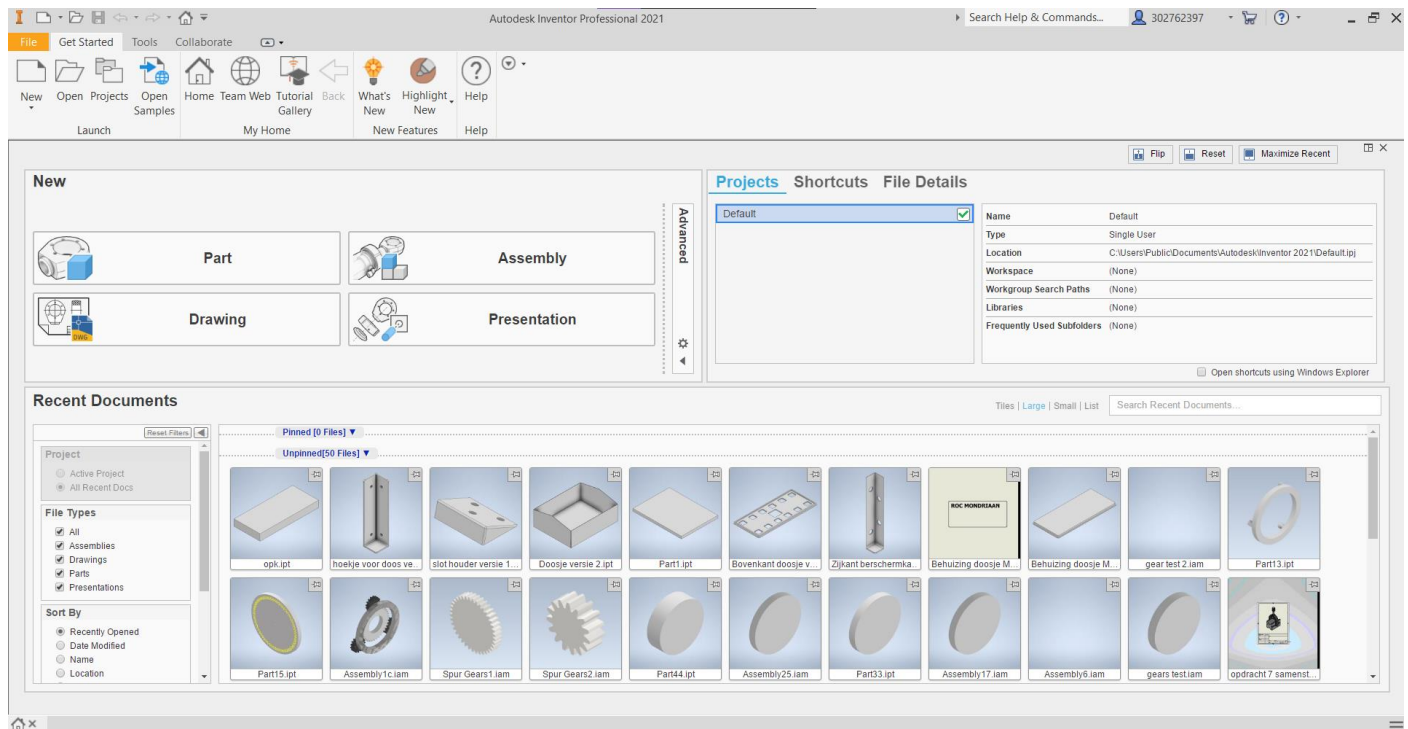


afbeelding 86 Start.

Dan gaan we de snelheid instellen. Kan je onder het zwarte blok zien. Er staat dan “Speed” en zet dat op 15 of 10 procent. Druk op het kleine zwarte bolletje wat er naast staat en dan ziet u in de zwarte blok iets verschijnen. Als er iets verschijnt, druk dan op start/de play knop. (Zie afbeelding 86) Nu gaat de machine frezen.

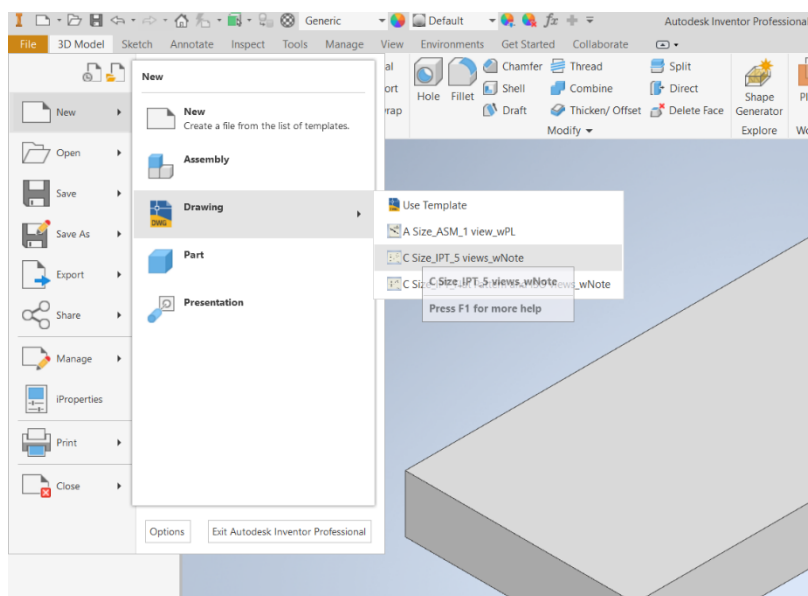
3.9 Lasersnijden/LaserWorks V6.

Om te lasersnijden hadden we bij Inventor een werktekening moeten maken. Open Inventor en open uw bestand.

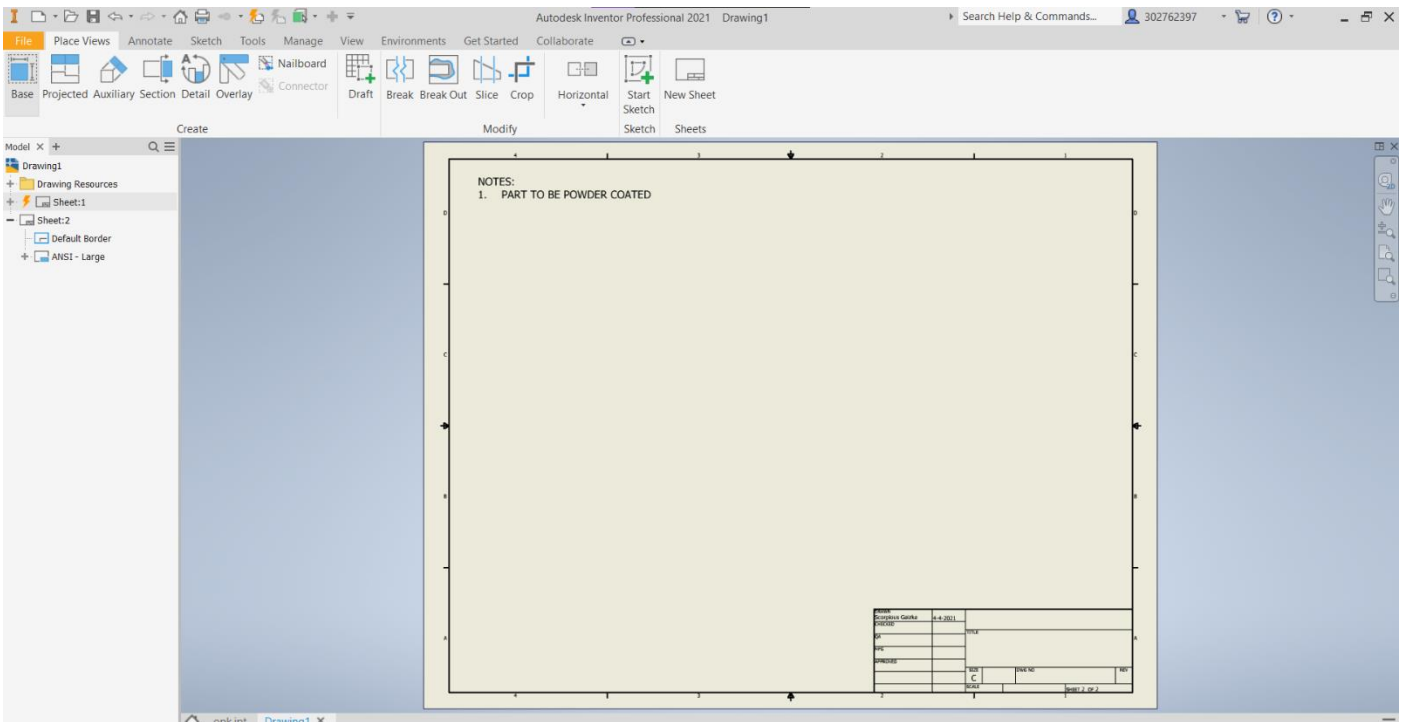


afbeelding 87 Het start menu van Inventor.

Druk op “Open” of onder ziet u uw model staan en dubbelklik daar dan op. Inventormoet dan even laden om het te openen. Nu ziet u uw 3D model. Nu gaan we een werktekening van maken. Ga dan naar “File”> “New”> “Drawing”> “C Size”. (Zie afbeelding 88) Nu verschijnt er een werktekening.

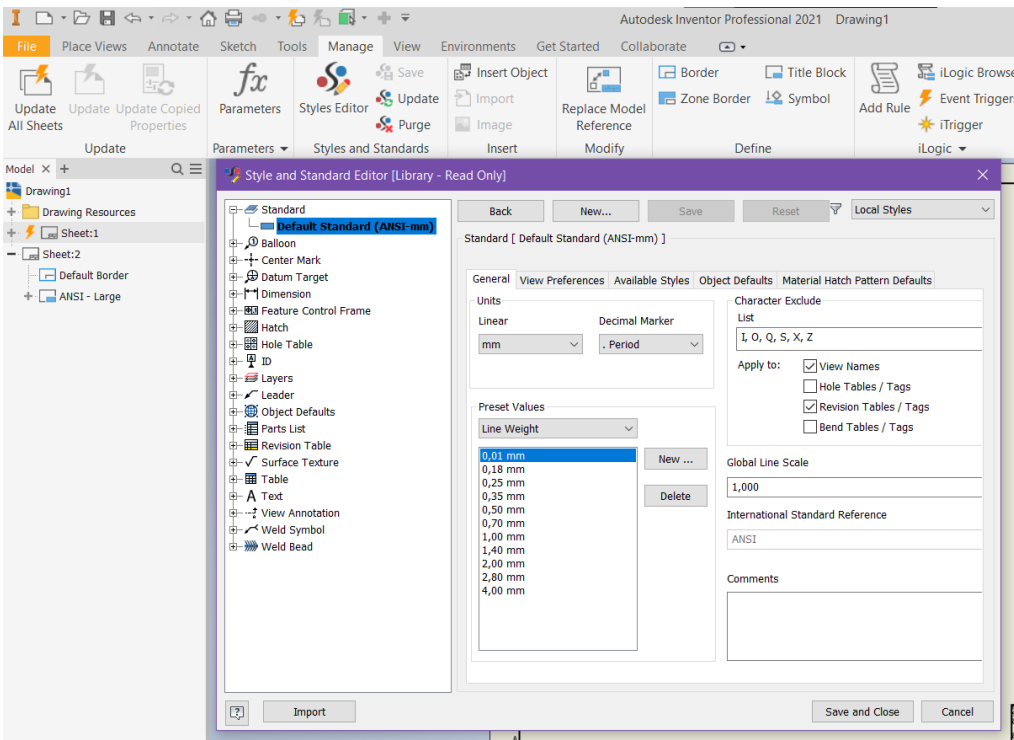


afbeelding 88 Werktekening zoeken.



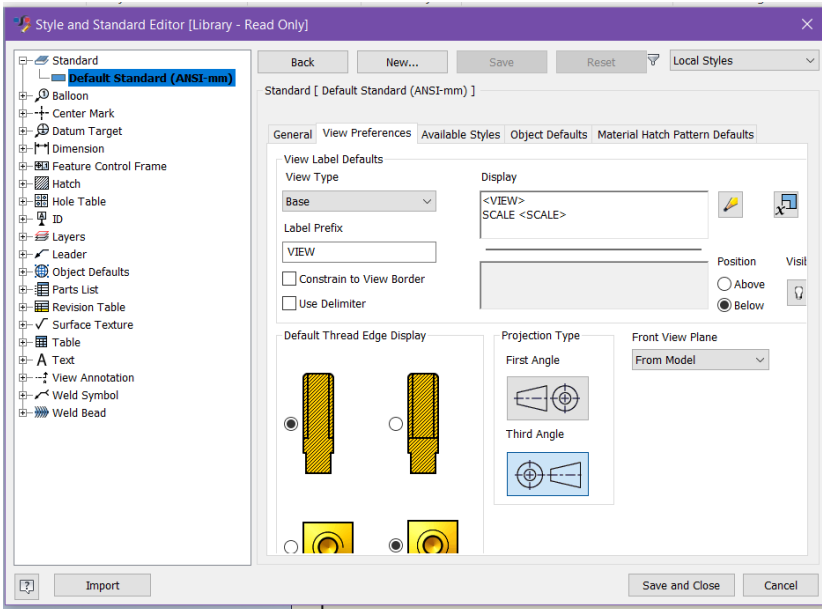
afbeelding 89 De werktekening.

Nu moeten we een ding instellen in Inventor, namelijk de Third-Angle. Ga naar “Manage” en dan naar “Styles Editor” en dan druk u op “Default Standard (ANSI-mm)”. (Zie afbeelding 90)



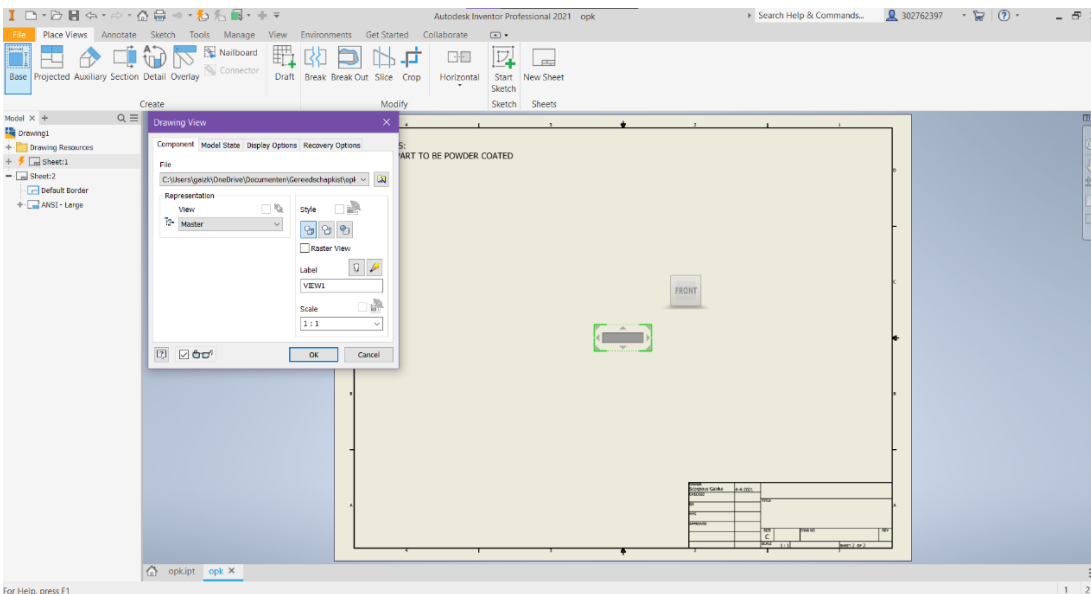
afbeelding 90 De Styles Editor.

Nu klikken we op “View Preferences”. (Zie afbeelding 90 en 91) En dan ziet u dat First-Angle aan staat. U moet dan op Third-Angle drukken. (Zie afbeelding 91)

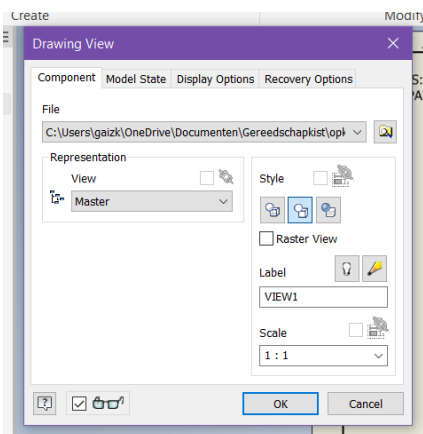


afbeelding 91 Third-Angle.

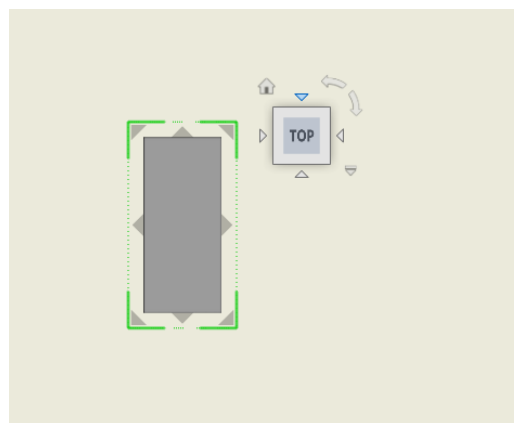
Druk dan op "Save and Close". Nu heeft Inventor het opgeslagen. Dan gaan we naar "Place views" en dan naar "Base". (Zie afbeelding 92) Dan ziet u een pop-up verschijnen. We moeten het volgende instellen: "Style" het tweede blokje, "Scale" is 1:1. (Zie afbeelding 92 en 93)



afbeelding 92 De pop-up menu.

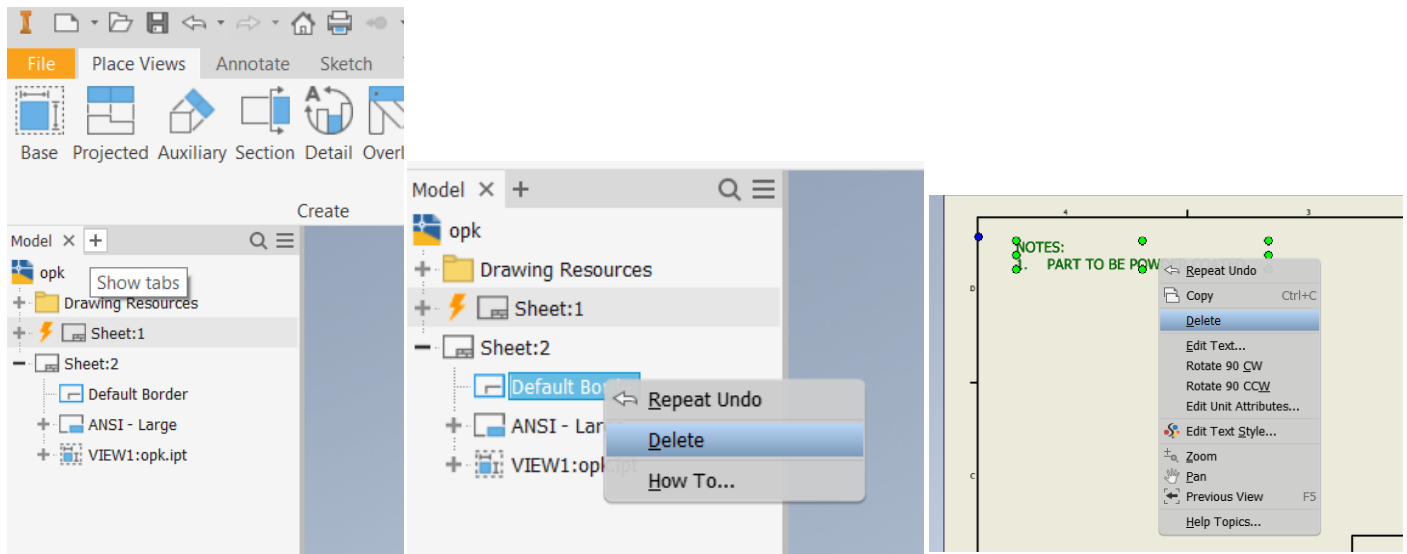


afbeelding 93 De instellingen.



afbeelding 94 De kubus voor aanzichten.

Nu moeten we de aanzicht hebben van u doosje waar u op wil laseren. Dat kunt u doen met de kubus die er naast staat. (Zie afbeelding 94) Als u alles heeft ingesteld en doe goede aanzicht heeft. Druk dan op ok. Nu gaan we alle overige zwarte letters en lijnen verwijderen. Want anders gaat de laser dat meenemen. Dat doen we door op om met de rechtermuisknop op de volgende te drukken: Default Border, ANSI-Large en de eventuele letters die er komen te staan bij de tekening. (Zie afbeelding 95, 96 en 97 de dingen die weg moeten.)

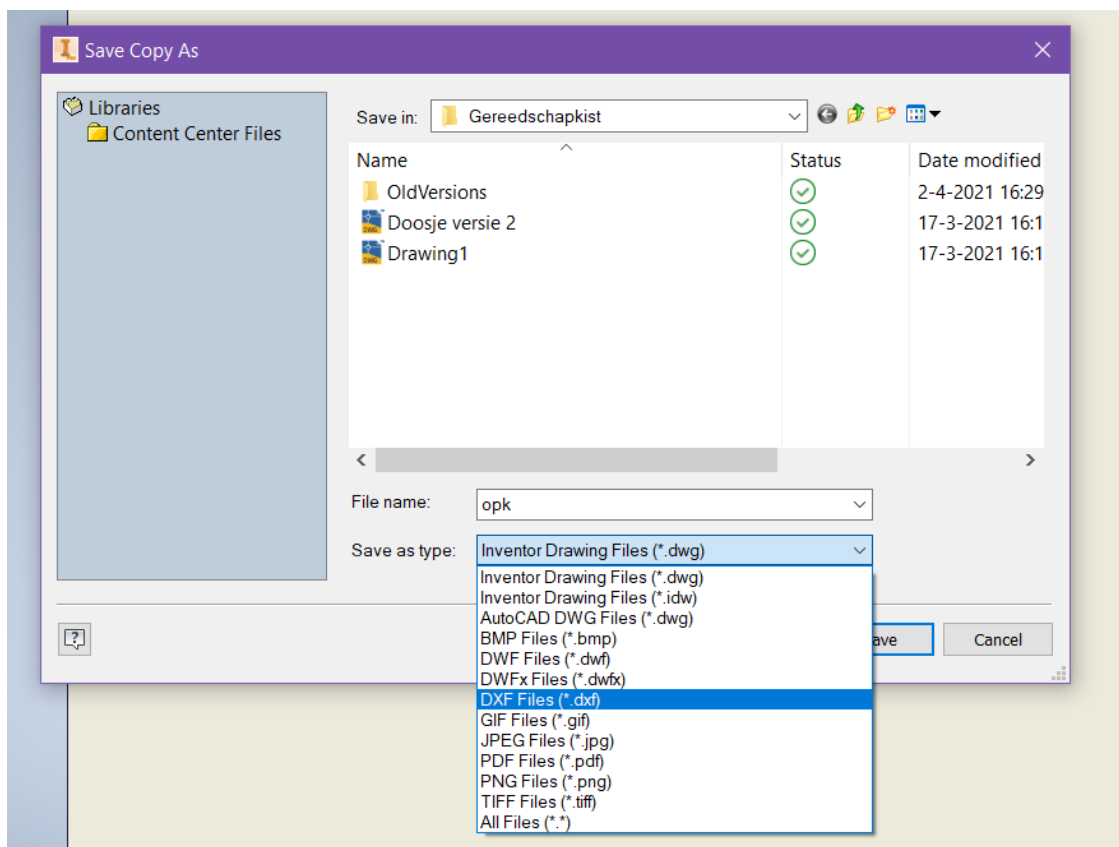


afbeelding 96 Menu.

afbeelding 97 Delete

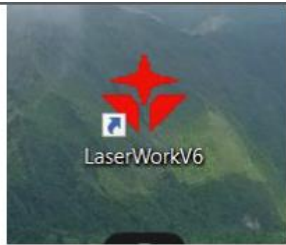
afbeelding 98 De letters deleten.

Als we dat hebben gedaan gaan we het opslaan als DXF bestand. Eerst "Save" en dan "Save Copy As" en dan klik je "DXF files" aan. (Zie afbeelding 99)

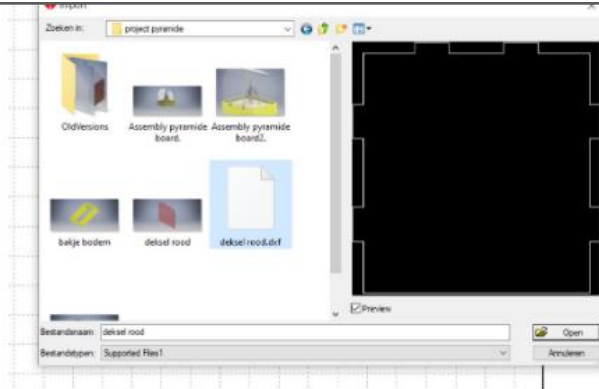


afbeelding 99 DXF Files.

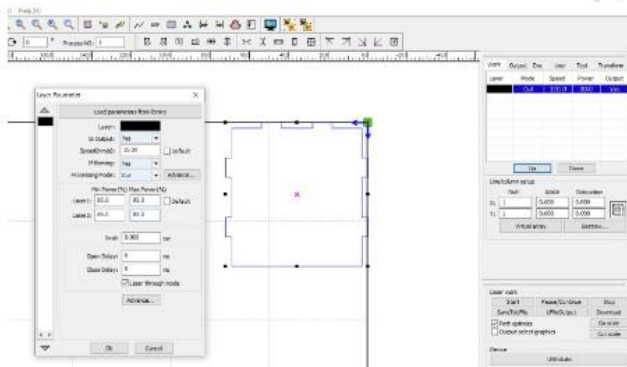
Nu moet u LaserWorks V6 installeren. Is gratis te downloaden via internet. Ik heb zelf dit niet gedaan. Maar ik heb een afbeelding waar het wordt uitgelegd door een handige leraar. (Zie afbeelding 100)



Stap 3: Laser works V6 openen



Stap 4: Het dxf file importeren in laserworks



Stap 5

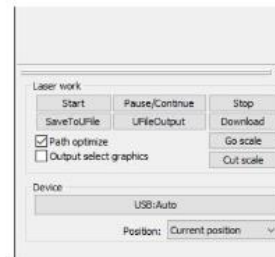
Het dxf file in de rechterboven hoek plaatsen en de snelheid en power instellen.

Speed 15

Power 85

Stap 6

Hiernaast save as U-file op je usb stick of downloaden naar lasersnijder



afbeelding 100 Uitleg in het kort van de Lasersnijder.

3.10 Weestanden berekenen.

Nu gaan we alles in elkaar zetten. Is best wel eenvoudig. Voor de ledjes en weerstanden moeten we een formule gebruiken om te kijken wat we nodig hebben.

We moeten weten welke weerstanden er nodig zijn voor een led lampje. Zo bereken je het:

(aantal volt systeem – aantal volt wat led nodig heeft) / (de milliampère van led / 1000) = de weerstand.

Voorbeeld: Een witte led gebruik 3 volt en 20mA. Het systeemvermogen is 6 volt.

Dus $(6-3) / (20/1000) = 3 / 0,02 = 150 \text{ Ohm}$ weerstand.

U moet dan de dichtbij zijnde weestand vinden die bij 150Ohm uit komt.

4. Eindproduct

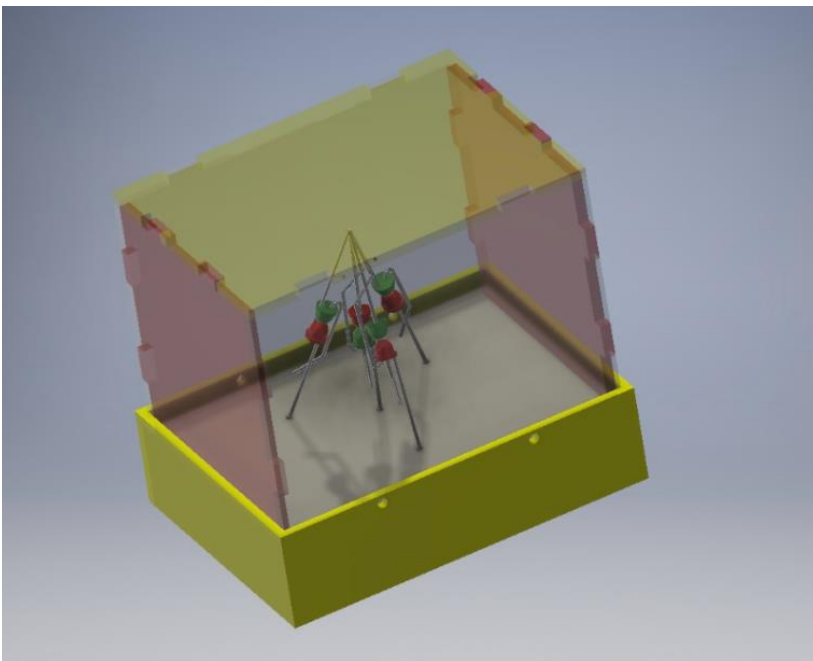
4.1 Product

Hierbij presenteer ik het eindproduct wat ik heb gemaakt. Voor eventuele bewegende beelden en kleine achter de schermen van de productie verwijs ik u naar mijn Youtube kanaal. (Mijn YouTube kanaal: <https://www.youtube.com/channel/UC1zVJyZ370Oz40ymdT9MZDQ>)

Voor meer foto's kunt u het op mijn Instagram kanaal bekijken:

https://www.instagram.com/scorpious_gaizka/

Wat we gelijk zien is natuurlijk de inspiratie van de PS2. Ik ben zelf wel blij met het ontwerp. Is compleet wat anders dan de voorbeeld die wij kregen. (Zie afbeelding 101) Ik heb zelf witte led lampjes gebruikt om het simpel te houden, hetzelfde voor een vlakke boven en onderkant.

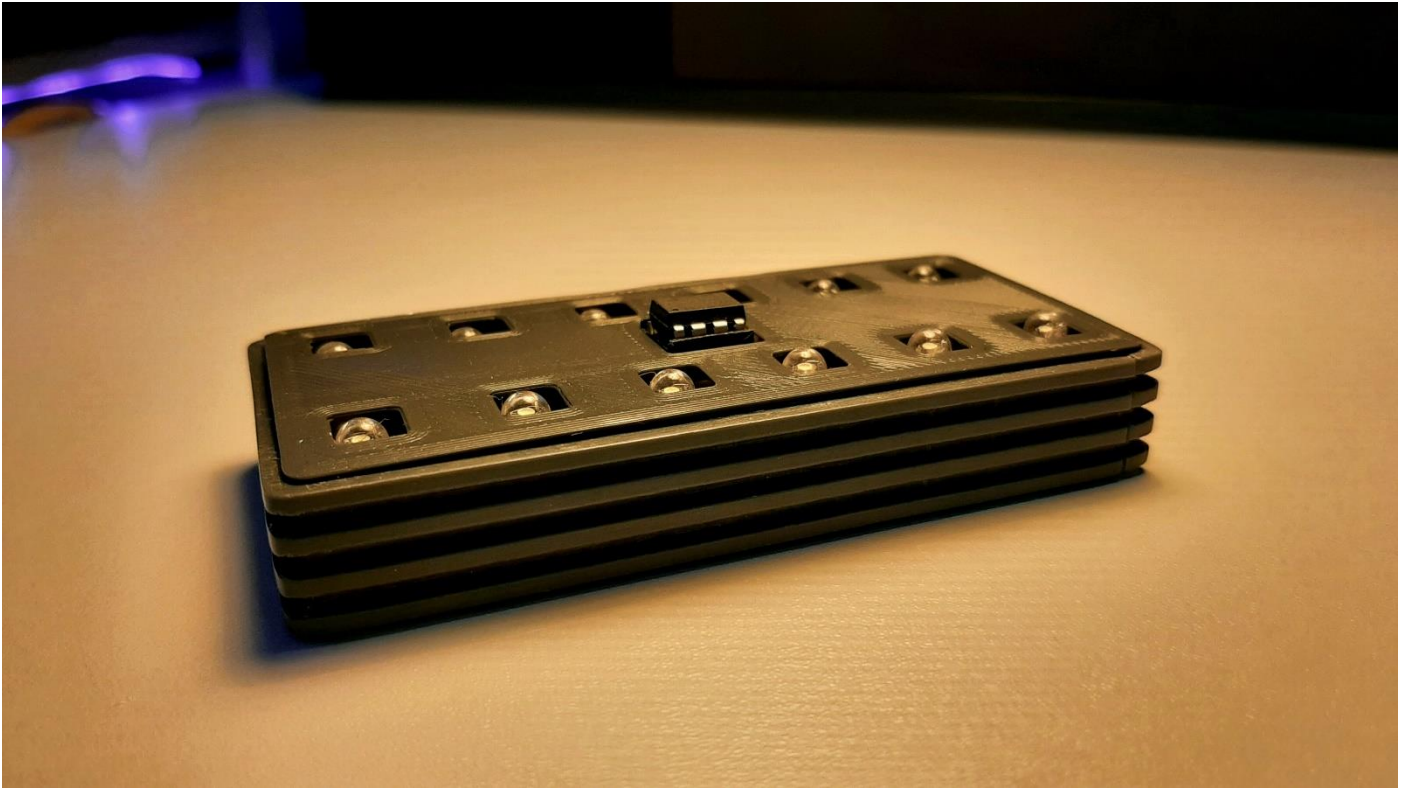


afbeelding 101 Voorbeeld van onze school.

Het product bestaat uit het volgende:

- Plastic PLA
- Twaalf LED lampjes.
- Attiny85 met socket.
- Printplaat
- Batterijhouder met 2 3Volt platte batterijen.
- Een switch knop.

Mijn ontwerp kunt u zien op de volgende pagina.



4.2 Handleiding product.

Een kleine handleiding van het product.

Aan en uit zetten:

U ziet aan de rechterkant een switch knop zitten, schuif die naar rechts om aan te zetten en naar links om uit te zetten.



Batterij vervangen:

Haal de bovenkant eraf en haal de printplaat aan de kant. Dan haalt u het doorzichtige klepje boven de batterijen eraf. Haal de batterijen eruit en doe de nieuwe erin.



Attiny85 vervangen:

Haal de Attiny85 met uw vingers rustig uit zijn socket en plaats de nieuwe er voorzichtig in. Het bolletje/inkeping moet naar links gewezen worden.



5. Kosten

5.1 Productiekosten

Nu ga ik de productiekosten berekenen.

Dit zijn de kosten van de elektronische voorwerpen die ik gebruikt hebt:

voorwerp	watt per uur	aantal uren gedraaid	totaal watt	kW	energie kosten 0,09 excl. met belasting en btw 0,24	totaal bedrag
Lenovo Legion 5 Intel i7 10750HK + Nvidia 2060	230 watt	rond de 10 uur	2300 watt	2,3 kW	0,207	0,58 €
Ender 3 Pro	360 watt	18 uur en 50 min	6778,8 watt	6,7788 kW	0,61	1,69 €
Snapmaker Original freesmachine	120 watt	25 min	50,4 watt	0,0504 kW	0,004536	0,0126 €
soldeerbout	60 watt	30 min	30 watt	0,03kW	0,0027	0,0075 €
lijmpistool	25 watt	1 uur	25 watt	0,025kW	0,00225	0,00625 €

Dan komen we uit op totaal van €2,29375 oftewel €2,30 aan energiekosten incl. btw en belasting.

De kosten voor de PLA:

het voorwerp	aantal	prijs van 1	totaal bedrag
bovenkant	1	0,14	€ 0,14
onderkant	1	0,24	€ 0,24
zijkanen	2	0,1	€ 0,20
mislukte modellen/onderdelen	9	1,13	€ 1,13

We komen dan uit op totaal van €1,71 aan PLA kosten.

De kosten van de onderdelen:

Het voorwerp	aantal	prijs van 1	totaal bedrag
led lampen wit	12	0,1	€ 1,12
printplaat 120×180mm	5	2,49	€ 12,45
attiny85	1	2,45	€ 2,45
attiny85 socket met USB	1	0,3	€ 0,30
3V batterij	2	0,69	€ 1,38
3V batterijhouder	1	0,99	€ 0,99

We komen dan uit op totaal €18,69

Dit kost het product wat ik gemaakt hebt:

Onderdelen	bedrag
Onderdelen via banggood en ben electronics	
Elektronische apparaten	€ 2,30
PLA Plastic	€ 1,71
Onderdelen	€ 18,69
totaal	€ 22,70

De totale bedrag van het product zelf is €22,70 zonder arbeidskosten en zonder enige toevoegingen van BTW en winst. Ik zou zelf niet weten hoeveel ik ervoor zou vragen omdat je met het volgende zit:

- Is er wel markt naar en concurrentie?
- Willen mensen dit echt kopen?
- Hoeveel uur ge je eraan besteden?
- Lukt het printen in een keer of niet?

Als ik toch zou moeten verkopen zou ik €30,- vragen voor het doosje. Hoe kom ik daar bij? Nou ik heb thuis een Ibanez gitaar tuner die rond de 30 euro kost. Heeft een soortgelijke vorm en heeft ook ledjes. Alleen binnenhuis is het anders. En ik vind zelf 30 euro een mooie prijs om het te verkopen.

5.2 Totaal prijs.

Het bedrag wat ik vraagt voor het doosje is €30,- excl. BTW

Incl. BTW wordt het €36,30

Dit was mijn handleiding en productieproces. Ik hoop dat u het een interessante en bruikbare handleiding vond.