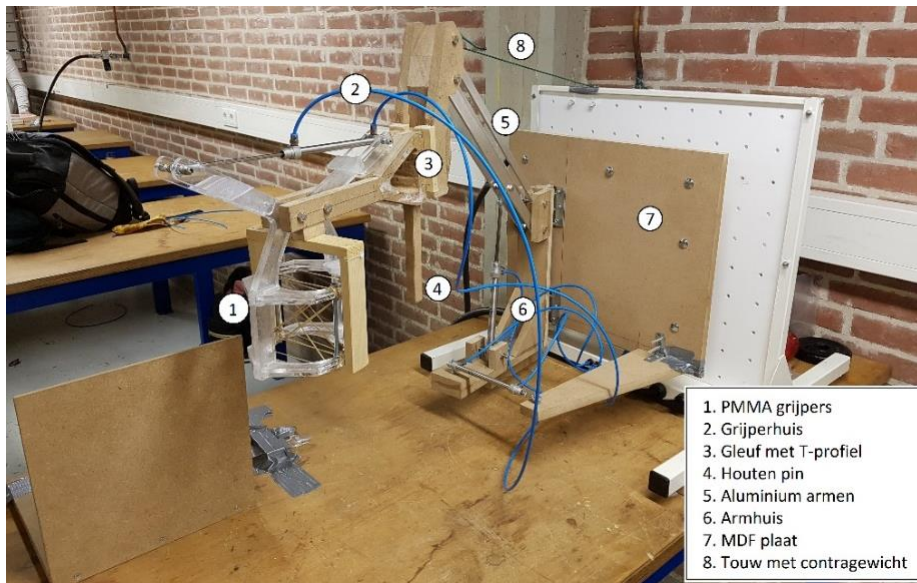


Ontwerp



Nadat we gezamenlijk hebben gekozen welk concept onze uiteindelijke gripper zou worden, zijn we begonnen met het ontwerp en de berekeningen voor deze gripper. Al snel werd het duidelijk dat de verhoudingen zoals in het spuugmodel waren gemaakt niet mogelijk waren in de daadwerkelijke gripper. Het voornaamste probleem waar we namelijk tegenaan liepen was het plaatsen van de actuatoren, zodat deze een zo groot mogelijk moment zouden leveren. Het was duidelijk dat de actuatoren voor de 'grijpers' (1) en de zijwaartse beweging niet erg veel kracht nodig zouden hebben.

We hebben er daarom voor gekozen om deze twee bewegingen met de kleine actuatoren te bekrachtigen en de verticale beweging van de arm (5) met de grote actuator te bekrachtigen. Dit bleek nog erg lastig te worden, omdat het gewicht van de gripper samen met zijn lengte een erg groot moment zou leveren om zijn as aan de muur waar hij aan bevestigd zat. Het probleem bleek later, waar we eerder niet over hadden nagedacht bij het spuugmodel, dat de actuator al in de beginpositie verticaal onder de arm moet komen te staan zodat zijn verticale component zo groot mogelijk is (loodrecht op de arm). We moesten de actuator dus zo plaatsen dat hij tijdens de gehele beweging gemiddeld zo loodrecht mogelijk op de arm staat, om in elke positie een zo groot mogelijk moment te leveren.

Er waren over het algemeen twee manieren op de benodigde hoogte te halen om over de muur te komen, namelijk een langere arm en kleinere hoek, of grotere hoek en kortere arm. We hebben ervoor gekozen dat de actuator de arm verticaal zou bewegen over een hoek van 45 graden. De arm begint dan horizontaal en eindigt onder een hoek van 45 graden. Hier hebben wij vervolgens de lengte van de arm bij berekend, en deze vastgesteld op 420 mm (afstand tussen middelpunten van scharnierpunten).

Vervolgens was het dus nodig om te bepalen waar de actuator aangesloten moest worden. De ene kant zou vast komen aan de bodemplaat op het 'armhuis' (6) en de andere kant komt vast aan een punt op de arm. We moesten dus 2 bevestigingspunten vinden, waarbij de afstand hiertussen de lengte van de inschoven actuator is als de arm nog horizontaal staat en waarbij de afstand er tussen de lengte van de uitgeschoven actuator is waarbij de arm onder een hoek van 45 graden staat.

Tevens moet hierbij de actuator in elke stand zo loodrecht mogelijk op de arm staan, waarbij dit belangrijker is bij de kleinere hoeken van de arm, omdat het totale gewicht van de gripper dan een groter moment geeft. Het bleek erg lastig om dit te berekenen en dus hebben we dit grafisch bepaald

(met de computer dus voldoende nauwkeurig). We hebben de arm in de twee uiterste standen getekend (onder een hoek van 45 graden) en hebben vervolgens telkens op een vaste afstand van het scharnierpunt van de arm op beide een cirkel getekend. Op de onderste arm een cirkel met als straal de lengte van ingeschoven actuator (210 mm) en op de bovenste arm een cirkel met als straal de lengte van de uitgeschoven actuator (310 mm). Het snijpunt van deze twee cirkels geeft het punt waar de actuator aan de bodemplaat wordt bevestigd, afhankelijk van de plek op de arm waar de andere kant van de actuator zit bevestigd. Zo gaf een andere plek op de arm een andere plek op de bodemplaat. Uiteindelijk hebben we de plek op de arm zo gekozen dat de actuator in de beginpositie nagenoeg verticaal staat (loodrecht op de arm), deze afstand was 140 mm vanaf het scharnierpunt van de arm.

In de uiterste stand stond deze niet meer loodrecht op de arm, maar de verticale component was nog wel groot genoeg om een resulterend moment te leveren zodat de arm omhoog bleef staan. Hiermee was dan de lastigste berekening gedaan, de horizontale beweging hebben we op precies dezelfde manier uitgevoerd, al was het hier minder van belang dat de actuator loodrecht op de bewegingsrichting stond. Uiteindelijk is gebleken dat dit op een bepaalde afstand wel goed mogelijk was, waardoor alle kracht van de horizontale actuator wordt gebruikt voor deze horizontale beweging. Ook bij de grijpers hebben we de uiterste standen op dezelfde manier berekend. Elke gripper beschrijft van bovenaf gezien een halve cirkel met een diameter van 10 cm. De grootst mogelijke appel die wij kunnen oppakken heeft dus een diameter van 10 cm. De appel wordt ingeklemd door twee 'netten' van elastieken, zodat de appel niet wordt beschadigd.

Technische beschrijving

Zoals al eerder genoemd hadden wij de beschikking over 3 pneumatische actuatoren. Wij hebben hier op een logische wijze gebruik van gemaakt, door de totale beweging van de arm (5) te verdelen in 3 componenten en deze elk met zijn eigen actuator te bekrachtigen. De bewegingen van onze arm zijn: De verticale beweging van de arm, de horizontale beweging van de arm, en het openen en sluiten van de grijpers (1).

Omdat de actuatoren zich slechts in de volledig ingeschoven of volledig uitgeschoven positie kunnen bevinden, hebben wij alle bewegingen hierop aangepast. Zo is de arm horizontaal op het moment dat deze de appel oppakt en maakt deze bij het volledig uitstaan van de actuator een hoek die hem precies over de muur heen brengt. Voor de horizontale beweging gaat hetzelfde op, deze zorgt ervoor dat de grijpers bij de ene stand van de actuator op de (horizontale) positie zijn waar de appel moet worden opgepakt, en in de andere uiterste stand van de actuator op de positie waar de appel moet worden neergelegd. De grijpers werken ook via hetzelfde principe, ze zijn gesloten als de actuator uitgeschoven is, en staan open als deze ingeschoven is. De appel wordt in de grijpers ingeklemd door meerdere elastieken, zodat we appels van variabele groottes kunnen oppakken.

Omdat we van tevoren al hadden verwacht dat de arm met een behoorlijke snelheid neer zou komen, hebben wij onder het beweegbare deel van het gripperhuis (2) een pin (4) gezet. Deze vangt de klap op de verhoging op die anders door de relatief brosse PMMA-grijpers zou worden opgevangen. Bij het neerkomen op deze verhoging zorgt de pin er tevens voor dat het beweegbare deel van het gripperhuis 16 mm omhoogschuift als buffer. Hierdoor kan de arm volledig neerkomen zonder dat de grijpers met druk op de verhoging rusten. Later hebben wij deze klap nog extra opgevangen door het toevoegen van een contragewicht aan een touw (8). Wij hebben de gripper zo ontworpen dat bij de verticale beweging de armen scharnieren aan het armhuis (6) en dat dit armhuis zelf voor de horizontale beweging weer scharniert aan de MDF-bevestigingsplaat (8). Door de richting van de luchtdruk te bedienen kan de arm in verschillende standen worden gezet, welke achtereenvolgens de appel kunnen verplaatsen.

Constructie / materialen

Na alle maten te hebben bepaald werd het nodig om deze uit te werken in de uiteindelijke materialen. Het was voor ons vanaf het begin al duidelijk dat de arm met een behoorlijke klap tegen de houten plaat waar de appel op moet komen ener zou komen, dus hebben wij hier bij het ontwerp van de grijpers (1) enige maatregelen voor genomen. De grijpers hebben we gemaakt van PMMA, dit omdat dit erg nauwkeurige vormen moesten worden, die lastig netjes te maken zijn van MDF-hout.

Omdat het PMMA wel enigszins een bros materiaal is, hebben we alle onderdelen 2 lagen dik gemaakt en deze op elkaar geplakt met speciale lijm. De grijpers zitten in een zogenaamd 'grijperhuis' (2), welke is bevestigd aan de armen (5) die de verticale beweging beschrijven. Aangezien de onderdelen van de twee grijpers al de volledige PMMA-plaat is beslag namen, hebben we dit grijperhuis gemaakt van hout. Om te compenseren voor de verhoging van 16 mm waar de appel op neergezet moet worden, hebben we in dit grijperhuis een gleuf met T-profiel (3) gemaakt welke als buffer fungeert. Ook hebben we onder het schuivende deel waar de grijpers in zitten vlak bij de gleuf een houten pin (4) gemaakt die de verhoging van 16 mm net wat eerder raakt dan de PMMA-grijpers zelf, zodat deze zorgt voor het omhoog schuiven van de grijpers. Hierdoor kan de arm volledig met al zijn kracht naar beneden bewegen, terwijl de klap tegen de plaat wel wordt opgevangen. Het omhoog schuiven op de gleuf gaat ook beter wanneer de kracht dicht bij de gleuf aangrijpt. Als deze omhoog moest schuiven door aanraking met de grijpers, zou deze waarschijnlijk blokkeren.



Gijperhuis



Armhuis

Vervolgens hebben we bepaald van welk materiaal de armen moesten worden gemaakt en van welk materiaal de constructie aan de muur waaraan de armen komen moest worden gemaakt, welke vanaf nu 'armhuis' (6) wordt genoemd. Dit armhuis hebben we gemaakt van MDF-hout en de armen zijn gemaakt van aluminium. We hebben de onderste twee armen wat dikker gemaakt dan de bovenste twee, omdat op de onderste armen drukkrachten komen te staan en op de bovenste slechts trekkrachten. Dit armhuis moest scharnierend aan de witte bevestigingsmuur bevestigd worden. We hebben ervoor gekozen om hiertussen nog een plaat MDF (7) te monteren omdat de scharniergaten niet recht voor de gaten in de witte muur zitten. Aan deze MDF-plaat hebben we tevens het houten onderdeel bevestigd waar de andere kant van de horizontale actuator aan vast komt. Tussen deze MDF-plaat en de witte muur zit een ruimte van 55 mm die de afstand van de dikke witte rand met de bedieningsknoppen overbrugt.

Problemen en oplossingen

Tijdens het project zijn we tegen meerdere problemen aangelopen. Uiteindelijk zijn de problemen waarbij we bij het berekenen tegenaan liepen wel opgelost voordat we de gripper hadden gemaakt, maar ook hierna liepen we tegen verschillende problemen aan. Het eerste echte probleem waar we tegen aan liepen was hoe we de actuatoren moesten bevestigen aan de assen. Aanvankelijk hadden

we bedacht hier zelf een onderdeelje voor te maken om op het einde van de actuator te schuiven. We wisten van tevoren al dat dit nog weleens een probleem kon gaan worden, maar zagen geen andere optie en konden ook geen bestaande onderdelen vinden die je hiervoor kon gebruiken. Zo hadden we alle maten van de onderdelen waar actuatoren aan vast moesten komen al bepaald, afhankelijk van de lengte van de actuatoren. Later kwamen we erachter dat er dus wel degelijk onderdeeljes bestonden voor wat we nodig hadden, zogenaamde 'rod-end bearings'.

Deze bleken erg ideaal om te gebruiken, maar ze maakten de lengte van de actuatoren wel 15 mm langer. Hierdoor moesten we alle maten opnieuw bepalen. Gelukkig gebeurde dit nog voordat we de armen en het armhuis hadden gemaakt. De onderdelen van de PMMA-grijpers hadden we al wel gemaakt via de oude maten, maar door de onderdeeljes iets verschoven aan elkaar vast te lijmen bleek dit probleem makkelijk oplosbaar. Een probleem waar we wat later tegenaan liepen, was dat het grijperhuis onnodig zwaar was. Dit hebben we later opgelost door er meerdere stukken vanaf te zagen, en een groot gedeelte van de binnenkant uit te hollen. Het grijperhuis werd hier een stuk lichter van zonder zijn sterkte te verliezen. Het grootste probleem moest echter nog komen: zo gebeurde het bij de allereerste testpoging dat de arm bij de beweging naar beneden zo hard neer kwam, dat hij een van de PMMA-grijpers kapotsloeg (ook te zien in het filmpje). Ook al hadden we al het PMMA 2 lagen dik gemaakt, het brak alsnog.

Later bleek dat niet alle kracht was opgevangen door de houten pin, dus hebben we nog twee houten pinnen aan weerszijden van de inmiddels gerepareerde PMMA-grijpers geplaatst. Dit bleek goed te werken, de PMMA-grijpers raakten nu net de grond niet meer. We wilden echter niet dat de arm nog steeds zo hard naar beneden zou slaan. Het probleem hierbij was dat de actuatoren op een hoog aantal bar moesten werken zodat de arm omhoog komt. Deze kracht trekt de arm dus later ook naar beneden, samen met de zwaartekracht. We hebben er dus voor gekozen om de arm op een minder aantal bar te laten werken en een contragewicht (8) te gebruiken. Dit contragewicht helpt de arm omhoog en remt de arm vervolgens ook weer af wanneer deze naar beneden beweegt. Dit bleek gelukkig goed te werken.