

Een eenvoudige behuizing CNC'en

met Autodesk Fusion 360 voor persoonlijk gebruik

Vaclav Krejci (Tsjechië)

Op maat gemaakte behuizingen voor je DHZ-projecten hoeven niet per se 3D-geprint te worden – ze kunnen ook machinaal gemaakt worden uit metaal zoals aluminium, met een zeer professioneel resultaat. Zelfs als je geen eigen CNC-machine hebt blijft het betaalbaar, de softwaretools zijn gratis en de diverse stappen zijn niet moeilijk.



In deze tutorial leer je hoe je een behuizing op maat kunt maken voor de draai-encodermodule van DFRobot. Omdat veel behuizingen dezelfde onderdelen hebben, is dit een goed uitgangspunt om een eigen behuizing voor je eigen project te maken.

Voor het modelleren gebruiken we Autodesk Fusion 360 voor persoonlijk gebruik. Deze software is gratis en bedoeld voor hobbyisten en niet-commercieel gebruik. Er zijn enkele beperkingen in vergelijking met de volledige (betaalde) versie, maar geen daarvan zijn van invloed op ons project.

Gebruikte tools:

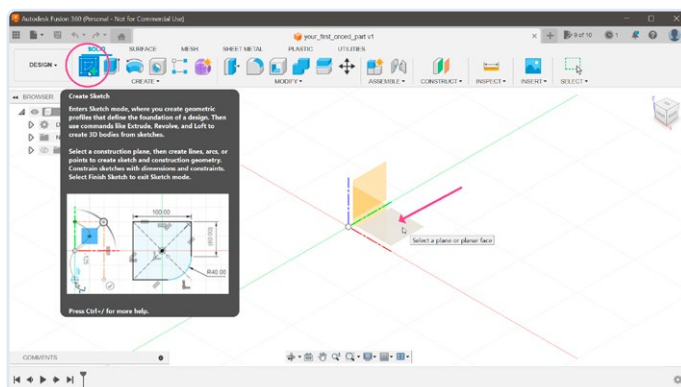
➤ Autodesk Fusion 360 (persoonlijke editie) [1]

Gebruikte onderdelen:

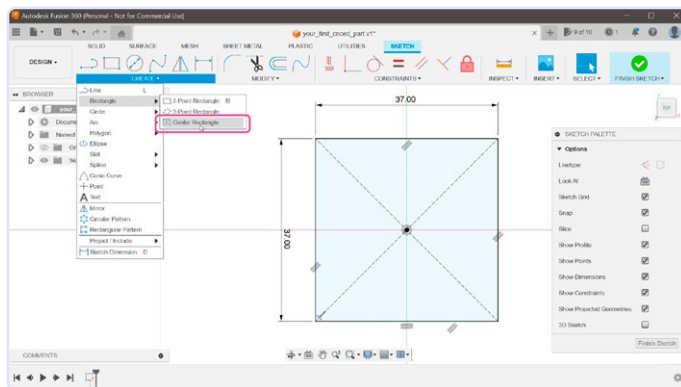
➤ draai-encodermodule van DF Robot [2]
➤ Arduino UNO (maar elk Arduino-board werkt met de module)

Stappen

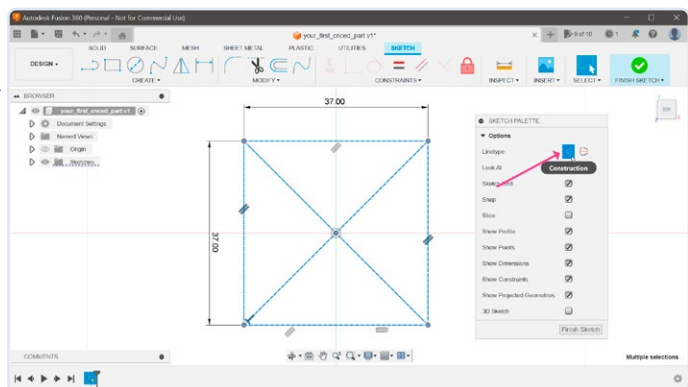
1. De eerste stap bij het maken van een 3D-model is beginnen met een 2D-tekening, een zogenaamde Sketch (**figuur 1**). Klik in Fusion 360 op de knop **Create Sketch** op de werkbalk en selecteer een vlak waarop de schets geplaatst moet worden. Aangezien onze behuizing naar boven wordt geëxtrudeerd, is het logisch om de schets op het onderste vlak in de 3D-ruimte te plaatsen.
2. Met behulp van een schuifmaat heb ik gemeten dat de draai-encodermodule 37×37 mm groot is. We tekenen een rechthoek om de grootte van de print te visualiseren (**figuur 2**). Ga naar **Create** → **Rectangle** → **Center Rectangle**. Zodra het gereedschap actief is, plaats je het eerste punt in de oorsprong. Gebruik het toetsenbord om de maat (37) in te voeren, spring naar het volgende veld met de Tab-toets en voer de tweede waarde (ook 37) in. Druk op **Enter** om het proces te voltooien.



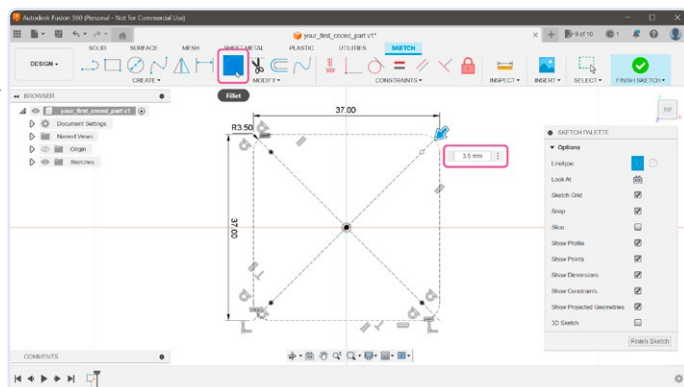
Figuur 1. Eerste stappen voor het plaatsen van je sketch (alle screenshots: Autodesk).



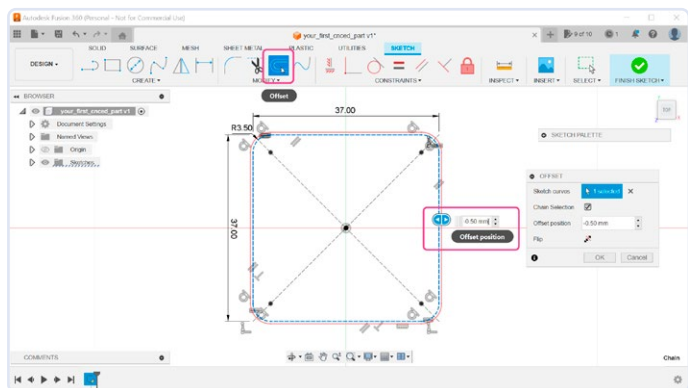
Figuur 2. De afmetingen van de rechthoek opgeven.



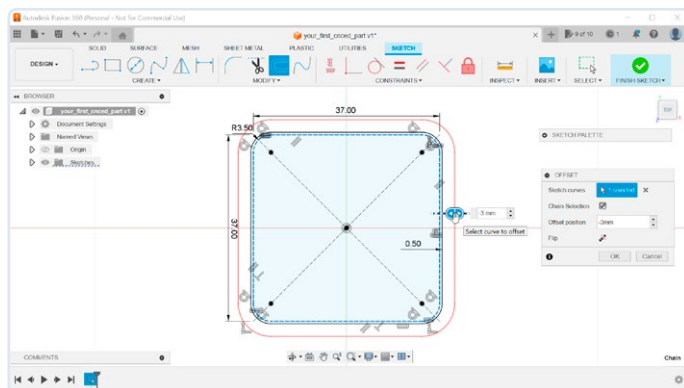
Figuur 3. Lijndefinitie wijzigen in Construction-modus.



Figuur 4. De hoeken van de behuizing afronden.



Figuur 5. De behuizing een tikje groter maken zodat de print beter past.

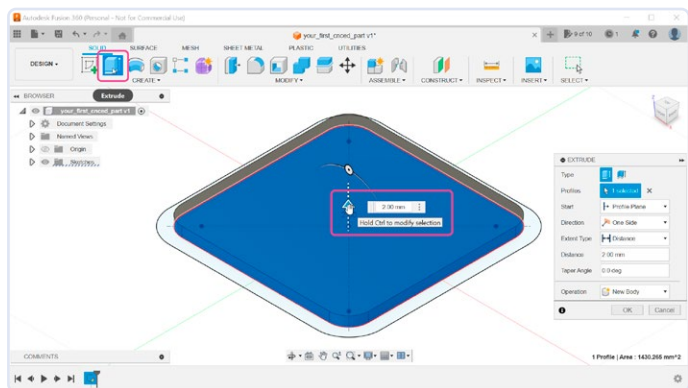


Figuur 6. De dikte van de wanden instellen.

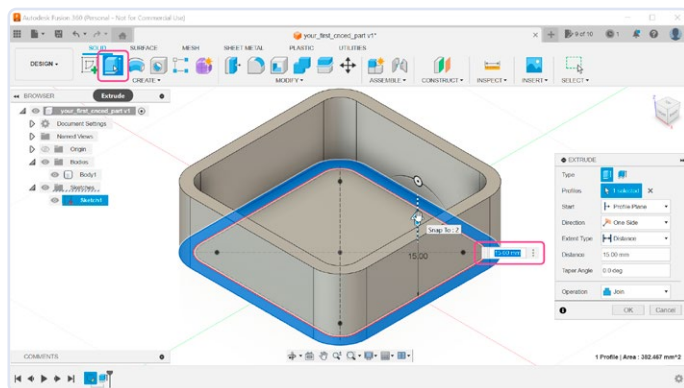
3. We gebruiken deze vorm niet om de behuizing te extruderen omdat we ruimte nodig hebben rond de print. Daarom selecteren we alle lijnen en veranderen deze in constructielijnen door op de knop **Construction** te klikken in het dialoogvenster **Sketch Palette**. Zo weet Fusion 360 dat dit slechts hulplijnen zijn (figuur 3).
4. De print heeft afgeronde hoeken en het zou mooi zijn als onze behuizing die ook heeft (figuur 4). Een ruwe meting laat zien dat de hoekstraal ongeveer 3,5 mm is. Selecteer in de werkbalk het **Fillet**-gereedschap en klik afzonderlijk op alle buitenste lijnen. Voer 3,5 mm in als **Fillet Radius**.
5. De behuizing moet een tikje groter zijn dan deze rechthoek met afgeronde hoeken zodat de print er probleemloos in past (figuur 5). Selecteer in de werkbalk het gereedschap **Offset** en voer een waarde van -0,5 mm in.
6. Er is nog een offset omdat de wanden van onze behuizing een

zekere dikte moeten hebben (figuur 6). Herhaal de voorgaande stap, geef nu een offset van -3 mm in. Zo krijgen we later 2,5 mm dikke wanden.

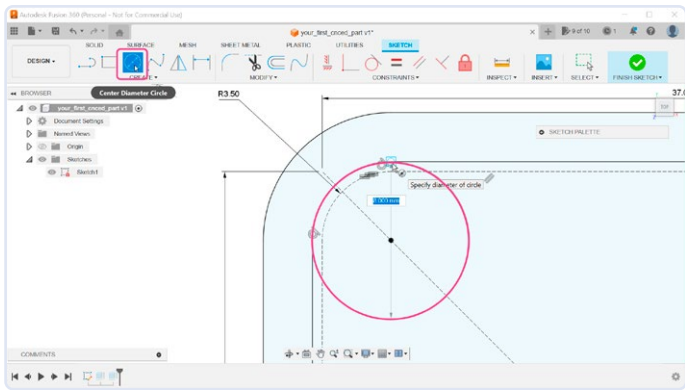
7. We hebben voldoende vormen om te beginnen met extruderen. Sluit de bewerking van de sketch af door op de knop **Finish Sketch** te klikken; selecteer vervolgens het **Extrude**-gereedschap in de werkbalk (figuur 7). Klik op de binnenste afgeronde rechthoek van de sketch en voer een afstand van 2 mm in.
8. We wilden de wanden van de behuizing extruderen, maar die lijken plotseling verdwenen te zijn. Maak je echter geen zorgen: het is gewoon de sketch die onzichtbaar is. Open in de browser in de linkerbovenhoek (figuur 8) de groep **Sketches** en maak **Sketch1** zichtbaar. Nu kun je in de werkbalk het gereedschap **Extrude** selecteren en op de buitenste afgeronde rechthoek klikken. Voer een afstand van 15 mm in, de hoogte van onze behuizing.



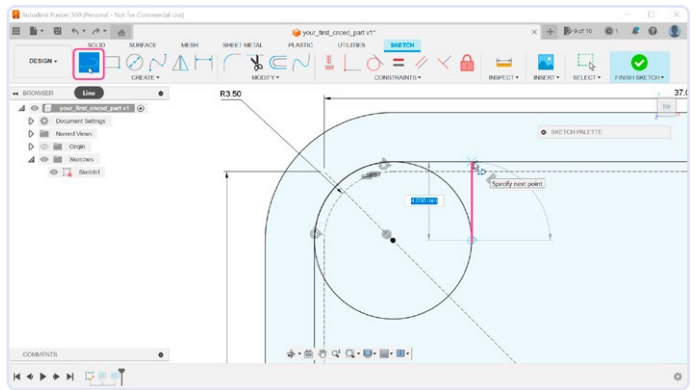
Figuur 7. Start van het extruderen!



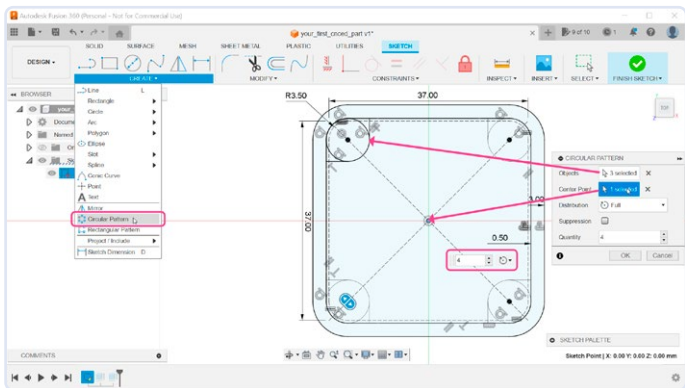
Figuur 8. Geef de hoogte van de behuizing op.



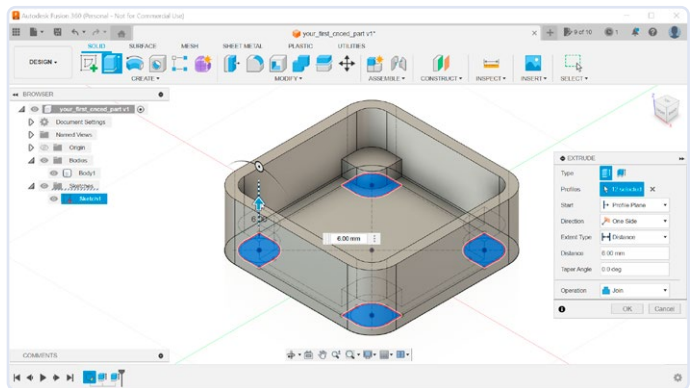
Figuur 9. Positionering van het middelpunt voor een van de steunen.



Figuur 10. De steun vormgeven met het Line-gereedschap.



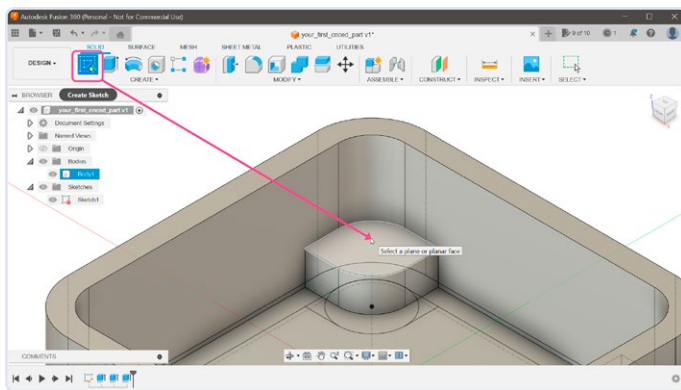
Figuur 11. De steun voor de andere drie hoeken dupliceren.



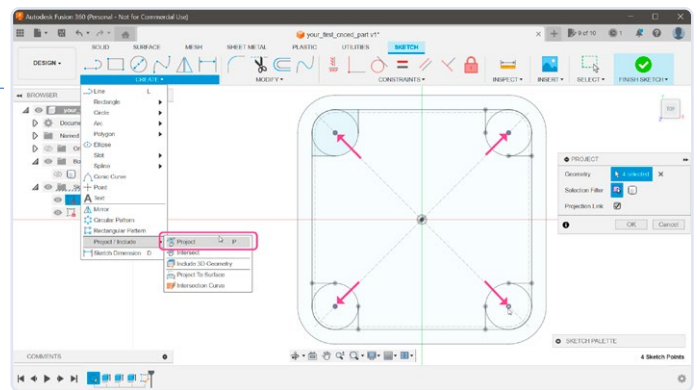
Figuur 12. De vier steunen extruderen.

9. De module moet op vier steuntjes rusten, en het zou mooi zijn als we de module ook konden vastschroeven. Voor deze steunen hebben we nog een sketch nodig, maar in plaats van een nieuwe te maken, kunnen we de huidige sketch ook hergebruiken. Om terug te keren naar de bewerkingsmodus dubbelklik je op het item **Sketch** in het browservenster. De gaten in de print hebben een diameter van 3 mm; we moeten de steunen dus groter maken. Voor een eenvoudiger fabricage kunnen we ze zelfs zo groot maken dat ze de wanden van de behuizing raken. Selecteer het **Center Diameter Circle**-gereedschap in de werkbalk en teken een cirkel in de linkerbovenhoek – groot genoeg om de binnenwand van de behuizing te raken (8 mm diameter, **figuur 9**).
10. Het min of meer wigvormige gebied tussen de cirkel en de wand is wel erg smal (**figuur 10**) en is zo moeilijk te fabriceren. We kunnen het sluiten door meer vormen te tekenen met een lijngereedschap. Selecteer in de werkbalk het **Line**-gereedschap en beweeg de cursor naar het middelpunt van de cirkel. Blijf daarna de muiscursor naar rechts bewegen tot je bij de cirkel zelf komt. Teken daar het eerste punt van de lijn. Verplaats de muiswijzer naar boven tot je bij de wand bent. Teken daar een tweede punt van de lijn. Zorg ervoor dat de beweging min of meer een rechte lijn volgt – Fusion 360 zal dan automatisch de nodige constraints toevoegen.
11. Er zijn nog drie steunen nodig, maar in plaats van deze met de hand te tekenen, kunnen we enkele tools gebruiken om de huidige steun te dupliceren. Een voor de hand liggende keuze is het **Mirror**-gereedschap (**Create** → **Mirror**). Een oplossing met één klik is in dit geval echter het gereedschap **Circular Pattern**, ook te vinden in het **Create**-menu. Met het gereedschap actief moeten we de cirkel en de twee lijnen selecteren (**figuur 11**). Klik op de knop **Select** naast het middelpunt en selecteer daarna de oorsprong. Voer voor **Quantity** een waarde van 4 in.

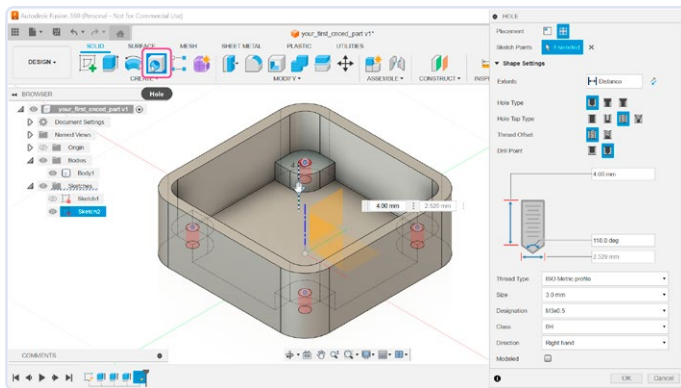
12. Op dit punt kunnen we het bewerken van de sketch afronden door op de knop **Finish Sketch** te klikken en kunnen we de steunen extruderen. Als de body zichtbaar is, kan het lastig zijn om de gewenste vlakken van de sketch te selecteren. Een eenvoudigere oplossing is om **Body1** tijdelijk te verbergen in de browser, het **Extrude**-gereedschap te selecteren (**figuur 12**) en de vormen uit de schets te selecteren. Voordat je echter gaat extruderen, moet je **Body1** weer zichtbaar maken, omdat de steunen met deze body moeten worden verbonden. De afstand moet 6 mm zijn en zorg er in het dialoogvenster **Extrude** voor dat de **Operation** is ingesteld op **Join**.
13. Het zou mooi zijn als er schroefgaten in die steunen zaten. We hebben de positie van deze gaten al (de middelpunten van de cirkels), maar die hebben de verkeerde Z-positie. De punten bevinden zich aan de onderkant van de behuizing, maar we moeten ze aan de bovenkant van de steunen hebben. Om die punten te verplaatsen, maken we een nieuwe sketch; we selecteren daarom de knop **Create Sketch**; voor de positie van deze sketch klikken we op het bovenste vlak van een van de steunen (**figuur 13**).
14. Om die punten naar de nieuwe sketch te kopiëren, selecteer je **Create Project/Include Project** (**figuur 14**). Klik op alle vier de punten en bevestig met de knop **OK**. Als je het 3D-aanzicht draait, zweven die nieuwe punten nu boven de originele sketch.
15. Sluit de sketch, maak **Body1** zichtbaar en selecteer het gereedschap **Hole** op de werkbalk. Klik op alle vier de punten en configureer het gat (**figuur 15**). Stel **Hole Type** in op **Tapped**. De schroefdraad moet **ISO Metric profile** zijn en de grootte moet 3,0 mm zijn. Wat betreft de diepte, willen we niet dat de gaten helemaal doorlopen en aangezien de steunen 6 mm boven het grondvlak zijn geëxtrudeerd, zou een diepte van 4 mm goed moeten zijn.



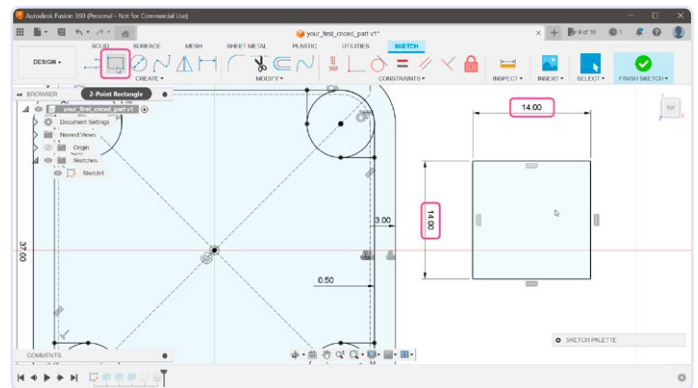
Figuur 13. Het gat in de steun.



Figuur 14. Herhalen voor de drie andere hoeken.



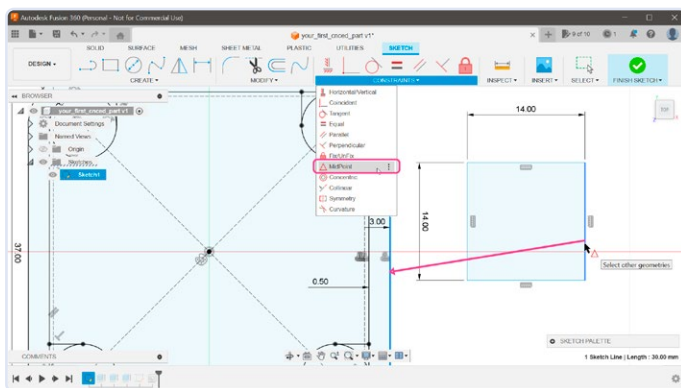
Figuur 15. Diepte en schroefdraad voor de gaten instellen.



Figuur 16. Voorbereiding van de twee rechthoekige openingen aan de onderkant van de behuizing.

16. We hebben twee rechthoekige openingen nodig aan de onderkant van de behuizing om de connectoren aan de onderzijde van de print toegankelijk te maken. De connectoren hebben ietwat verschillende afmetingen, maar een openinge van 11×14 mm is voor beide in orde. We moeten rekening houden met de wanddikte (3 mm), waardoor de opening 14×14 mm groot wordt. Voor het tekenen hiervan kunnen we onze oorspronkelijke sketch hergebruiken. Open deze voor bewerking en selecteer het **2-Point Rectangle**-gereedschap (figuur 16) in de werkbalk. Teken ergens op het werkblad een rechthoek van 14×14 mm.

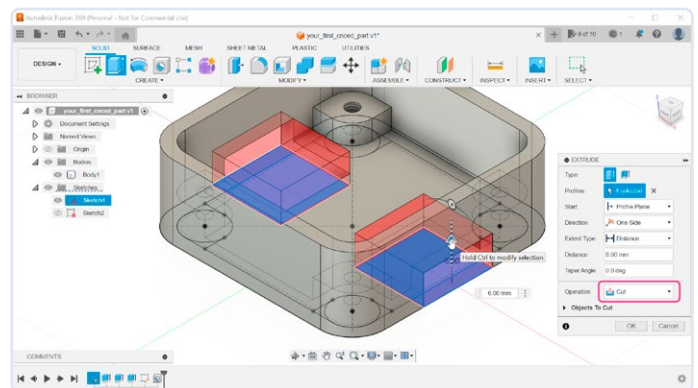
17. Selecteer om de rechthoek naar de juiste positie te verplaatsen de constraint **MidPoint** (figuur 17) uit de **Constraint**-groep in de werkbalk. Klik eerst op de rechterlijn van de zojuist aangemaakte rechthoek. Klik vervolgens op de rechterlijn van de wand van de behuizing. Nu zijn beide lijnen op het middel uitgelijnd en wordt de rechthoek verplaatst naar de juiste positie. Herhaal de stappen voor de opening aan de linkerkant en sluit de sketch.



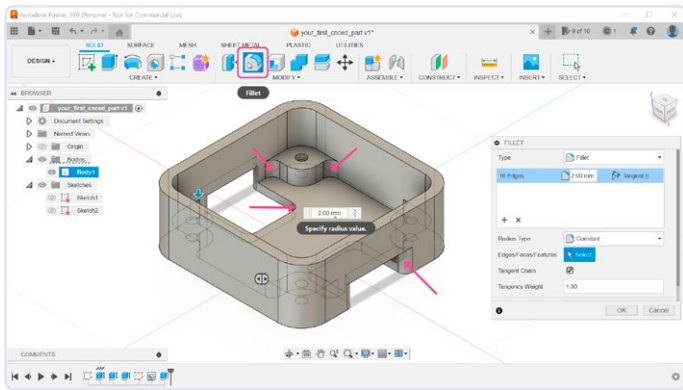
Figuur 17. De rechthoek centreren met de functie MidPoint.

18. Draai de 3D-weergave om de onderzijde van onze behuizing te zien. Kies het **Extrude**-gereedschap (figuur 18) en selecteer vervolgens de nieuwe rechthoeken. Voer een afstand van 6 mm – dat is de hoogte van de steunen. De bewerking wordt automatisch gewijzigd in **Cut**.

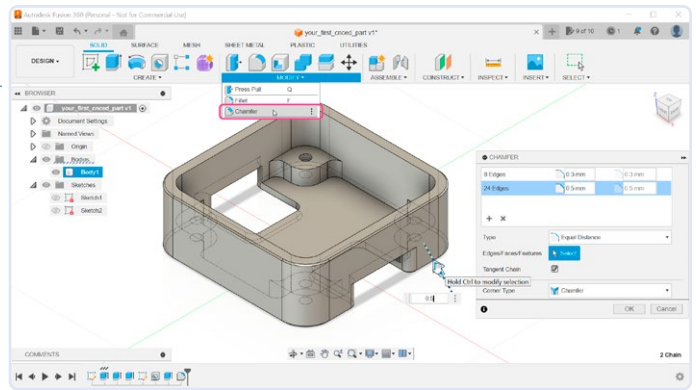
19. De behuizing is bijna klaar. We hebben een basisvorm, steunen met schroefgaten en gaten aan de onderkant van de behuizing om de connectoren toegankelijk te maken. Hier aangekomen is het waarschijnlijk een goed idee om de vorm een beetje aan te passen, zodat de fabricage wat eenvoudiger wordt. Omdat het freesgereedschap een bepaalde diameter heeft, is het onmogelijk om scherpe hoeken aan de binnenzijde te maken. We kunnen dit eenvoudig oplossen door de haakse verbindingen ietwat af te ronden met het gereedschap **Fillet** (figuur 19) uit de groep **Modify**. Zodra het gereedschap actief is, selecteer je alle haakse binnenhoeken en voer je een kleine afrondingsstraal in – bijvoorbeeld 2 mm.



Figuur 18. De twee openingen extruderen.



Figuur 19. De scherpe hoeken afronden.



Figuur 20. Afschuiven van de buitenranden.

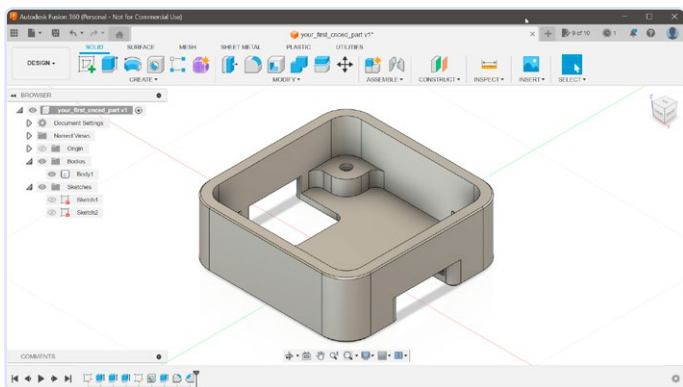
20. De scherpe randen aan de buitenkant kunnen worden een beetje afgeschuind met het gereedschap **Chamfer**. Selecteer het (figuur 20) in het submenu **Modify** en selecteer de buitenranden van de behuizing. Voor de bovenste rand heb ik een minimale waarde van slechts 0,3 mm gebruikt. Voor de onderrand is een grotere waarde van 0,5 mm ingesteld. Je kunt meerdere randen met verschillende waarden tegelijk afschuiven met behulp van de knop **Add Selection Set** in het dialoogvenster **Chamfer**.

21. Hiermee (figuur 21) is de behuizing klaar voor fabricage. Een veelgebruikt bestandsformaat voor 3D-tekeningen is een STEP-bestand (.step), dat kan worden geëxporteerd met de menu-optie **File Export**. Met dit bestand freest de gekozen dienstverlener [3] het echte, massief metalen prototype voor je uit. **Figuur 22** toont twee exemplaren (met verschillende afwerking) plus andere componenten; in **figuur 23** is de encoder gemonteerd, en in **figuur 24** is de

compleet afgewerkte unit te bewonderen. Een uitgebreide video over de diverse stappen van dit project is te vinden op [4].

Het is echt zo eenvoudig

Autodesk Fusion 360 [1] is een complexe applicatie met tientallen tools, maar hopelijk heeft deze tutorial je laten zien dat je voor het maken van een eenvoudige behuizing maar een paar daarvan nodig hebt. Hetzelfde resultaat kan meestal op meerdere manieren worden bereikt, dus als het voor jou werkt, hoeft je je niet veel zorgen te maken of het wel de juiste aanpak is. Elke fabrikant zal bereid zijn om kleine problemen aan te pakken, en als je ergens niet zeker van bent, vraag het dan. De behuizing uit deze tutorial is gemaakt door PCBway [3]



Figuur 21. De behuizing is klaar voor productie.



Figuur 22. Twee behuizingen met de andere benodigde onderdelen, net voor de eindassemblage.



Figuur 23. De encoder is geïnstalleerd.



Figuur 24. Het volledig gemonteerde prototype.

en kost \$ 37 plus verzendkosten. Dit is inclusief keramisch parelstralen van het CNC-bewerkte deel (voor een glad oppervlak) en anodiseren (voor een betere oppervlaktekwaliteit en een fraai uiterlijk). Als je genoeg neemt met de aanblik van ruw metaal, kun je hier een paar dollar besparen. En als je een lokale fabrikant kunt vinden, kun je waarschijnlijk ook besparen op de verzendkosten. Veel succes met het maken van je eigen behuizingen voor je grandioze projecten! 

230361-03



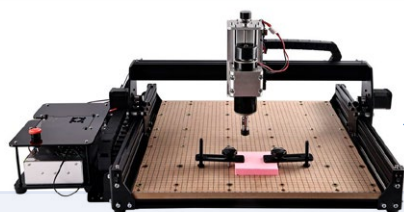
Over de auteur

Vaclav Krejci publiceerde zijn eerste (online) tutorial in 1998 en bleef dat in de jaren daarna doen. Na honderden tutorials over graphics besloot hij een boek te schrijven: GUI Design in Adobe Photoshop (gepubliceerd in 2007). Dat was goed voor zijn carrière, maar zette zijn publicatie-activiteiten helaas op een laag pitje.

Tijdens Covid (in 2020) ontdekte Vaclav Arduino en zijn groeiende interesse in elektronica. Vaclav realiseerde zich ook dat het vastleggen van zijn kennis en het omzetten van zijn bevindingen in tutorials hem helpt om projecten af te maken die anders voor altijd onvoltooid zouden blijven. Dit keer is zijn belangrijkste platform YouTube, met video-tutorials. Hopelijk inspireren Vaclavs projecten anderen bij hun ontdekkingsreizen.

Vragen of opmerkingen?

Hebt u technische vragen of opmerkingen naar aanleiding van dit artikel? Stuur een e-mail naar de auteur via info@upir.org of naar de redactie van Elektor via redactie@elektor.com.



Gerelateerde producten

- > **Anet 4540 Desktop CNC Router Machine (SKU 20260)**
www.elektor.nl/20260
- > **Arduino Uno SMD Rev3 (SKU 19938)**
www.elektor.nl/19938

WEBLINKS

- [1] Downloaden van Autodesk Fusion 360 Personal: <http://www.autodesk.nl/products/fusion-360/trial-intake>
- [2] Gravity 360 Encoder van DFRobot: <https://dfrobot.com/product-2575.html>
- [3] PCBway voor CNC: <https://pcbway.com>
- [4] Tutorial Video op YouTube: <https://youtu.be/EB8PISr4m4g>
- [5] Plezier met Autodesk: <https://youtu.be/vNKx29qEyJ4>



ONS ASSORTIMENT VAN TECHNICI VOOR TECHNICI

The best part of your project:
www.reichelt.com

Voor u alleen het beste – van meer dan 1.500 merkfabrikanten

Onze productmanagers zijn al vele jaren bij reichelt actief en kennen de eisen van onze klanten. Zij stellen een breed scala aan kwaliteitsproducten samen, optimaal afgestemd op de behoefte bij onderzoek en ontwikkeling, onderhoud, IT-infrastructuur, kleine serieproducties en makers.

Ontwikkelaarsboards – compacte specialisten voor elektronica-projecten



Raspberry Pi 5 B



Arduino UNO Rev4 WiFi



Ontdek nu ► <https://rch.it/boards-nl>



DAGPRIJZEN! Prijzenstand: 18.10.2023

- Geweldige prijs-kwaliteitverhouding
- Meer dan 130.000 geselecteerde producten
- Betrouwbare levering - vanuit Duitsland over de hele wereld

reichelt
elektronik – The best part of your project

www.reichelt.com
Bestelservice: +31 85 208 62 94

De wettelijke herroepingsregelingen zijn van toepassing. Alle aangegeven prijzen in euro inclusief de wettelijke BTW, excl. verzendkosten voor de totale winkelwagen. Uitsluitend onze Algemene Voorwaarden (zie hiervoor <https://rch.it/AV-NL> of op aanvraag) zijn van toepassing. Afbeeldingen kunnen afwijken. Drukfouten, vergissingen en prijswijzigingen voorbehouden.
reichelt elektronik GmbH, Elektronikring 1, D-26452 Sande, Tel.: +31 85 208 62 94