

UNIVERSITATEA DIN BUCUREȘTI  
FACULTATEA DE MATEMATICĂ ȘI INFORMATICĂ  
DEPARTAMENTUL CALCULATOARE ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

**PROIECT**  
**PROIECTARE ASISTATĂ DE CALCULATOR**

COORDONATOR ȘTIINȚIFIC:

DRĂGAN MIHĂIȚĂ

STUDENT:

MAXIM TIBERIU

BUCUREȘTI

2020

UNIVERSITATEA DIN BUCUREȘTI  
FACULTATEA DE MATEMATICĂ ȘI INFORMATICĂ  
DEPARTAMENTUL CALCULATOARE ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

## **STAȚIA SPAȚIALĂ INTERNAȚIONALĂ**

COORDONATOR ȘTIINȚIFIC:

DRĂGAN MIHĂIȚĂ

STUDENT:

MAXIM TIBERIU

BUCUREȘTI

2020

## CUPRINS

1. Introducere .....	4
1.1. Aplicație .....	4
1.2. Motivație .....	4
1.3. Istoric .....	4
2. Proiectarea Stației Spațiale Internaționale .....	5
2.1. Setare Layere .....	5
2.2. Componente .....	5
2.3. Proiectarea modulului AIRLOCK .....	6
2.4. Proiectarea modulului LIFE SUPPORT MODULE .....	8
2.5. Proiectarea modulului COLUMBUS ORBITAL FACILITY .....	9
2.6. Proiectarea modulului DOCKING COMPARTMENT .....	11
2.7. Proiectarea modulului CUPOLA .....	12
2.8. Proiectarea modulului FGB (Functional Cargo Block) .....	13
2.9. Proiectarea modulului JEM (Japanese Experiment Module) .....	16
2.10. Proiectarea modulului JEM ELM (JEM Experiment Logistics Module) .....	17
2.11. Proiectarea modulului U.S. LAB MODULE .....	18
2.12. Proiectarea modulului PMA (Pressurized Mating Adapter) .....	19
2.13. Proiectarea modulului SERVICE MODULE .....	20
2.14. Proiectarea modulului RDS MODULE (Research, Docking & Storage) .....	23
2.15. Proiectarea modulului PROGRESS-M .....	23
2.16. Proiectarea modulului SOYUZ-TM .....	25
2.17. Proiectarea modulului NODE .....	26
2.18. Proiectarea modulului SPP CORE (Science Power Platform) .....	27
2.19. Proiectarea modulului SPP PV ARRAYS (SPP Photovoltaic) .....	29
2.20. Proiectarea modulului SPP ACTIVATOR .....	31
2.21. Proiectarea modulului Z-1 TRUSS .....	31

2.22. Proiectarea modulului PVA – U.S. (Photovoltaic Array) .....	33
2.23. Proiectarea modulului RADIATOR EPS (Electrical Power System) .....	34
2.24. Proiectarea modulului RADIATOR TCS (Thermal Control System) .....	35
2.25. Proiectarea modulului JEM EXPOSED FACILITY .....	36
2.26. Proiectarea modulului SPP RADIATOR .....	37
2.27. Proiectarea modulului MOBILE TRANSPORTER .....	38
2.28. Proiectarea modulului UDM (Universal Docking Module).....	40
2.29. Proiectarea modulului S-1/6 TRUSS, P-1/6 TRUSS .....	41
2.30. Proiectarea modulului JEM ROBOT ARM .....	42
2.31. Proiectarea modulului SSRMS ROBOT ARM (Space Station Remote Manipulator System) .....	43
2.32. Proiectarea modulului S-0 TRUSS .....	44
2.33. Asamblarea Stației Spațiale Internaționale .....	45
2.34. Mențiuni .....	46
3. Concluzii.....	46
4. Bibliografie .....	47

# **1. Introducere**

## **1.1. Aplicație**

Proiectul „Stația Spațială Internațională” a fost realizat în aplicația Autodesk AutoCAD 2020. Salvarea fișierelor a fost făcută în fișiere tip .dwg, în versiunea AutoCAD 2013 (OP – Options > Open and Save > Save as: AutoCAD 2013/LT2013 Drawing).

## **1.2. Motivație**

„Cosmosul este tot ceea ce este sau ce a fost vreodată sau ce va fi vreodată.” spunea Carl Sagan. Spațiul cosmic a devenit, în zilele de azi, o enigmă pe care tot mai mulți cercetători încearcă să o înțeleagă. Cosmosul este și una dintre pasiunile mele. Mereu îmi place să privesc cerul noaptea. Să văd stelele, constelațiile, să fotografiez luna sau să privesc sateliții cum zboară pe cer. Ideea acestei teme pentru proiect a venit datorită unei nopți în care am privit cerul și a trecut Stația Spațială Internațională peste casa mea.

## **1.3. Istoric**

Stația Spațială Internațională (ISS) a fost construită pe parcursul a unui deceniu, fiind necesare peste 30 de misiuni pentru a transporta toate modulele necesare. Este rezultatul colaborării științifice și ingineresti dintre cinci agenții spațiale și 15 țări, adunând împreună oameni din țări rivale când este vorba de economie sau putere militară. Ea continuă și astăzi să fie modernizată cu noi module, următorul fiind așteptat în anul 2021.

La 25 ianuarie 1984, președintele Statelor Unite ale Americii, Ronald Reagan, îndrumă NASA (Administrația Națională Aeronautică și Spațială) să înceapă construcția ISS. Această idee nu era una nouă. Sovieticii au fost primii care au lansat o stație spațială pe orbită, Salyut-1, în 1971. Odată cu prăbușirea Uniunii Sovietice, au apărut primele colaborări internaționale. Astfel că, la data de 20 noiembrie 1998, rușii lansează primul modul al ISS, Zarya (“răsăritul soarelui”). Pe 2 noiembrie 2000, trei astronauți devin primul echipaj uman la bordul ISS. În 2008, ESA (Agenția Spațială Europeană) devine parte a acestui proiect. Tot în acest an, modulul japonez Kibo este adăugat.

Se preconizează că ISS va mai fi activă până în 2024, cu o posibilitate de prelungire până în 2028. Încă nu este clar ce se va întâmpla cu stația spațială după ce va fi scoasă din funcțiune.

## 2. Proiectarea Stației Spațiale Internaționale

### 2.1. Setare Layere

Pentru acest proiect, au fost create 13 layere. Acestea sunt descrise în Tabelul 1:

Nr. crt.	Nume layer	Culoare	Stil linie	Grosime linie
1.	AXA DE SIMETRIE	40	ACAD_ISO10W100	Default
2.	COMPONENTA	255	Continuous	Default
3.	COTARE	84	Continuous	Default
4.	HASURA	10	Continuous	Default
5.	LINIE ASCUNSA	132	DASHED	Default
6.	LINIE BREAK	10	Continuous	Default
7.	LINIE GHIDAJ	10	CENTER2	Default
8.	PV FRONTAL	150	Continuous	Default
9.	PV LATERAL	150	Continuous	0.30mm
10.	RADIATOR FRONTAL	254	Continuous	Default
11.	RADIATOR LATERAL	254	Continuous	0.30mm
12.	TEXT	5	Continuous	Default
13.	VIEWPORT	6	Continuous	Default

*Tabel 1 – Layere și proprietățile lor*

### 2.2. Componente

ISS este compusă din 30 de module, unele dintre ele fiind regăsite de mai multe ori în alcătuirea stației. În Tabelul 2 sunt prezentate cele 30 de module.

Nr. crt.	Denumire modul	Descriere
1.	AIRLOCK	Modul care permite deplasări în exteriorul stației spațiale
2.	LIFE SUPPORT MODULE	Modul pentru susținerea vieții în ISS
3.	COLUMBUS ORBITAL FACILITY	Laborator
4.	DOCKING COMPARTMENT	Modul andocare
5.	CUPOLA	Centru de comandă pentru roboți
6.	FGB	Modul pentru spațiu de depozitare
7.	JEM	Modul în care au loc conferințele de presă
8.	JEM ELM	Modul pentru spațiu de depozitare
9.	U.S. LAB MODULE	Laborator
10.	PMA	Adaptor module
11.	SERVICE MODULE	Laborator
12.	RDS MODULE	Laborator
13.	PROGRESS-M	Capsulă cargo
14.	SOYUZ-TM	Capsulă transport astronauți
15.	NODE	Nod de legătură
16.	SPP CORE	Modul de legătură către panouri
17.	SPP PV ARRAYS	Panouri fotovoltaice
18.	SPP ACTIVATOR	Nod de legătură între panouri

Nr. crt.	Denumire modul	Descriere
19.	Z-1 TRUSS	Grindă
20.	PVA – U.S.	Panou solar
21.	RADIATOR (EPS)	Radiator
22.	RADIATOR (TCS)	Radiator
23.	JEM EXPOSED FACILITY	Platformă depozitare în exteriorul ISS
24.	SPP RADIATOR	Radiator
25.	MOBILE TRANSPORTER	Vagon care se deplasează pe grinzi
26.	UDM	Modul andocare
27.	S-1/6 TRUSS, P-1/6 TRUSS	Grinzi de susținere pentru panouri
28.	JEM ROBOT ARM	Braț robotic atașat de JEM
29.	SSRMS ROBOT ARM	Braț robotic pentru asamblare
30.	S-0 TRUSS	Grindă de legătură dintre zona de panouri și zona de module

Tabel 2 – Componentele ISS cu o scurtă descriere

### 2.3. Proiectarea modului AIRLOCK

Modulul a fost proiectat din 3 perspective: Left, Front și Right. Pentru zona din stânga a modului, am trasat axele de simetrie. Am creat cele 4 cercuri, folosind comanda CIRCLE (Center, Diameter). Pentru cutia care pleacă din vârful celui de-al doilea cerc, am folosit LINE. Am apelat comanda TRIM pentru a elimina zonele de cerc ascunse de către cutie. Pe partea dreaptă, unde se află un capac, am creat forma lângă desen, iar după, prin comanda MOVE, am mutat obiectul la locul lui. Am selectat ca punct de plecare punctul de mijloc, iar ca punct de destinație, m-am ajutat de Snap Mode, opțiunea Quadrant.

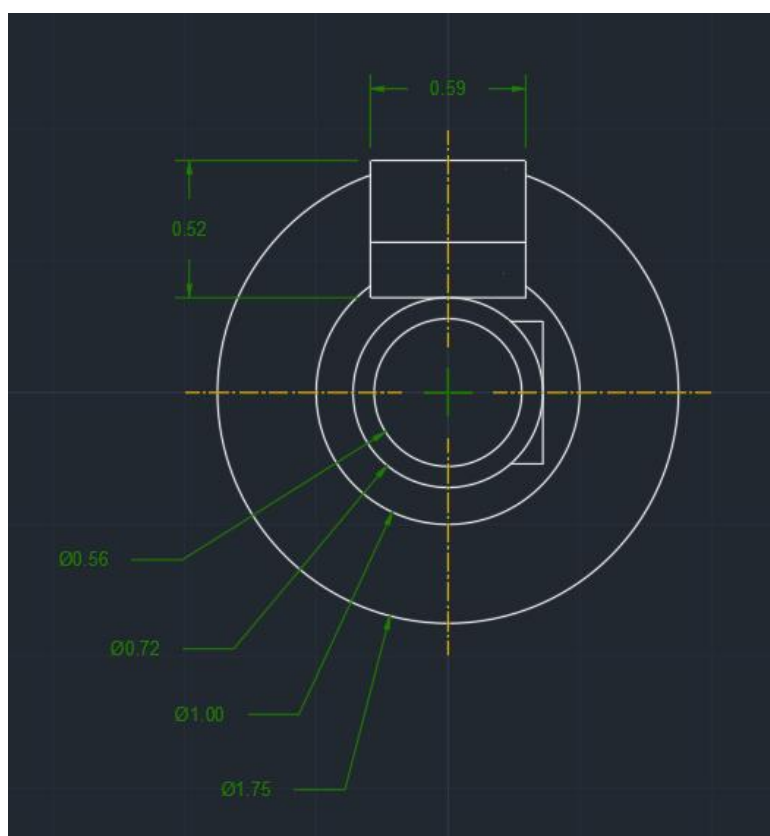


Figura 1 – Airlock, vedere Left

Pentru partea frontală a componentei, am folosit comenzile LINE, CIRCLE (Center, Diameter), OFFSET.

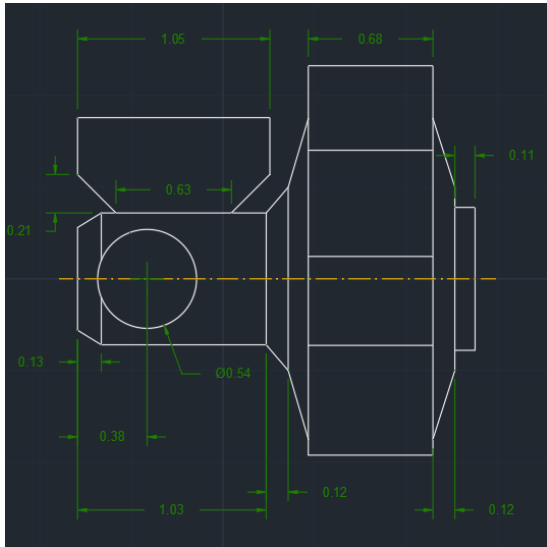


Figura 2 – Airlock, vedere Front

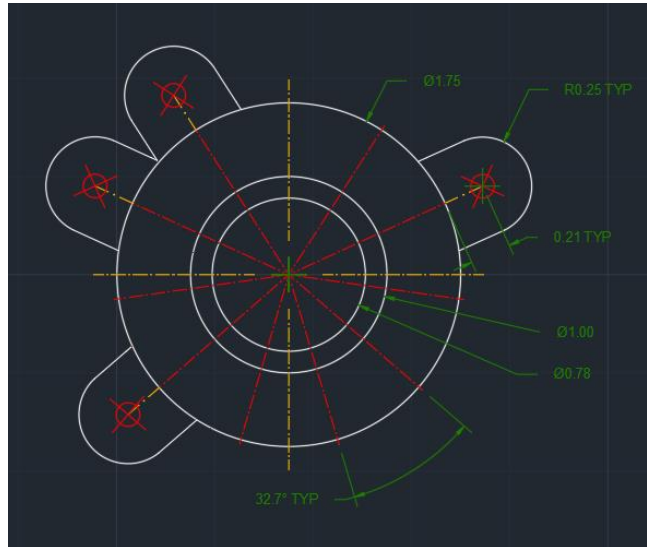


Figura 3 – Airlock, vedere Right

Pentru zona dreaptă a componentei, am creat cele 3 cercuri, după ce am setat axele de simetrie. Am introdus linii de ghidaj, la fiecare  $32.7^\circ$ . Am creat acele rezervoare separat, cu LINE, am aliniat pe direcția liniei de ghidaj, și cu ajutorul comenzii POLAR ARRAY am introdus 11 astfel de rezervoare. Am separat rezervoarele cu ajutorul comenzii EXPLODE, ca la final să rămân doar cu cele 4.

Pentru proiectarea componentei 3D, am început cu schița 2D, vedere Front (Figura 2). Am creat cu REVOLVE corpul principal, păstrând doar jumătate din schelet, astfel: am dat JOIN, pentru a crea un POLYLINE, după care am apelat REVOLVE. Am selectat scheletul, iar pentru axa de simetrie, am apăsât tasta O, pentru a selecta ca axă de simetrie un obiect și am ales axa definită.

Pentru capacul de pe partea frontală. Am creat cercul, folosind comanda CIRCLE (am selectat centrul, am apăsât D, pentru a crea un cerc cu diametrul introdus de la tastatură). Am dat EXTRUDE cercului și UNION, pentru a-l uni cu scheletul principal. Pentru a proiecta 3D cutia, am apelat JOIN – EXTRUDE și am aliniat-o cu 3D ALIGN. Pentru cele 4 rezervoare, am folosit vederea Right. Am apelat JOIN, EXTRUDE și 3D ALIGN.

La final, am apelat comanda CONVTO SURFACE, pentru ca obiectul să fie de tip surface.



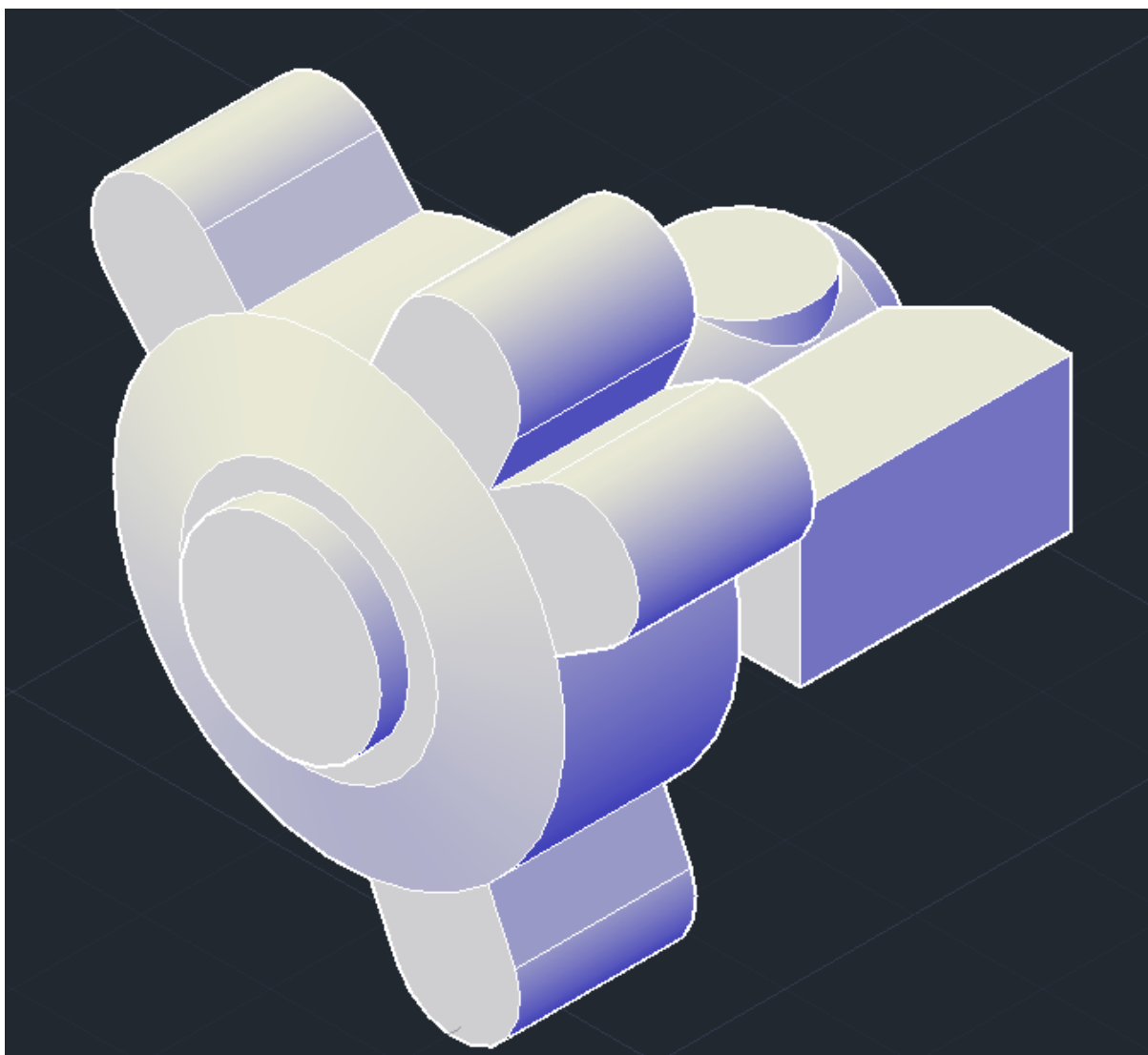


Figura 4 – Airlock, model 3D

## 2.4. Proiectarea modului LIFE SUPPORT MODULE

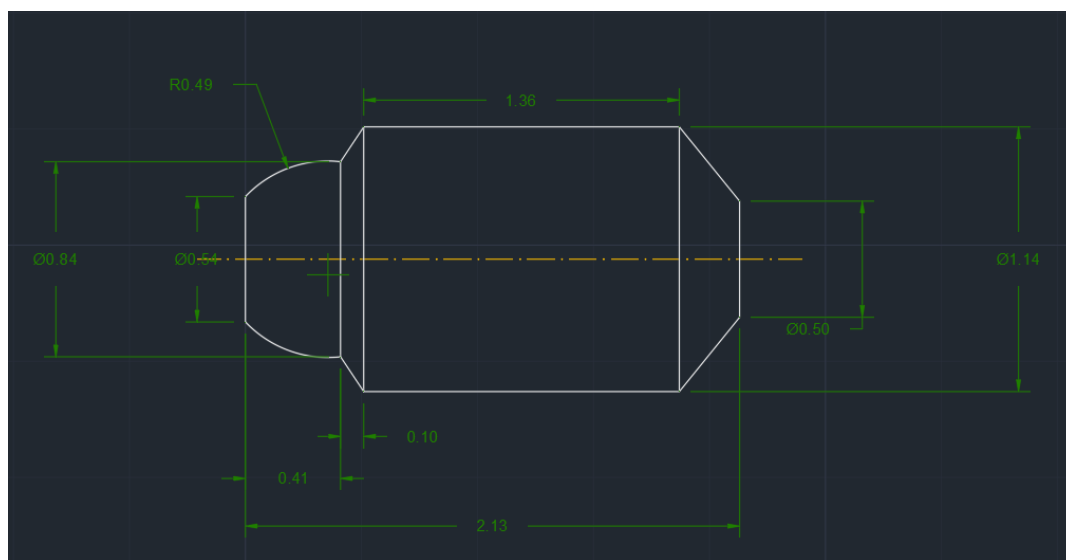
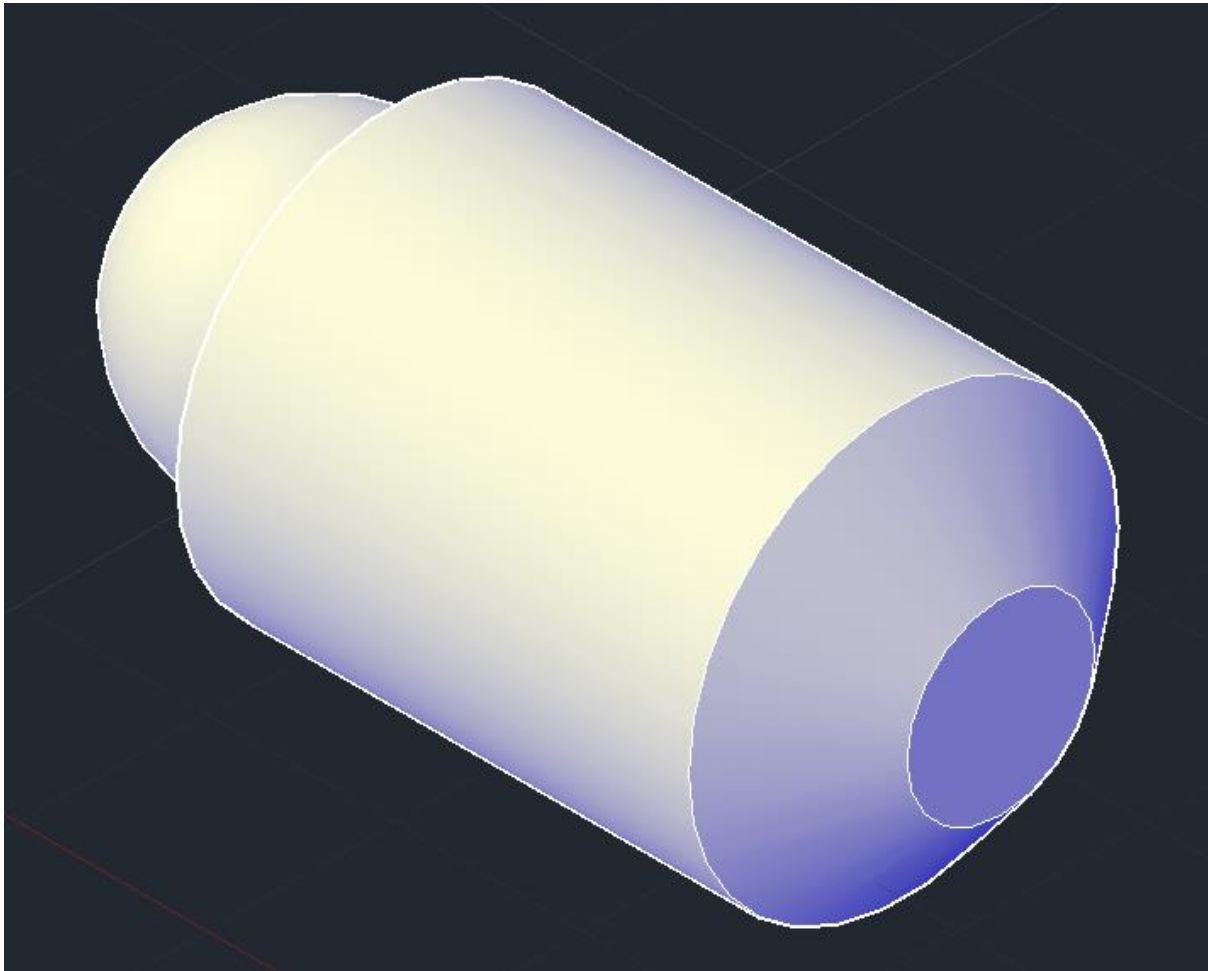


Figura 5 – Life Support Module, vedere Front

Pentru această componentă, am început prin trasarea axei de simetrie. După care, folosindu-mă de LINE și ARC am proiectat modulul. De asemenea, am folosit și comanda OFFSET.

Pentru realizarea componentei ISS în 3D, am utilizat funcția REVOLVE. La final, cu CONVTUSURFACE, am transformat componenta în tip surface.



*Figura 6 – Life Support Module, model 3D*

## **2.5. Proiectarea modului COLUMBUS ORBITAL FACILITY**

Acest modul este unul similar cu cel de la punctul 2.4. A fost proiectat utilizând LINE și OFFSET. Pentru 3D, am apelat REVOLVE și CONVTOSURFACE.

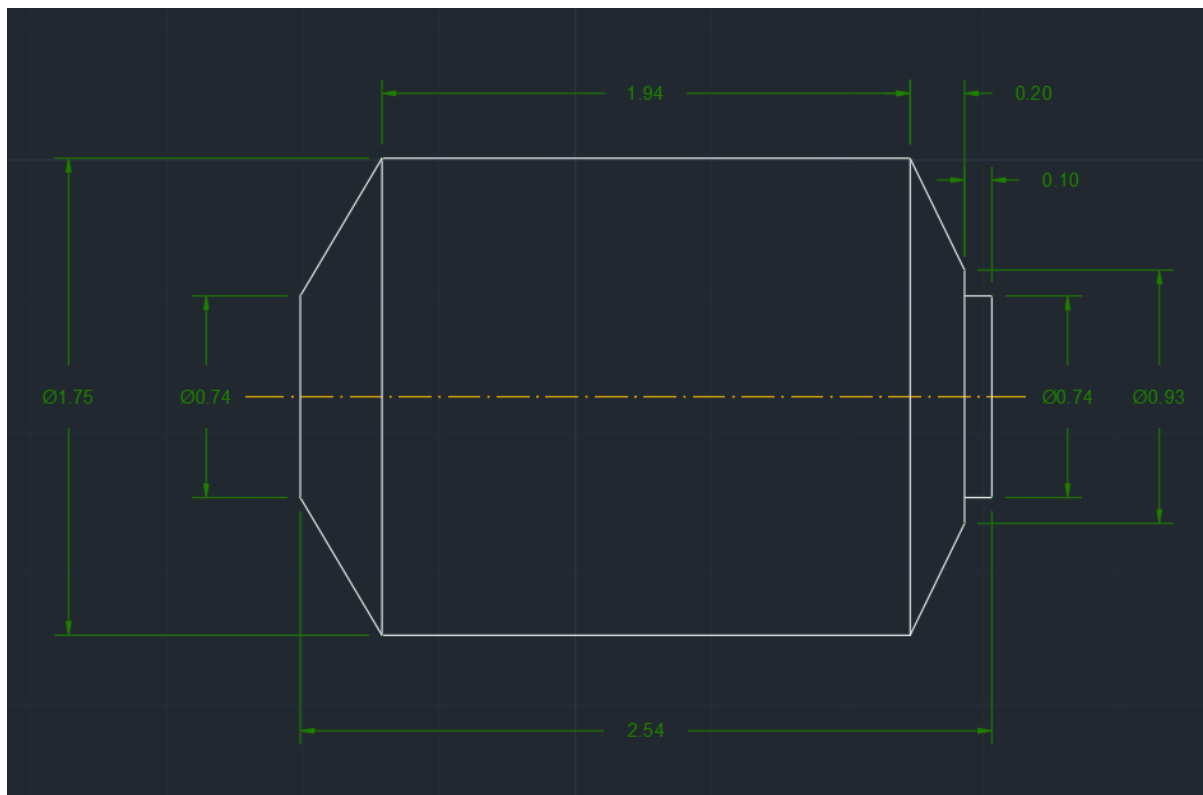


Figura 7 – Columbus Orbital Facility, vedere Front

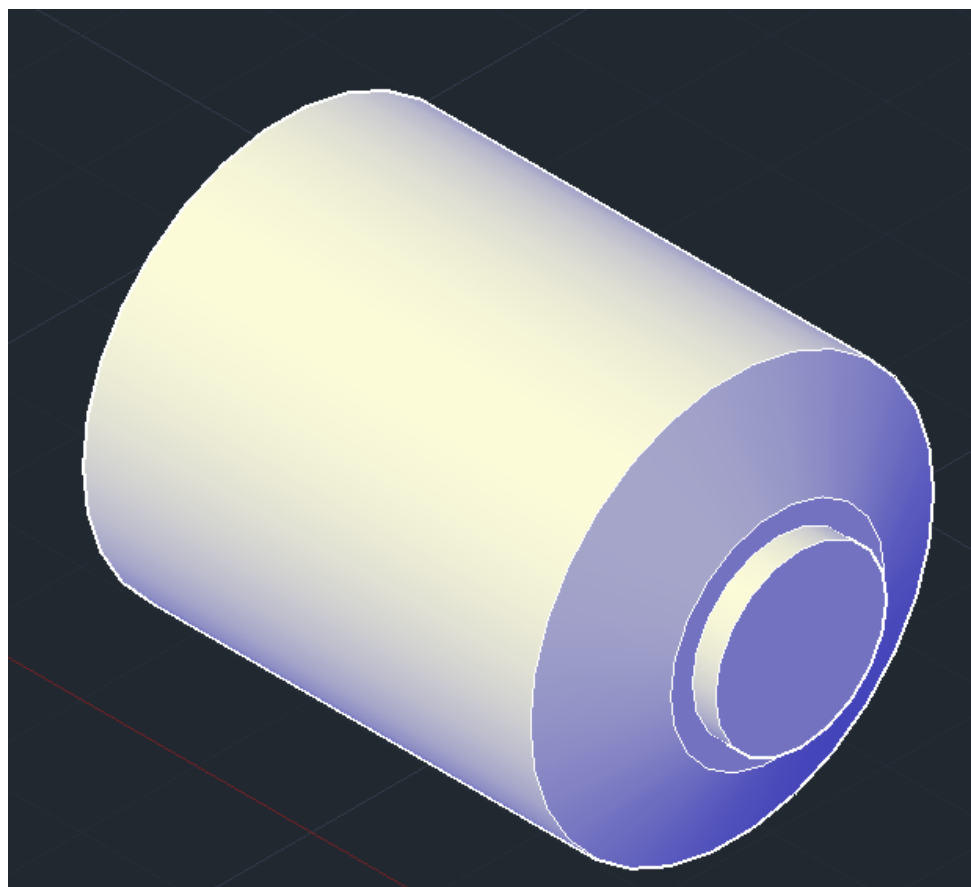


Figura 8 – Columbus Orbital Facility, model 3D

## 2.6. Proiectarea modului DOCKING COMPARTMENT

La fel ca la modulul anterior, modulul a fost proiectat folosind LINE și OFFSET. Pentru 3D, am folosit funcția REVOLVE și CONVTSURFACE.

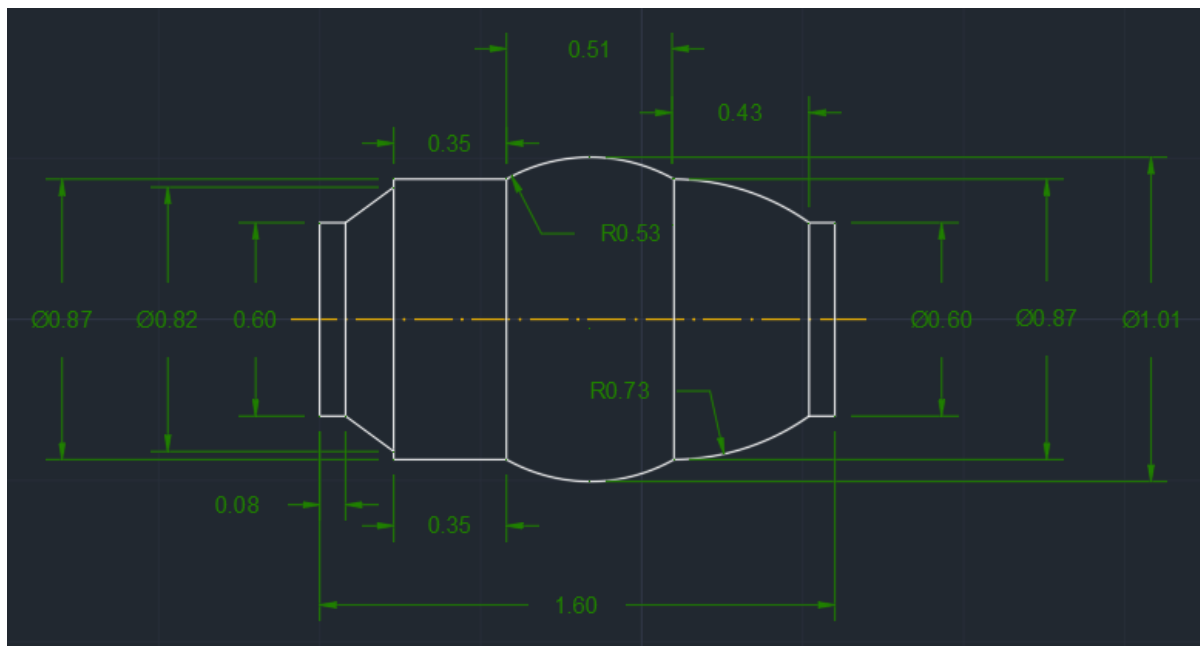


Figura 10 – Docking Compartment, vedere Front

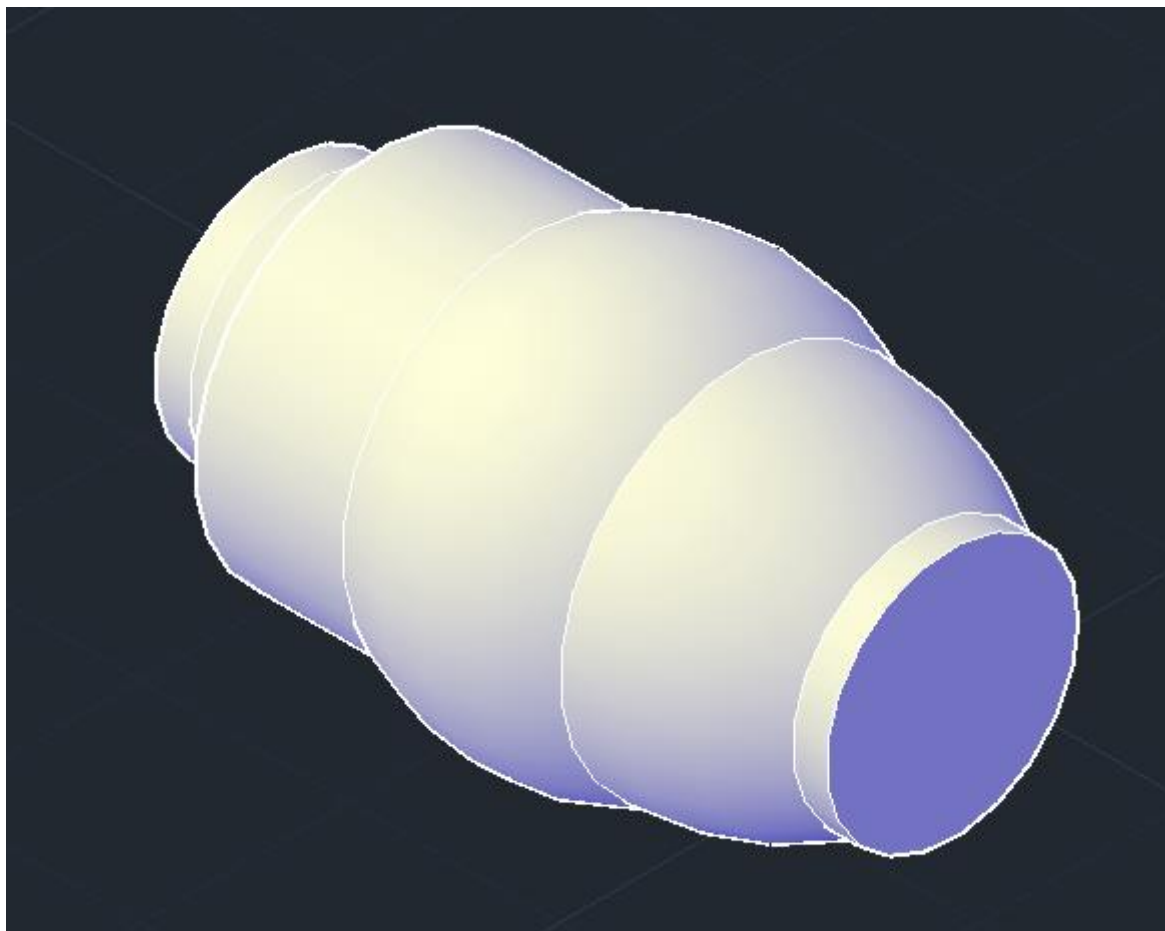


Figura 9 – Docking Compartment, model 3D

## 2.7. Proiectarea modului CUPOLA

Cupola a fost proiectată în două plane: lateral și vedere de sus. Pentru planul lateral, am folosit doar LINE. La planul vedere de sus, am trasat axele de simetrie. După din centru am dus cele doua cercuri. Pentru cele doua hexagoane, am folosit comanda POLYGON. Am dat numărul de laturi, șase. Pentru cel cu latura mică, am tastat E, pentru a proiecta hexagonul din dimensiunea unei laturi. Pentru cel mare, am urmat procedura clasică și am ales să îl proiectez cu ajutorul cercului mic (Inscribed in circle), specificând raza acestuia.

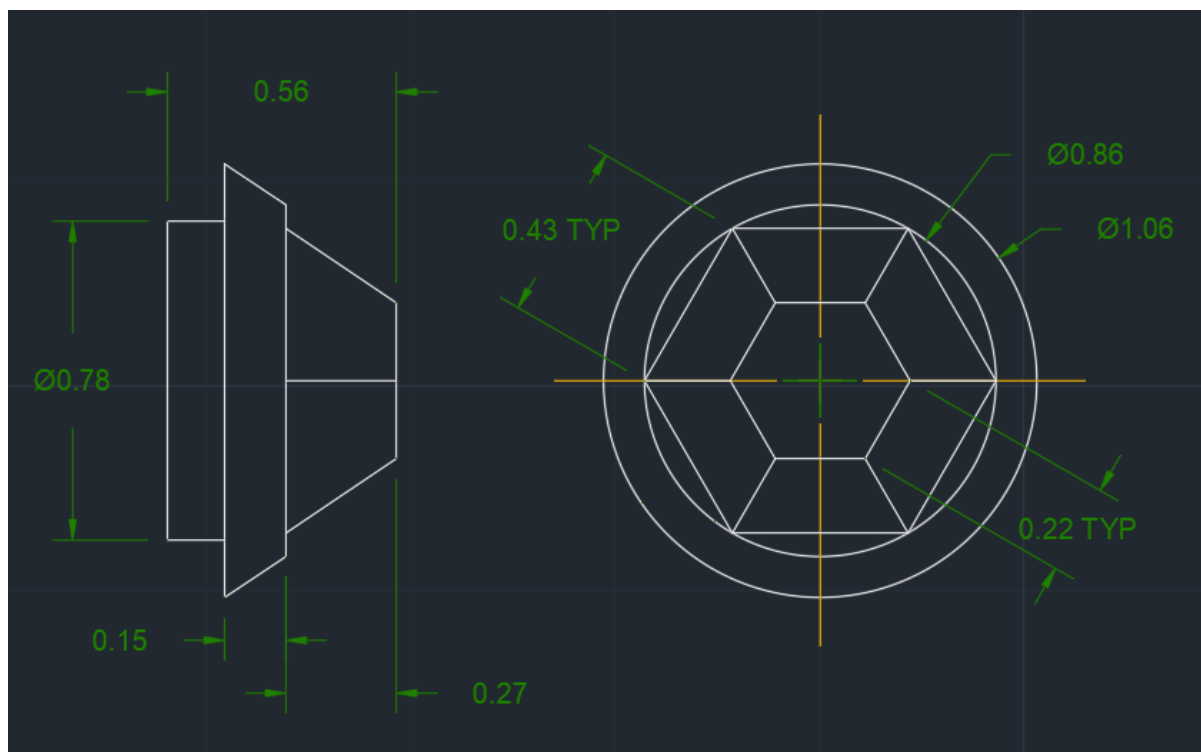


Figura 11 – Cupola, vedere Front (stânga) și vedere Top(dreapta)

La partea 3D, am folosit REVOLVE pentru a crea partea formată de cele 3 cercuri, din vederea Front, iar pentru porțiunea formată de cele două hexagoane, am folosit funcția LOFT. Am folosit funcția CONVTO SURFACE din 3D Modeling.

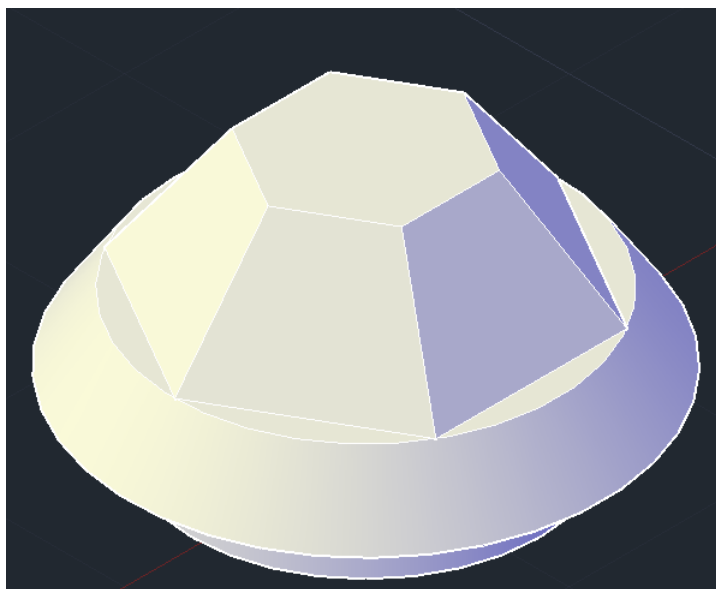


Figura 12 – Cupola, model 3D

## 2.8. Proiectarea modului FGB (Functional Cargo Block)

FGB are trei perspective – Front, Top și Right, dar și o secțiune prin modul. Pentru realizarea FGB-ului față s-au trasat, inițial, axele de simetrie, dar și linii de ghidaj pentru unghiurile menționate în Figura 13, necesare construirii elementelor de pe scheletul modului. Cu ajutorul funcției TRIM, am eliminat liniile suplimentare. Am creat suportul de fixare pentru panourile fotovoltaice ale componentei, iar din centrul celei din dreapta, am proiectat panourile fotovoltaice. Pentru partea stângă, m-am folosit de funcția MIRROR. Am inserat un BREAKLINE panourilor de pe partea stângă. Pentru capacul din partea de jos, atașat de al doilea cerc, am folosit TRIM, și comanda ARC (Start, Center, End), pentru a trasa linia ascunsă.

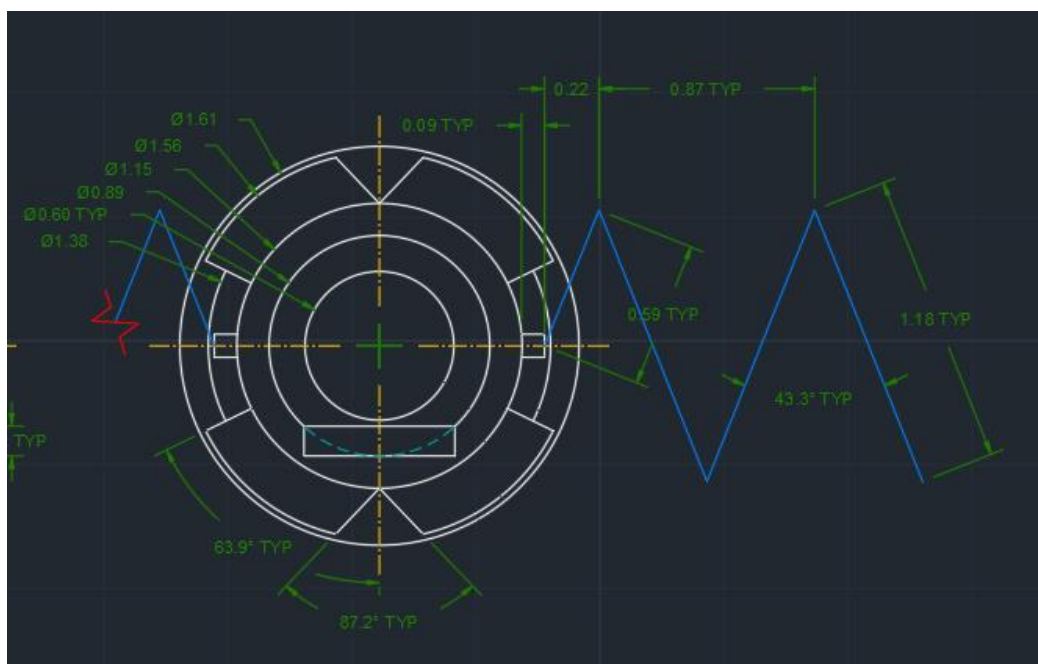


Figura 13 – FGB, vedere Right

Pentru partea de sus (Figura 14), am procedat la fel ca la orice modul: LINE, OFFSET, CIRCLE. Pentru a elimina liniile nefolositoare, am utilizat TRIM. Am adăugat panourile fotovoltaice, folosind MIRROR și BREAKLINE, ca în Figura 13.

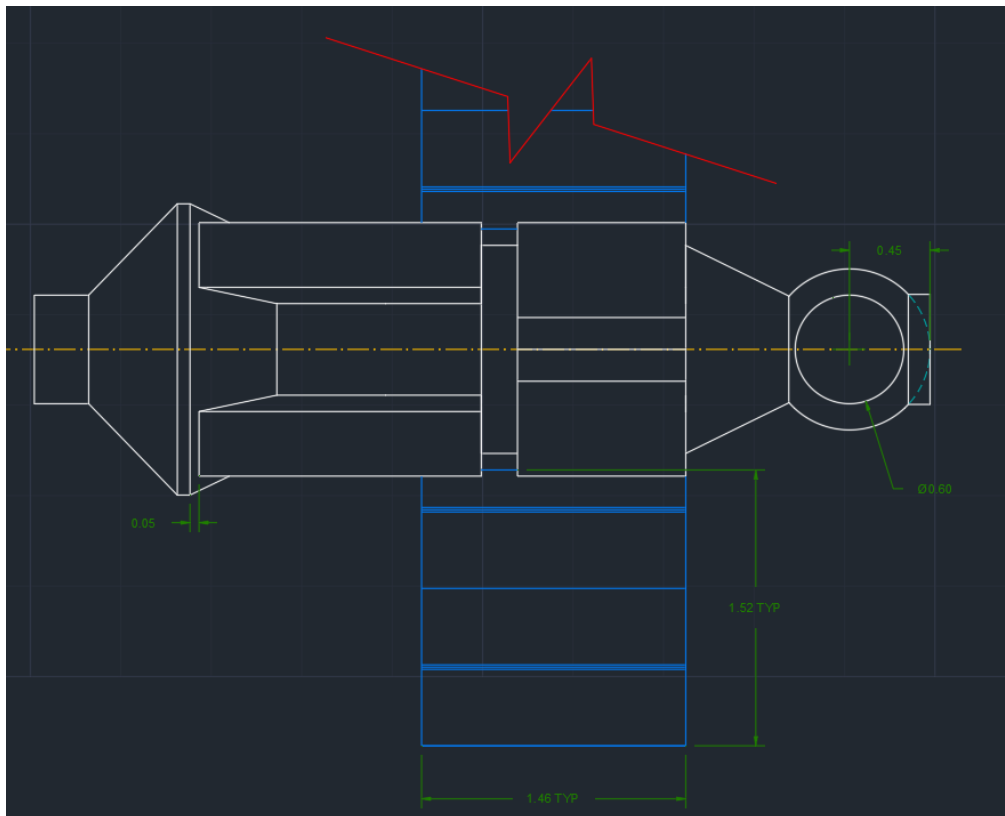


Figura 14 – FGB, vedere Top

Pentru partea frontală (Figura 15), am aplicat același proceduri ca în figura anterioară, cu mențiunea că panourile sunt reprezentate cu linie ascunsă (layer).

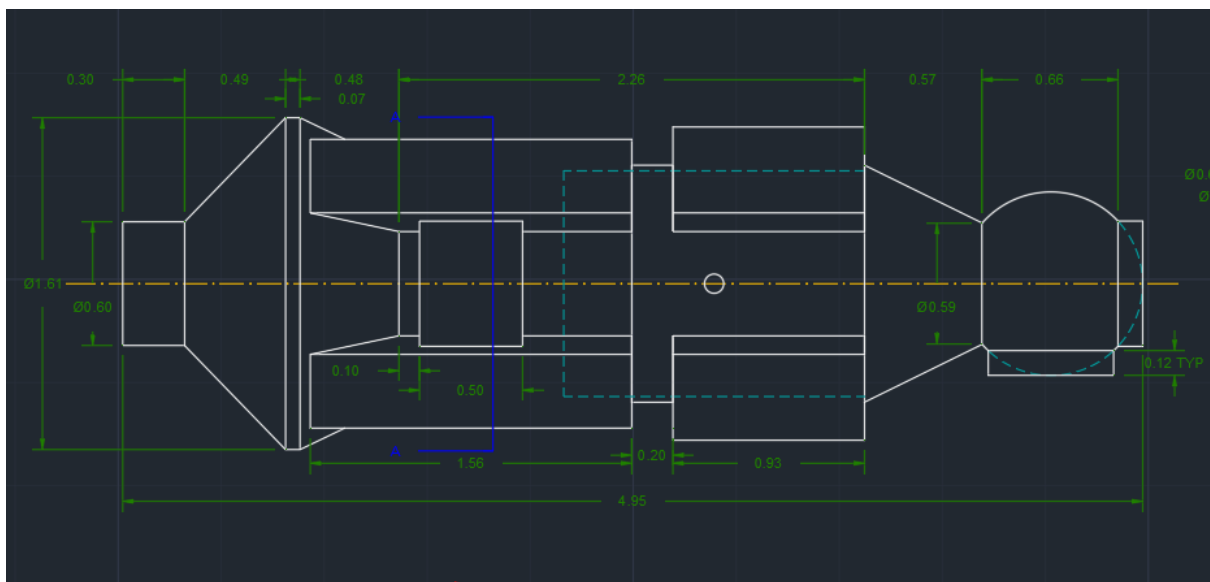


Figura 15 - FGB, vedere Front

Pentru reprezentarea secțiunii din Figura 16, am aplicat procedurile de la Figura 13, iar peste zona aflată în secțiune am aplicat un HATCH.

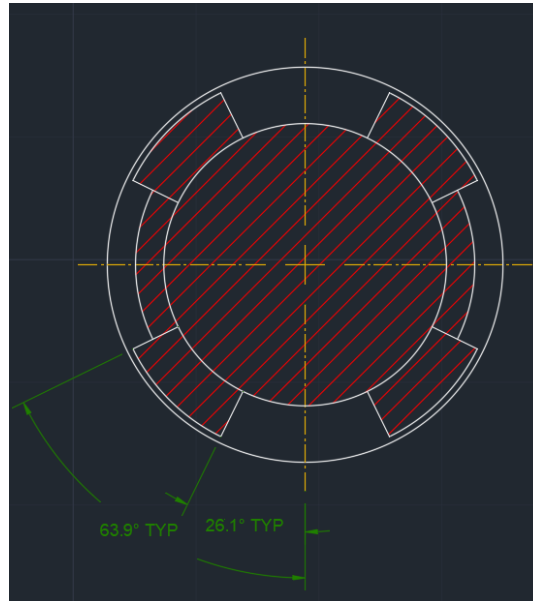


Figura 16 – secțiune FGB

Pentru partea 3D, am utilizat funcția REVOLVE pentru crearea componentei principale, folosind vederea Front. Pentru realizarea cutiilor exterioare, am utilizat funcțiile EXTRUDE și 3D ALIGN. Am folosit vederea Right și secțiunea. Capacele din vârful componentei ISS au fost create prin proiectarea unui cerc cu centrul în punctul Quadrant și apelarea funcției EXTRUDE. Panourile fotovoltaice au fost create folosind liniile din vederea Right. Am trecut în perspectiva Top, iar de acolo, am creat panourile asemănător Figurii 14. Am trecut într-un mod de vizualizare 3D, și am aplicat EXTRUDE. Am folosit, la final, CONVTSURFACE.

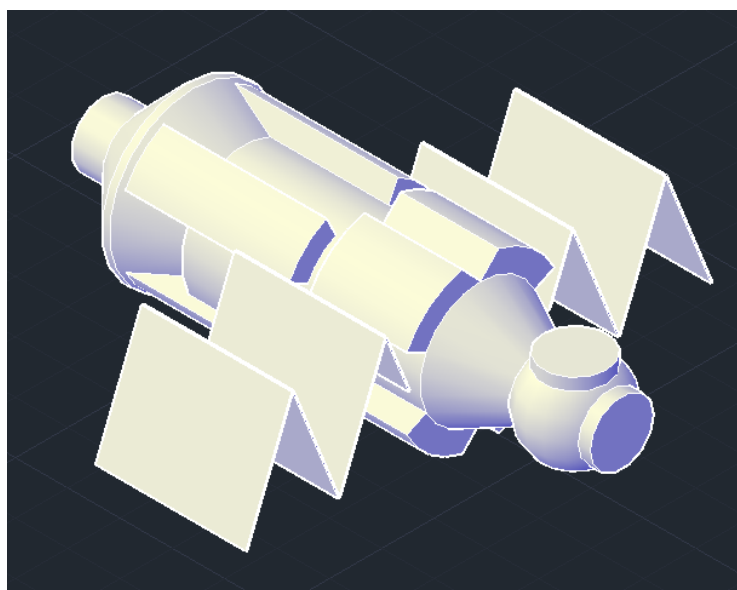


Figura 17 – FGB, 3D



## 2.9. Proiectarea modului JEM (Japanese Experiment Module)

Pentru această componentă am folosit LINE, CIRCLE, OFFSET, iar pentru a evidenția în perspectiva față gaura, am adăugat o linie ascunsă (layer).

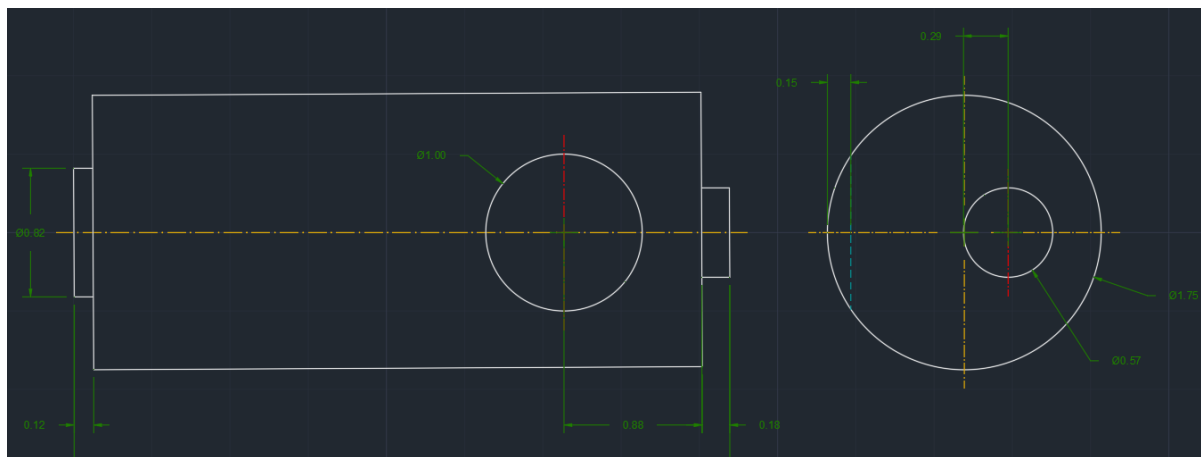


Figura 18 – JEM, vederile Front și Right

Pentru proiectarea părții 3D, am utilizat funcțiile REVOLVE, EXTRUDE și CONVTSURFACE.

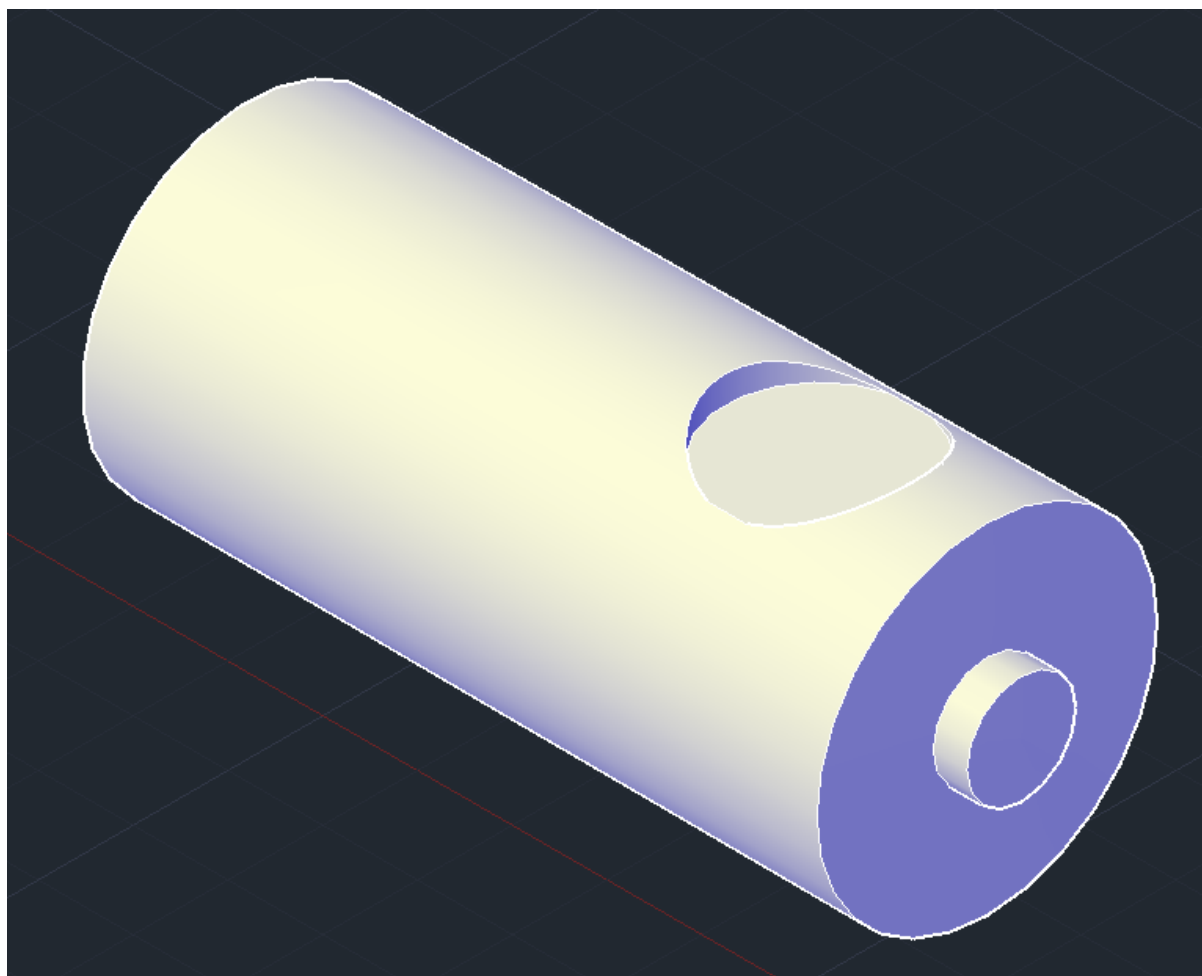


Figura 19 – JEM, model 3D

## 2.10. Proiectarea modului JEM ELM (JEM Experiment Logistics Module)

Am folosit LINE, OFFSET. Pentru a teși colțul dreapta-sus, am aplicat comanda FILLET, apăsând, mai întâi, tasta D pentru a seta dimensiunile teșiturii.

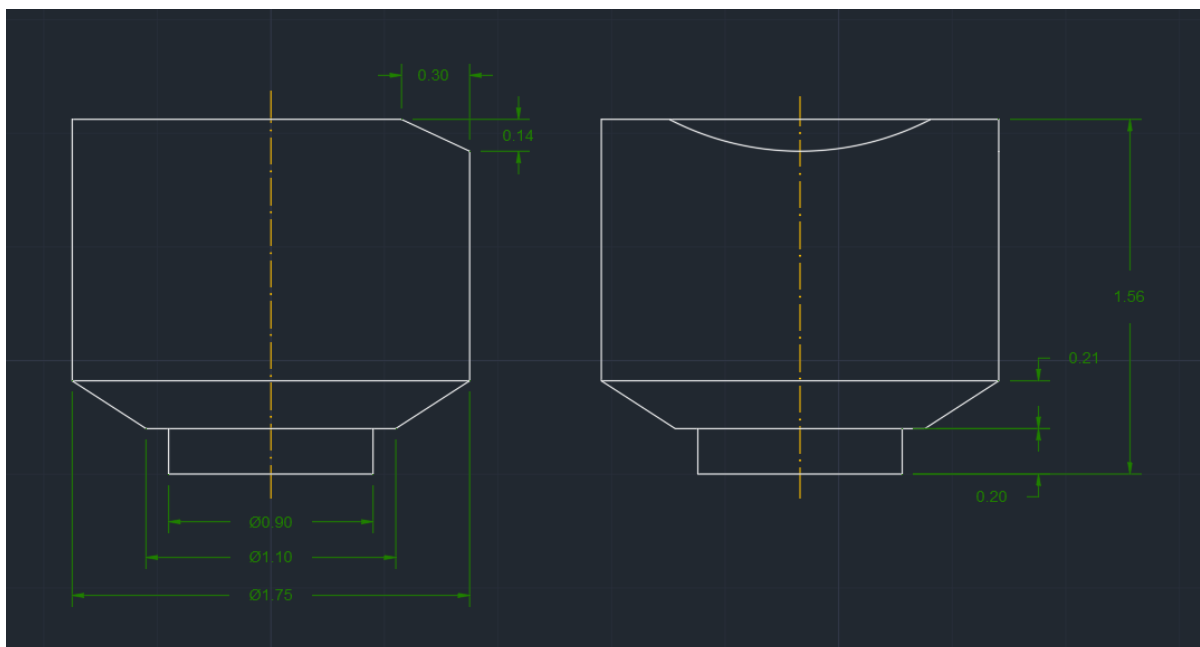


Figura 20 – JEM ELM, vedere Front (stânga) și vedere Right (dreapta)

Am aplicat REVOLVE pentru crearea structurii, iar pentru acea zonă teșită am realizat cu EXTRUDE, acea zonă arcuită, după care am făcut SUBTRACT. La final, am apelat CONVTSURFACE.

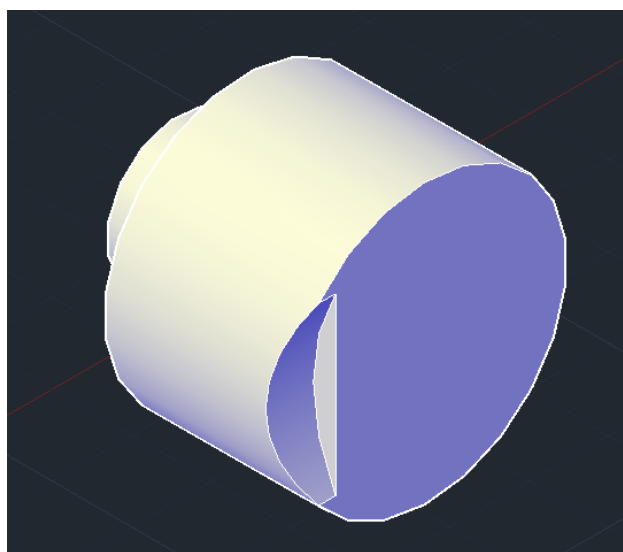


Figura 21 – JEM ELM, 3D

## 2.11. Proiectarea modului U.S. LAB MODULE

Modulul (Figura 14) a fost proiectat utilizând LINE și OFFSET. Pentru 3D, am folosit REVOLVE, dar și CONVTSURFACE.

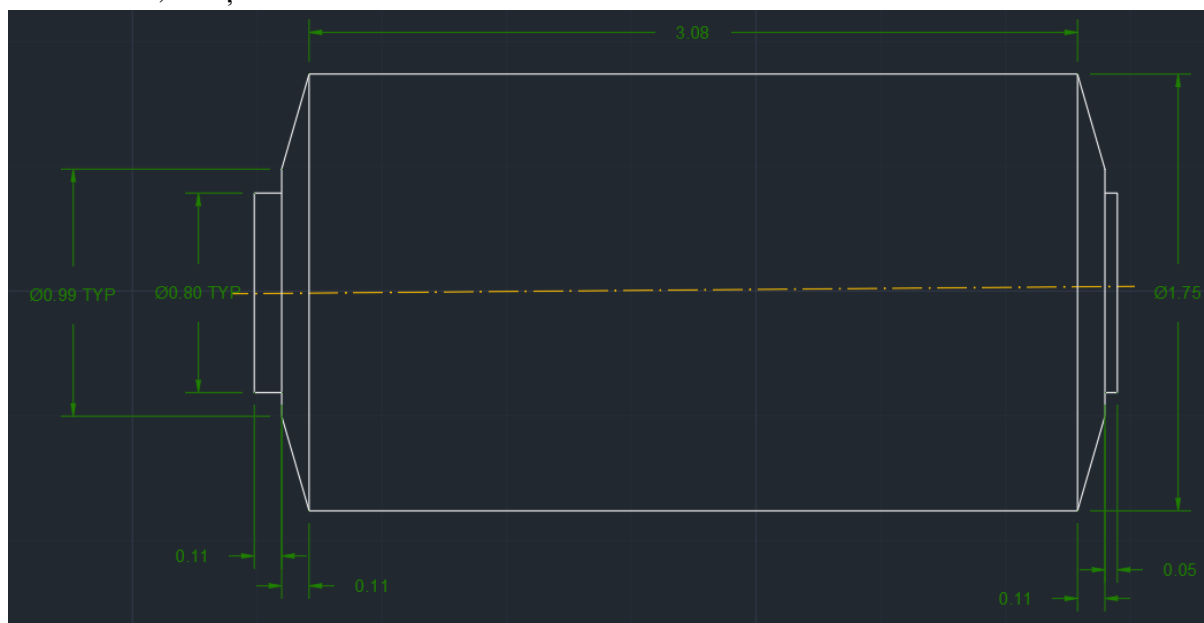


Figura 22 – U.S. Lab Module (vedere Front)

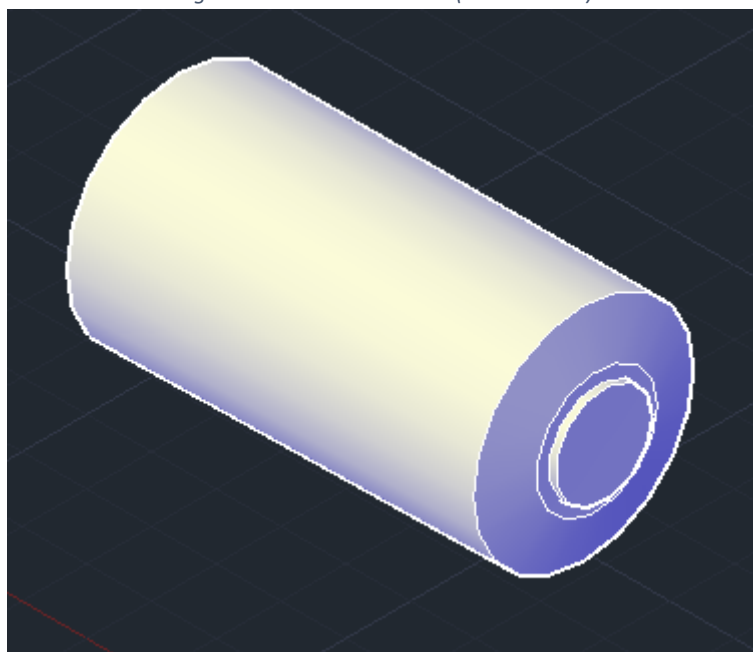


Figura 23 – U.S. Lab Module, 3D

## 2.12. Proiectarea modului PMA (Pressurized Mating Adapter)

Modulul a fost proiectat din trei perspective – Top, Front și Right. Pentru figura cu vedere de sus (vezi Figura 24). Am folosit comenzile CIRCLE (Center, Diameter) și POLYGON. Pentru a uni colțurile octogoanelor, am folosit LINE. Pentru perspectiva Right, am folosit comanda OFFSET, pentru a trasa a doua axă de simetrie pentru cercul de jos. Am folosit LINE, OFFSET, și linii de ghidaj, pentru a trasa laturile formate de zona dintre cele două octogoane.

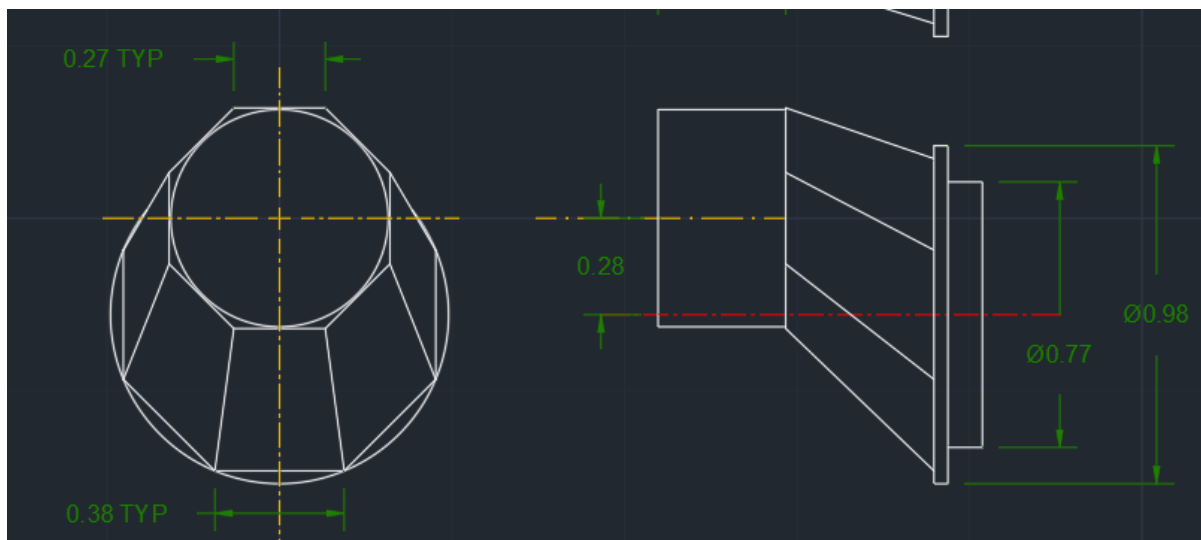


Figura 24 – PMA, vedere Top (stânga) și vedere Right (dreapta)

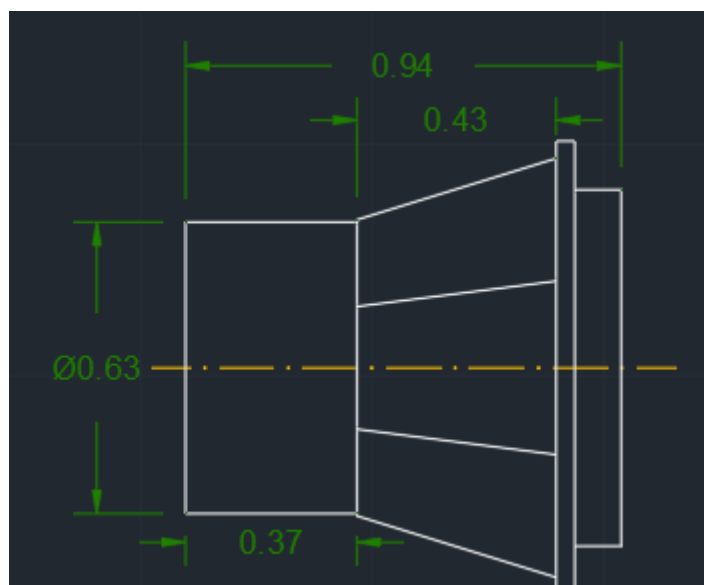


Figura 25 – PMA, vedere Front

Cu REVOLVE am creat cei doi cilindri, fiecare cu axa lui de simetrie, folosind vederea Right. Pe fețele vis-a-vis ale cilindrilor, am creat octogoanele, iar cu LOFT, am creat secțiunea octogonală. La final am folosit UNION și CONVTSURFACE.

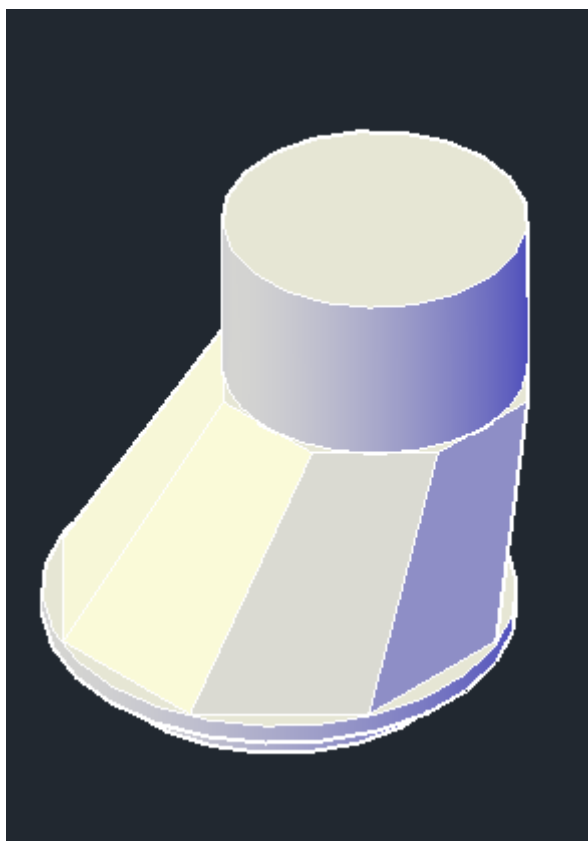


Figura 26 – PMA, 3D

### 2.13. Proiectarea modului SERVICE MODULE

Și acest modul a fost proiectat cu 3 perspective: Right, Front și Top. Pentru partea din dreapta, am creat cele 4 cercuri, folosind CIRCLE. Pentru a proiecta scheletul de care se prind panourile fotovoltaice, cu OFFSET aplicat axei de simetrie, am realizat alte două axe. Am trasat cu LINE, cele două linii care reprezintă scheletul, de la intersecția cu cercul și cele două axe secundare. Tot cu line am trasat și panoul fotovoltaic, pe layer-ul special conceput pentru el.

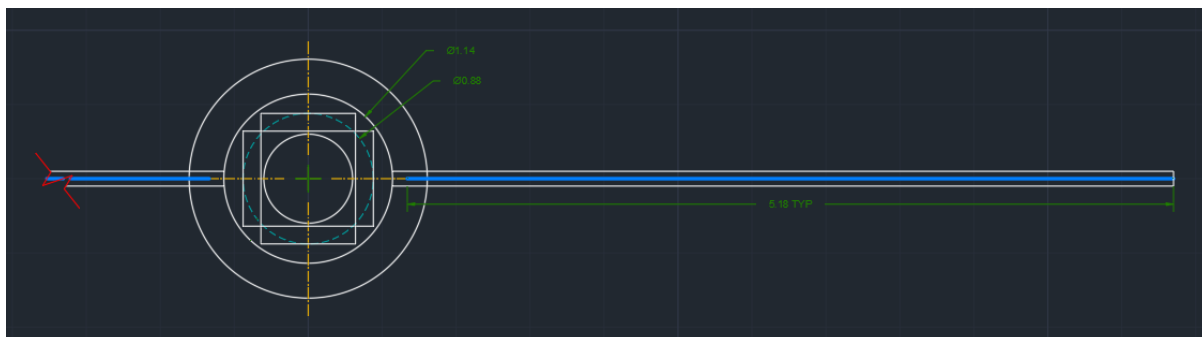


Figura 27 – Service Module, vedere Right

Pentru realizarea capacelor de la centru modului (vezi Figura 27), am folosit LINE pentru a crea capacul, separat. Cu MOVE, COPY, ROTATE am așezat cele patru capace, ajutat

de SNAP MODE, Quadrant. Pentru a proiecta și panoul fotovoltaic de pe laterala opusă, am folosit MIRROR, iar la final am aplicat un BREAKLINE.

Pentru perspectivele Front și Right, am folosit LINE, CIRCLE și OFFSET, cu mențiunea că la partea cu vederea de sus am aplicat un HATCH peste panoul fotovoltaic, iar după am folosit MIRROR și BREAKLINE, pentru a copia elementele și pe latura opusă.

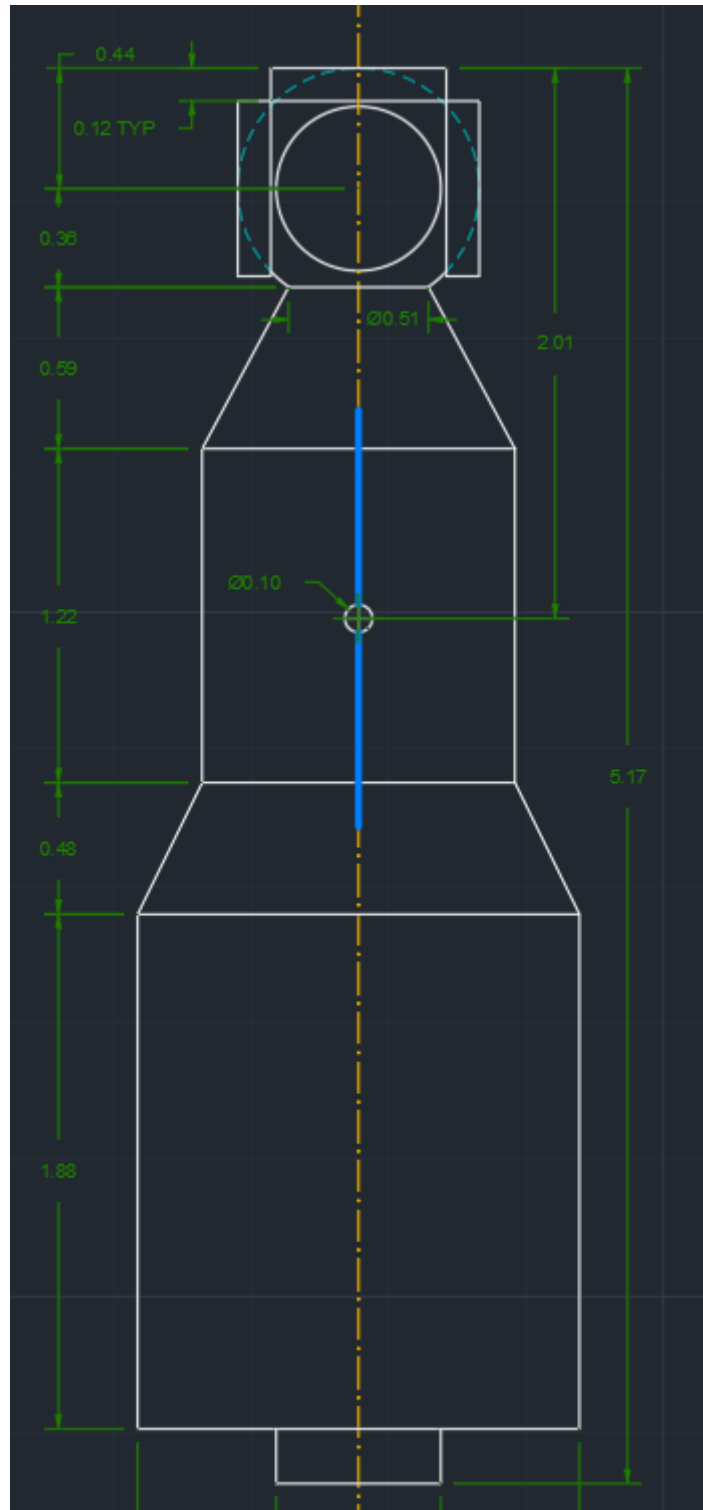


Figura 28 – Service Module, vedere Right

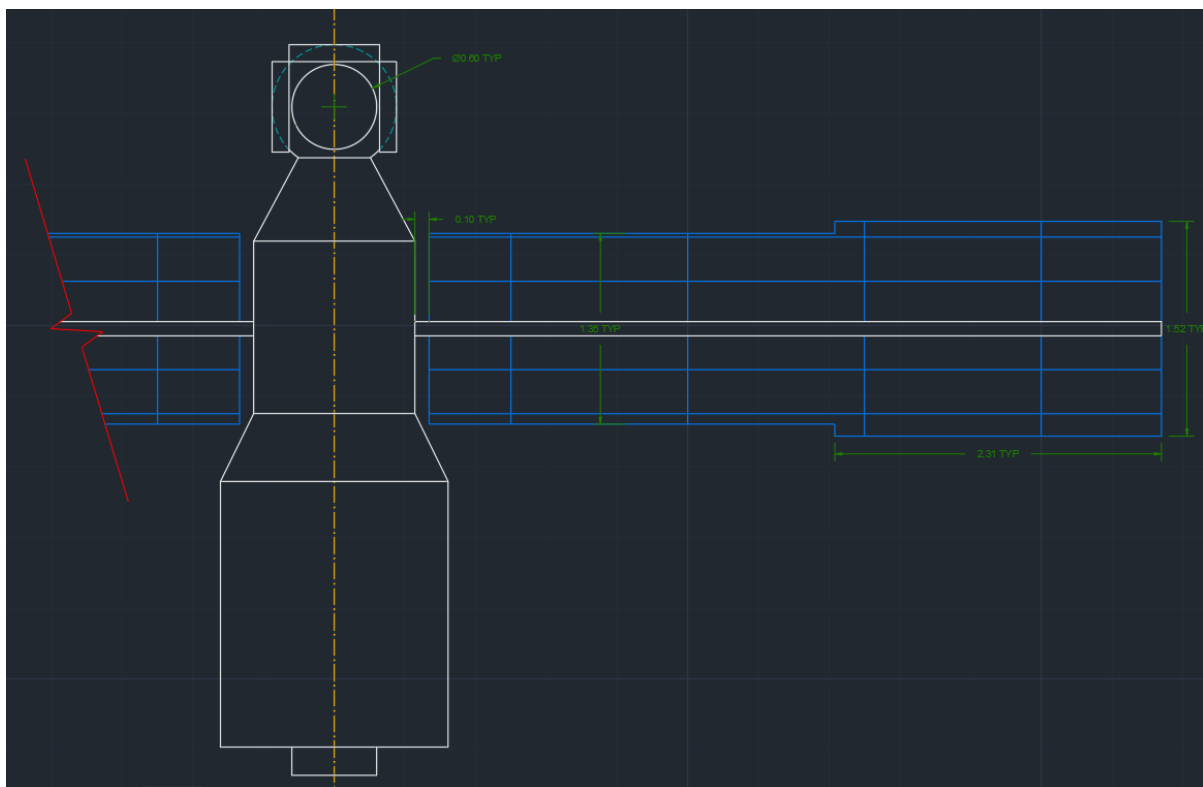


Figura 30 – Service Module, vedere Top

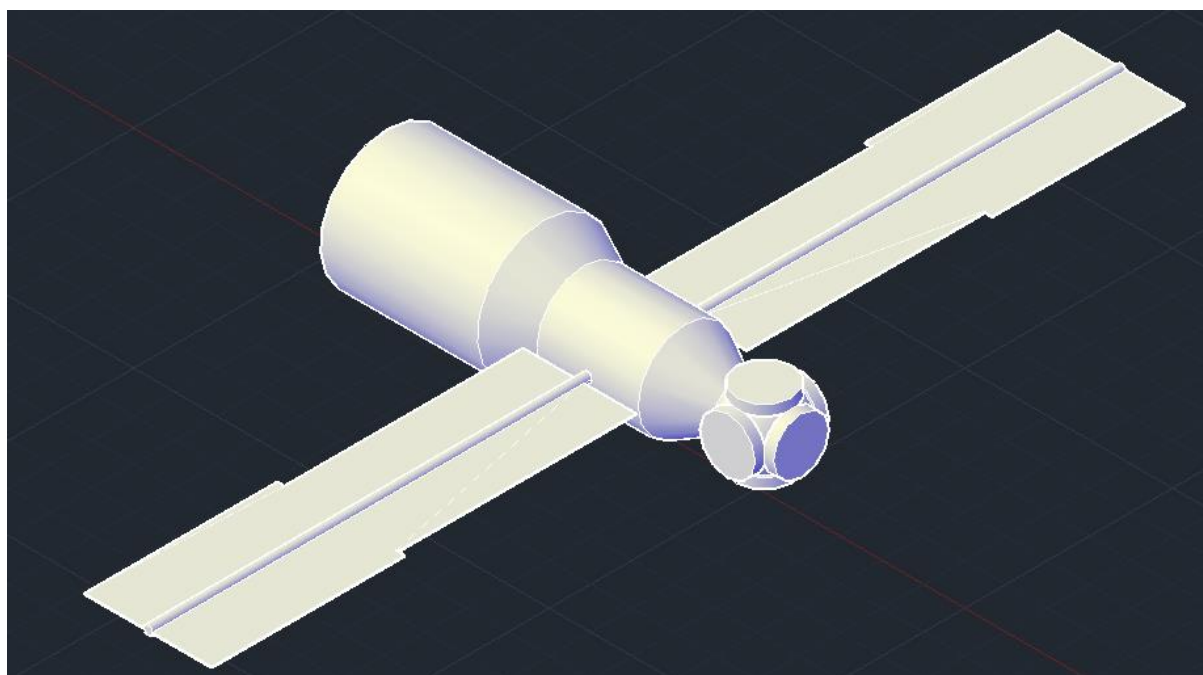


Figura 29 – Service Module, 3D

Pentru proiectarea 3D a componentei ISS, am utilizat funcția REVOLVE (folosind perspectiva Top), pentru a crea structura principală. Pentru cele 5 capace, am creat cercuri, cărora le-am aplicat EXTRUDE. Unul dintre panouri a fost proiectat separat, folosind CIRCLE și EXTRUDE pentru bara de susținere. După, am proiectat extrudat cele două bucăți de panou și am făcut EXTRUDE. Cu 3D ALIGN am montat panourile pe bară. Am fixat

corpul cu panoul, de structura principală, după care, folosind 3D MIRROR, l-am asamblat și pe partea opusă. Am dat UNION și CONVTSURFACE.

## 2.14. Proiectarea modului RDS MODULE (Research, Docking & Storage)

Modulul RDS a fost proiectat folosind LINE, POLYLINE, OFFSET. Am aplicat REVOLVE și CONVTSURFACE pentru proiectarea 3D.

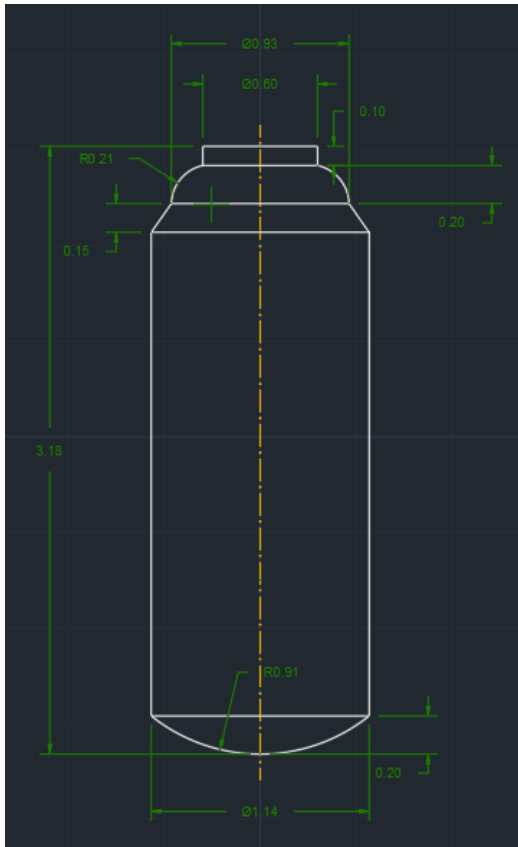


Figura 32 – RDS Module, vedere Front

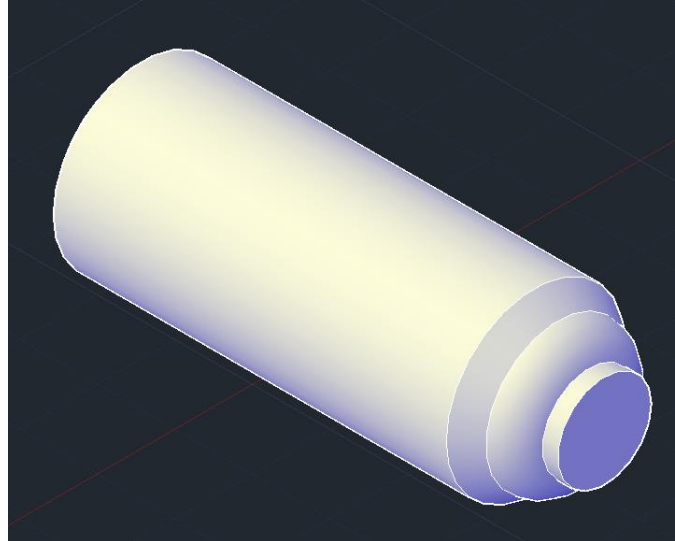


Figura 31 – RDS Module, model 3D

## 2.15. Proiectarea modului PROGRESS-M

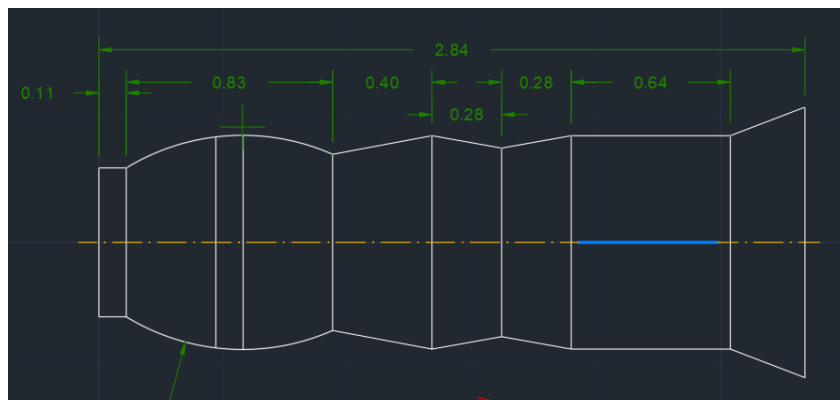


Figura 33 – Progress-M, vedere Front



Au fost respectate aceleași proceduri precum cele de la Service Module. LINE, POLYLINE, OFFSET, MIRROR, BREAKLINE. Am creat obiectul 3D cu REVOLVE. Pentru panourile fotovoltaice, am trecut în perspectiva Top, iar după am apelat EXTRUDE. La final, am apelat CONVTSURFACE.

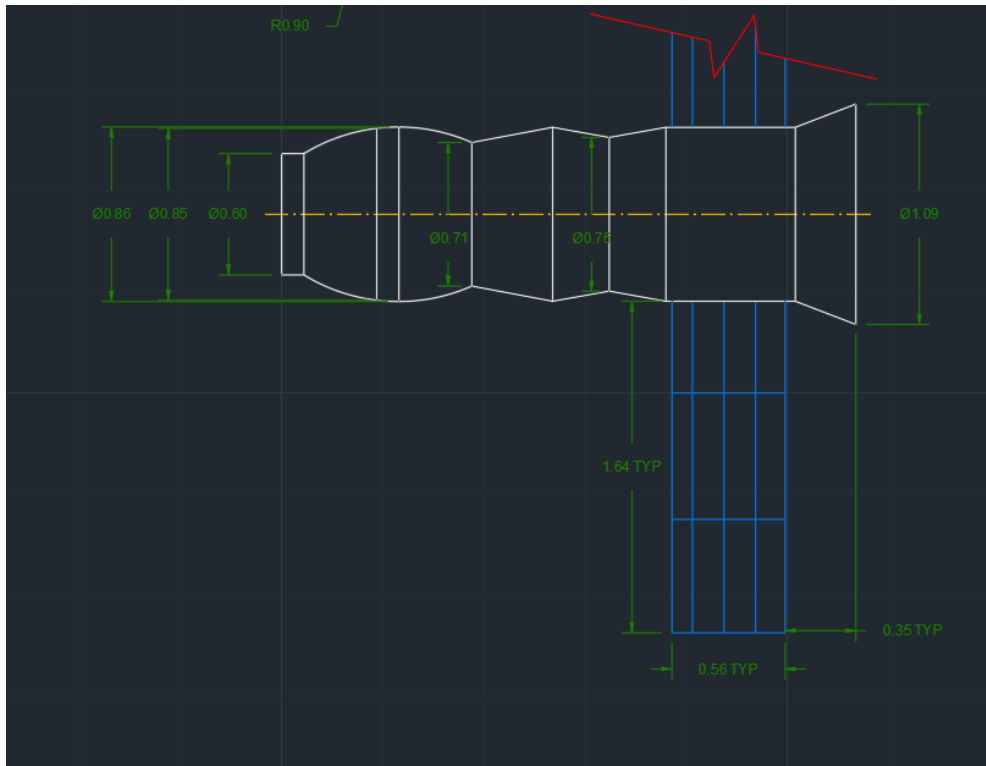


Figura 35 – Progress-M, vedere Top

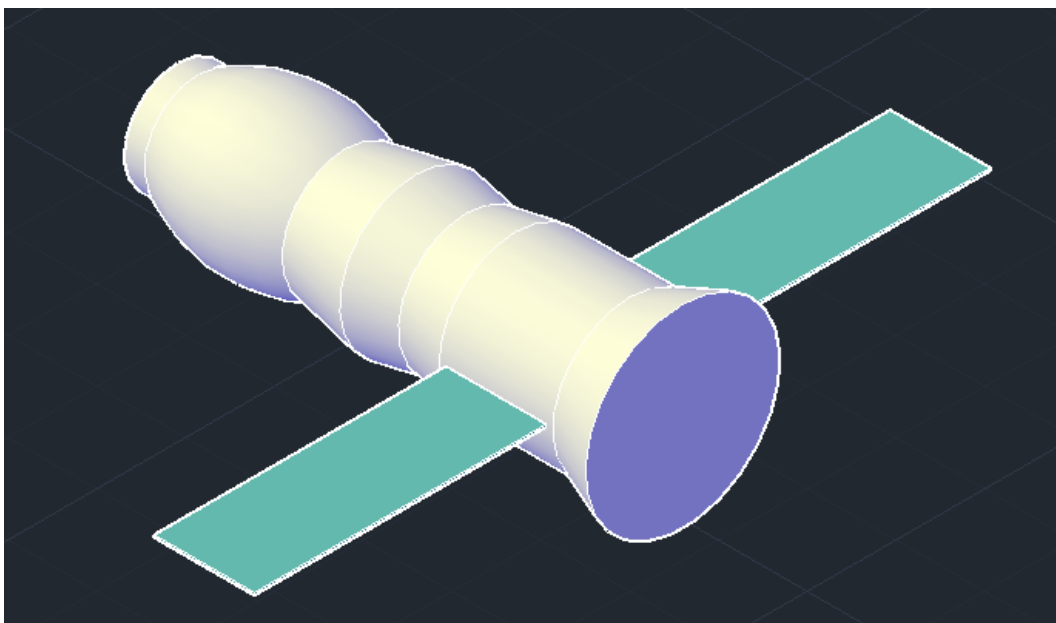


Figura 34 – Progress-M, model 3D

## 2.16. Proiectarea modulului SOYUZ-TM

Am procedat la fel ca în cazul modulului anterior.

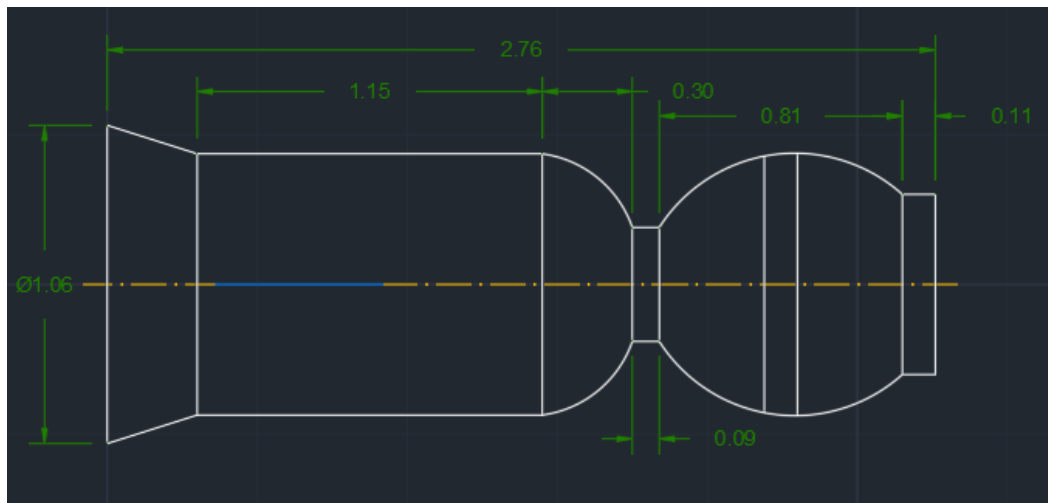


Figura 37 – Soyuz-TM, vedere Front

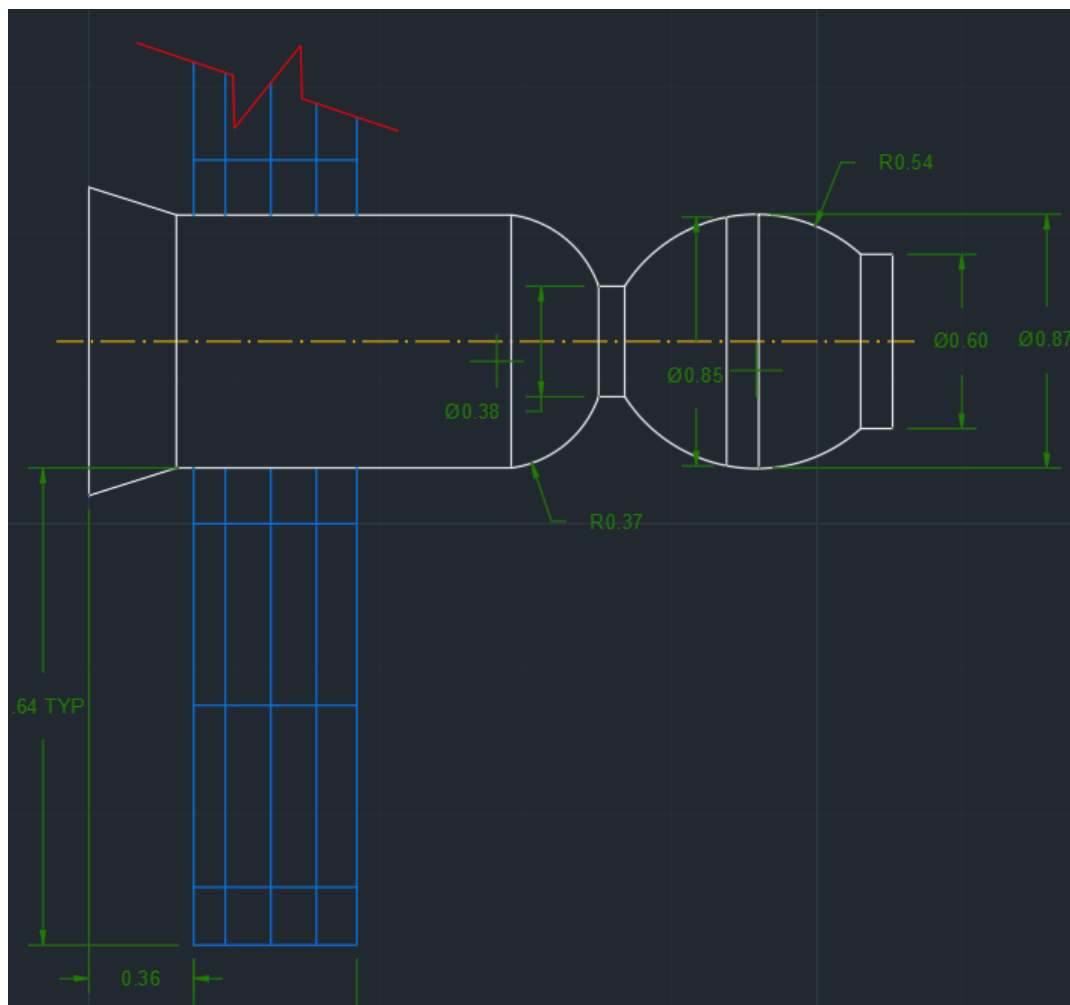


Figura 36 – Soyuz-TM, vedere Top

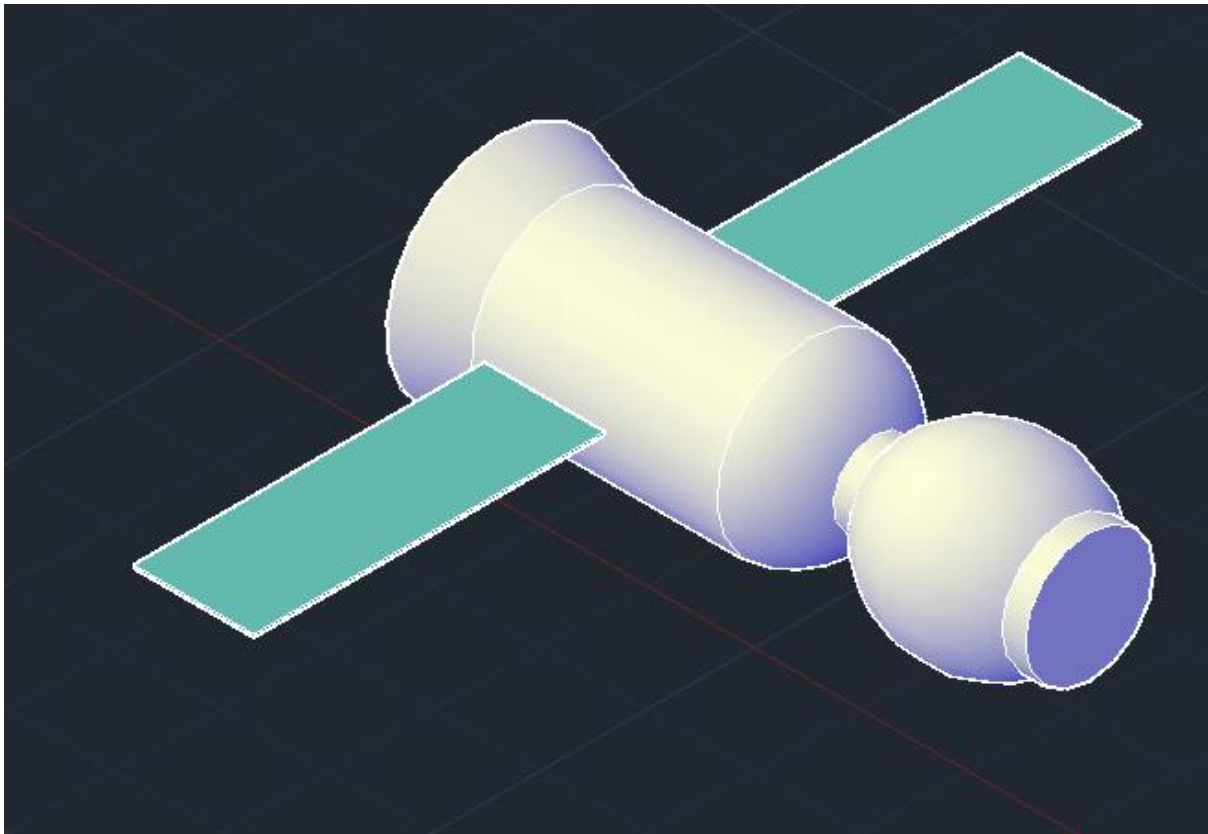


Figura 38 – Soyuz-TM, 3D

## 2.17. Proiectarea modului NODE

Am folosit LINE, POLYLINE, OFFSET și CIRCLE. Pentru a crea componenta 3D, am utilizat funcția REVOLVE pe scheletul din vederea Front, dar fără acea adâncitură. Pentru a realiza acele găuri, am folosit CIRCLE, EXTRUDE și SUBTRACT. La final, am folosit UNION și CONVTSURFACE.

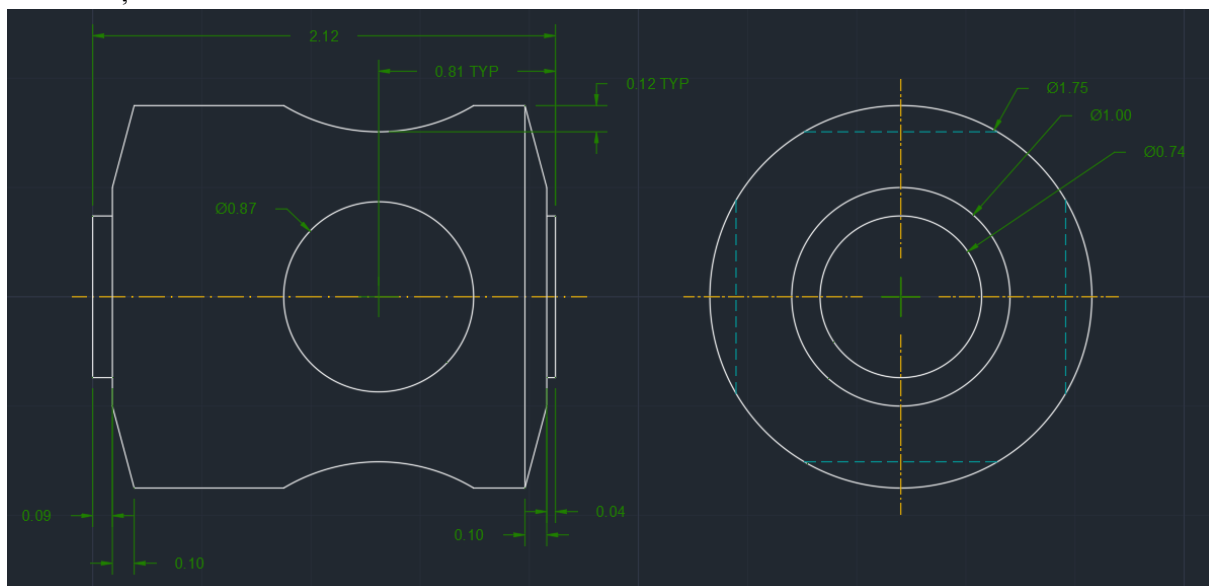


Figura 39 – Node, vedere Front (stânga) și vedere Right (dreapta)

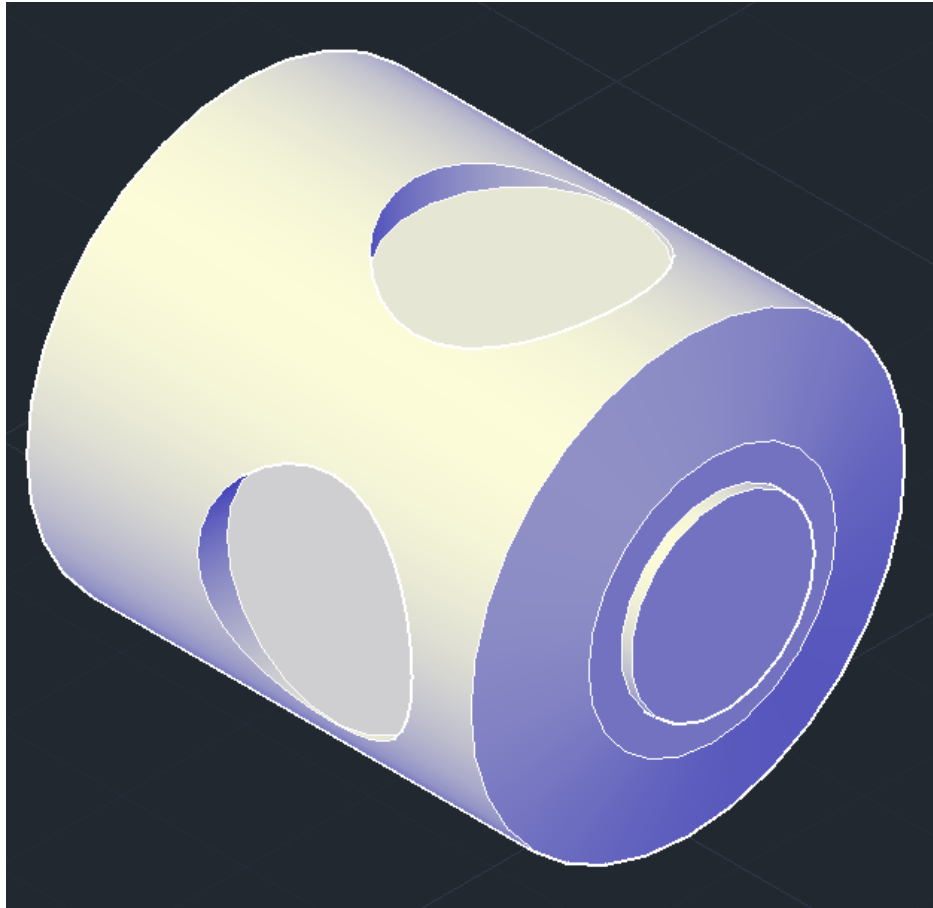


Figura 40 – Node, model 3D

## 2.18. Proiectarea modului SPP CORE (Science Power Platform)

Acest modul are o perspectivă Front, una Left, dar și o secțiune prin partea dreaptă. Pentru proiectarea vederii Front am folosit LINE, POLYLINE. Pentru vederea Left a modului, am folosit CIRCLE și POLYGON. Pentru secțiune, am folosit POLYGON, după care am unit cu LINE, două colțuri, iar cu ajutorul funcției TRIM, am eliminat excesul.

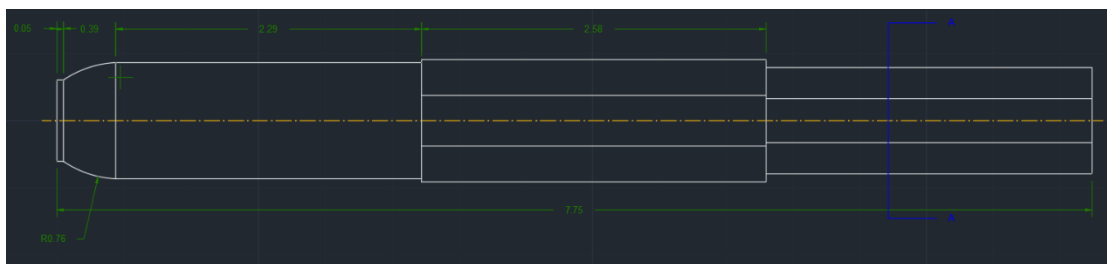


Figura 41 – SPP Core, vedere Front

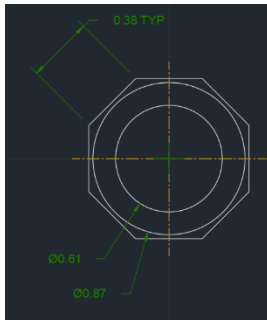


Figura 42 – SPP Core,  
vedere Left

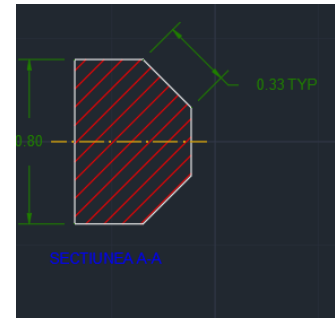


Figura 43 – SPP Core, secțiune

Pentru partea 3D, am folosit REVOLVE pentru zona cilindrică. Am creat separat un octogon, și am folosit funcția EXTRUDE, după care, cu funcția MOVE, am mutat obiectul, din centrul feței octogonale, în centrul feței rotunde. La fel am procedat și în cazul porțiunii pe care se află secțiunea, cu mențiunea că după crearea octogonului, cu LINE am unit cele două colțuri, și am dat TRIM zonei în exces.

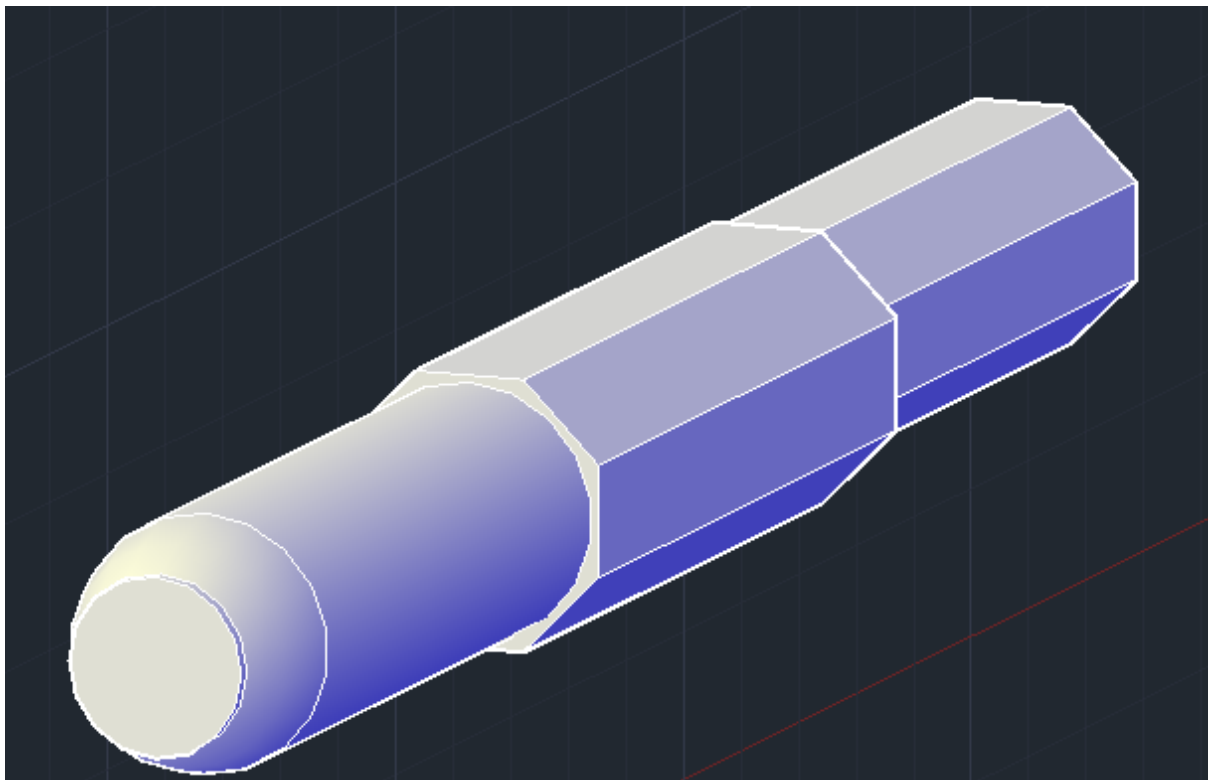


Figura 44 – SPP Core, model 3D

## 2.19. Proiectarea modului SPP PV ARRAYS (SPP Photovoltaic)

Componenta are trei desene, pentru perspectiva Front, pentru perspectiva Top, dar și pentru cea Right. Pentru perspectiva Front, am folosit CIRCLE și LINE. Pentru Top, am utilizat LINE pentru a crea suportul de atașare a panourilor, dar și un panou, cel de lângă axa de simetrie. Panoului i-am aplicat un HATCH, iar pentru a atașa un panou care se află la margine, am folosit funcțiile COPY și ROTATE. După, cu MIRROR, am pus două panouri și în cealaltă parte. La final, cu ajutorul a două LINEBREAK-uri, am creat o secțiune, a suportului de susținere pentru panourile solare. Secțiunea se află în dreptul zonei dintre cele două LINEBREAK-uri (vezi Figura 45). De asemenea, pentru partea dreaptă, am folosit LINE și OFFSET.

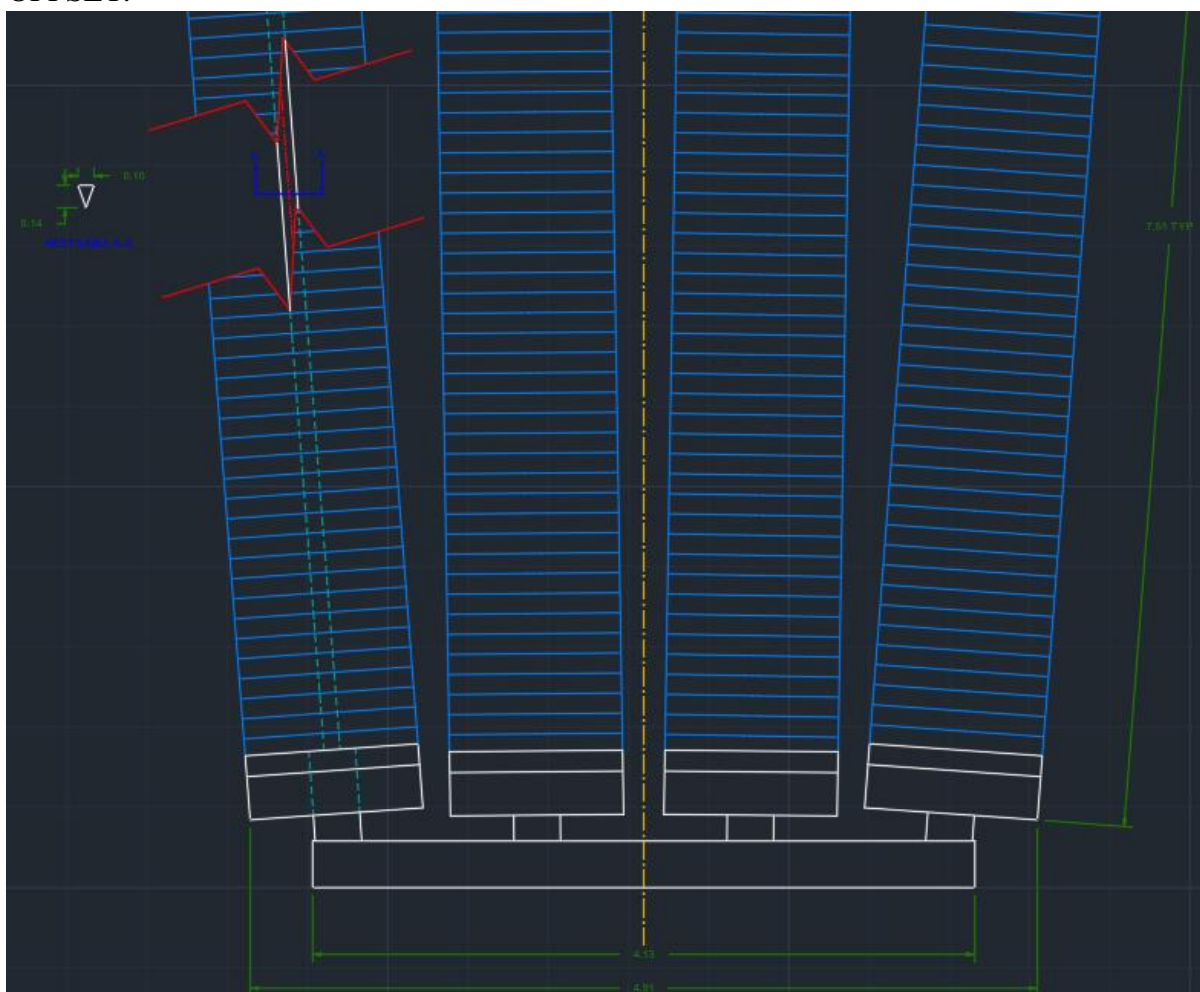


Figura 45 – SPP PV Arrays, vedere Top

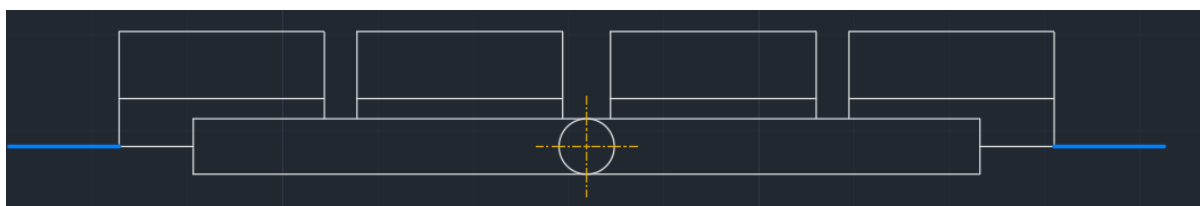


Figura 46 - SPP PV Arrays, vedere Front



Figura 47 – SPP PV Arrays, vedere Right

La realizarea componentei 3D, am folosit funcțiile EXTRUDE, pentru suportul de prindere al panourilor fotovoltaice, dar și în crearea panourilor. Acestea au fost proiectate separat, iar la final cu ajutorul 3D ALIGN au fost montate pe suport. De asemenea, am folosit funcția COPY, pentru a copia unul din panouri, iar pentru a le pune și pe partea cealaltă a axei de simetrie, am apelat funcția 3D MIRROR.

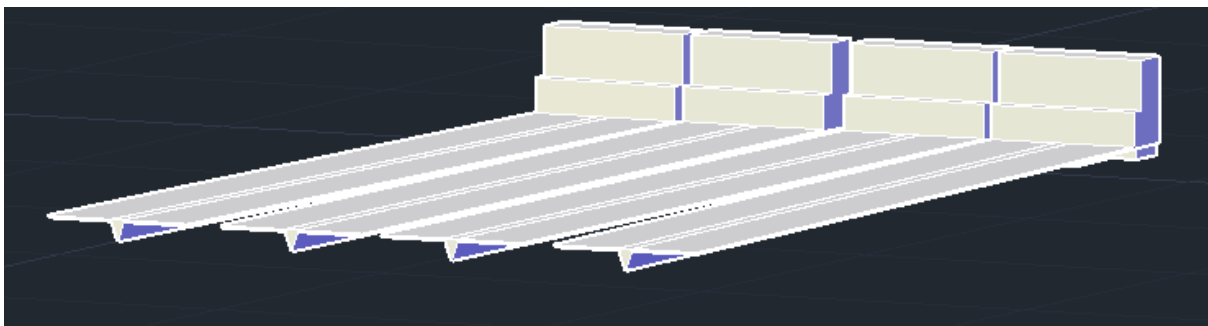


Figura 48 – SPP PV Arrays, 3D

## 2.20. Proiectarea modului SPP ACTIVATOR

Am folosit LINE, CIRCLE, OFFSET și TRIM. Pentru modelarea 3D, am folosit REVOLVE. Am creat și un cilindru, după care, cu ajutorul funcției UNION, am unit cele două părți.

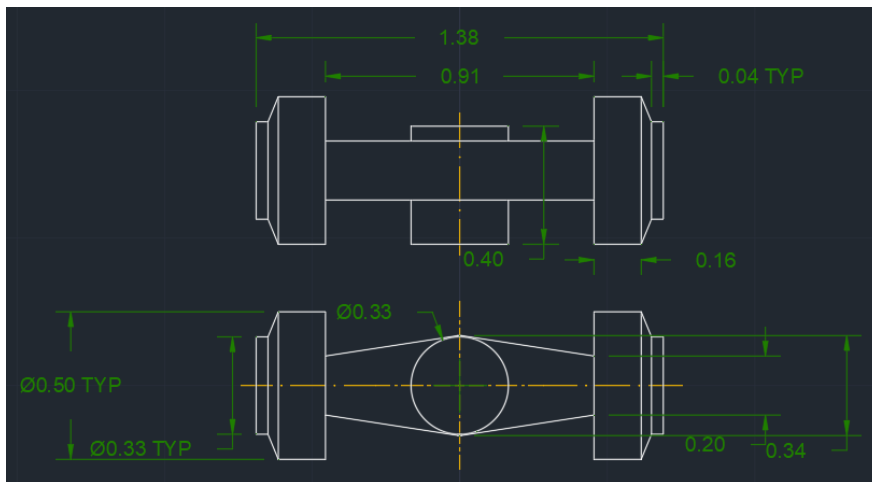


Figura 49 – SPP Activator, vedere Front (sus) și vedere Top (jos)

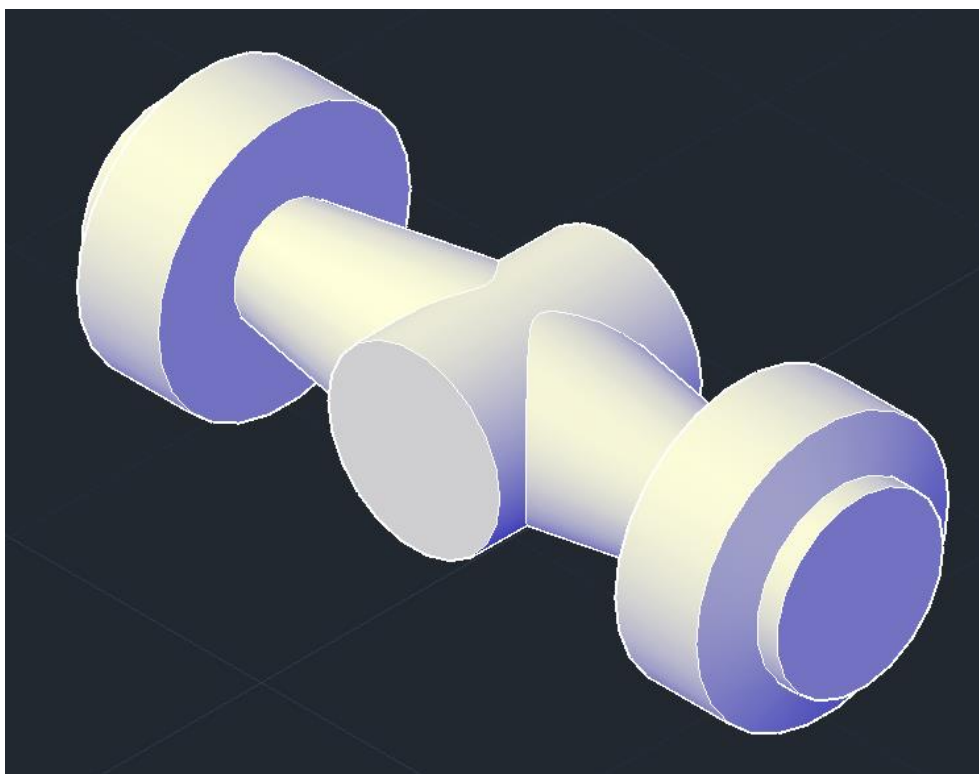


Figura 50 – SPP Activator, 3D

## 2.21. Proiectarea modului Z-1 TRUSS

Această componentă are trei perspective proiectate – Front, Top și Right. Pentru vederile Front și Right am folosit LINE, CIRCLE și OFFSET. Pentru vederea Top, am făcut



scheletul principal, după care, cu ajutorul comenzii OFFSET, am făcut alte două linii la în stânga și în dreapta celei inițiale. Am eliminat liniile inițiale, iar cu TRIM am eliminat excesul.

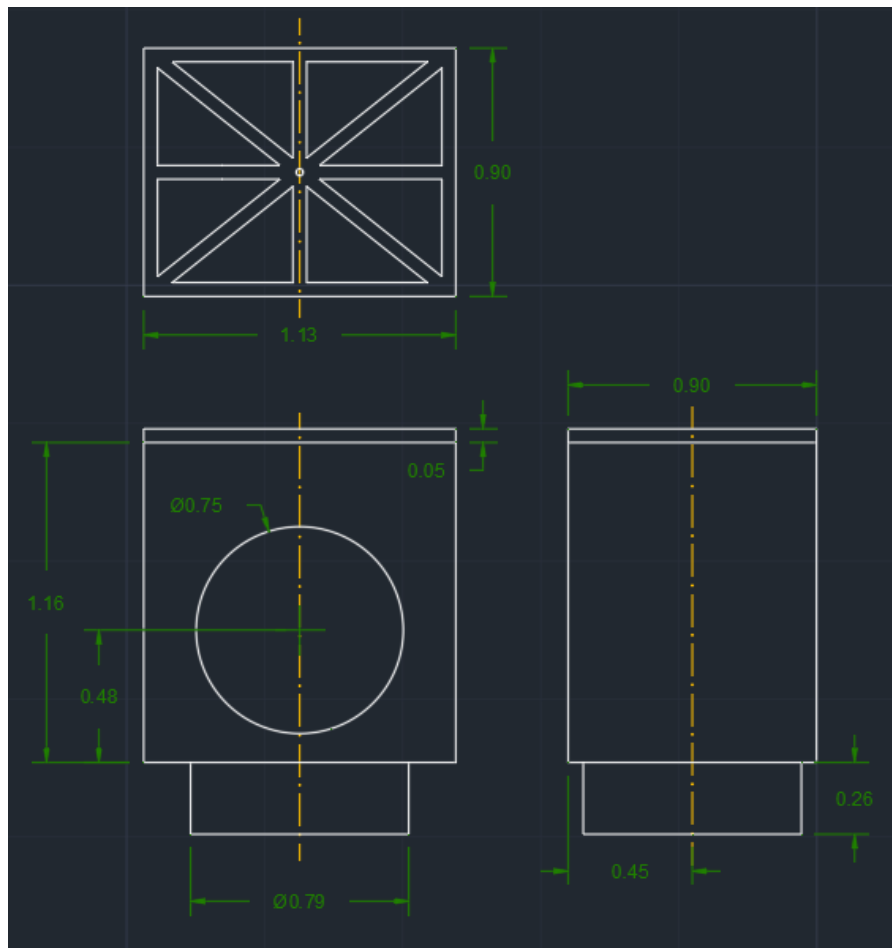


Figura 51 – Z-1 Truss, vedere Top (sus), vedere Front (jos-stânga) și vedere Right (jos-dreapta)

Cu EXTRUDE am creat obiectul, iar pentru capacul metalic, am folosit comanda PRESSPULL, selectând zona dintre liniile scheletului metalic. L-am aliniat folosind 3D ALIGN

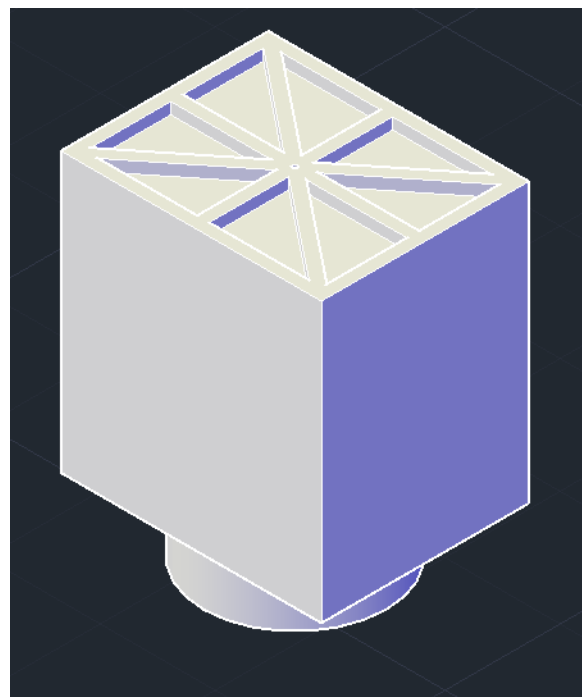


Figura 52 – Z-1 Truss, 3D

## 2.22. Proiectarea modului PVA – U.S. (Photovoltaic Array)

Am folosit funcțiile LINE, CIRCLE și OFFSET. De asemenea, am aplicat HATCH pentru zona cu panourile fotovoltaice, și două LINEBREAK-uri care sugerează un obiect de o lungime mult mai mare.

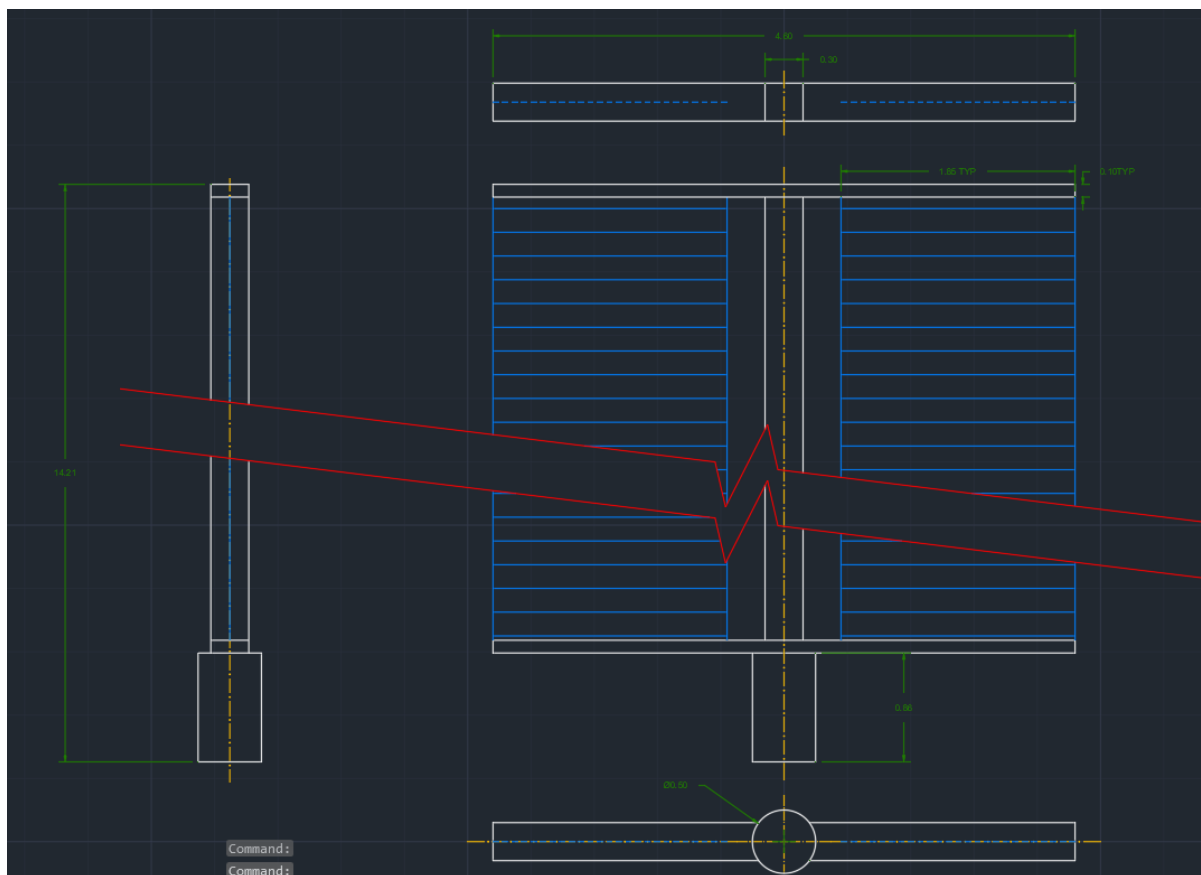


Figura 53 – PVA–U.S., vedere Right (sus-stânga), vedere Top (sus-dreapta) și vedere Front (jos)

Am folosit EXTRUDE pentru realizarea structurii de susținere ale panourilor, dar și pentru unul dintre acestea. L-am aliniat cu 3D ALIGN, iar pe celălalt l-am creat folosind 3 MIRROR.

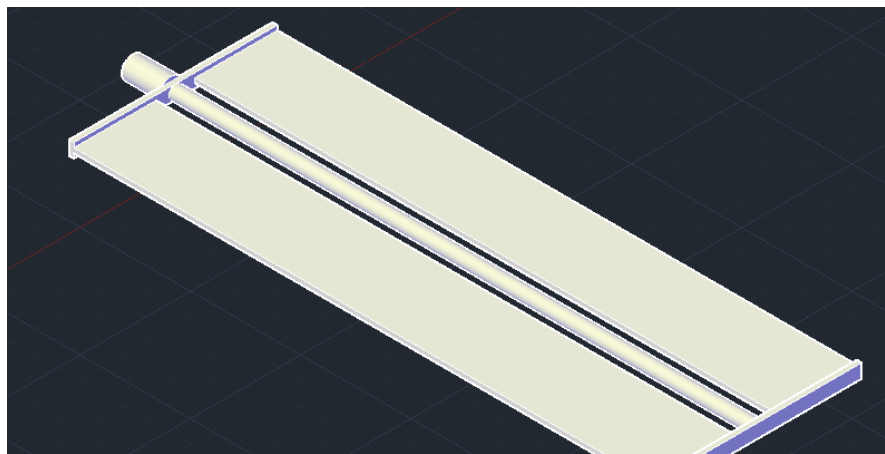


Figura 54 – PVA-U.S., model 3D

### 2.23. Proiectarea modului RADIATOR EPS (Electrical Power System)

Am aplicat aceleași proceduri, ca în modulul anterior (excepție făcând HATCH). Pentru partea 3D, am folosit PRESSPULL în realizarea scheletului metalic, iar EXTRUDE pentru restul componentelor. Panoul l-am creat separat, iar la final l-am aliniat folosind MOVE.

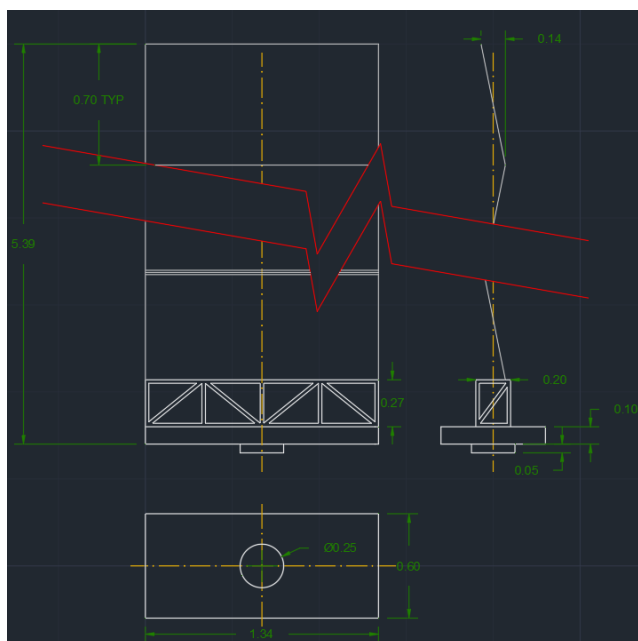


Figura 55 – Radiator (EPS), vederile Top, Right și Front

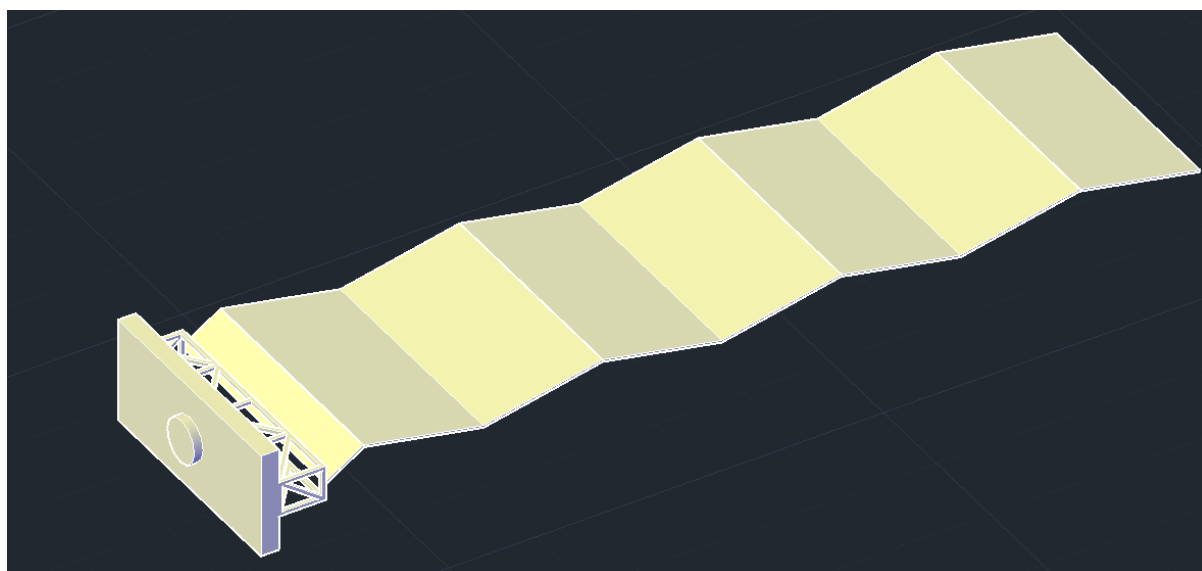


Figura 56 – Radiator (EPS), vedere 3D

## 2.24. Proiectarea modului RADIATOR TCS (Thermal Control System)

Am aplicat aceleași proceduri, ca la Radiatorul EPS, cu excepția PRESSPULL (la partea 3D).

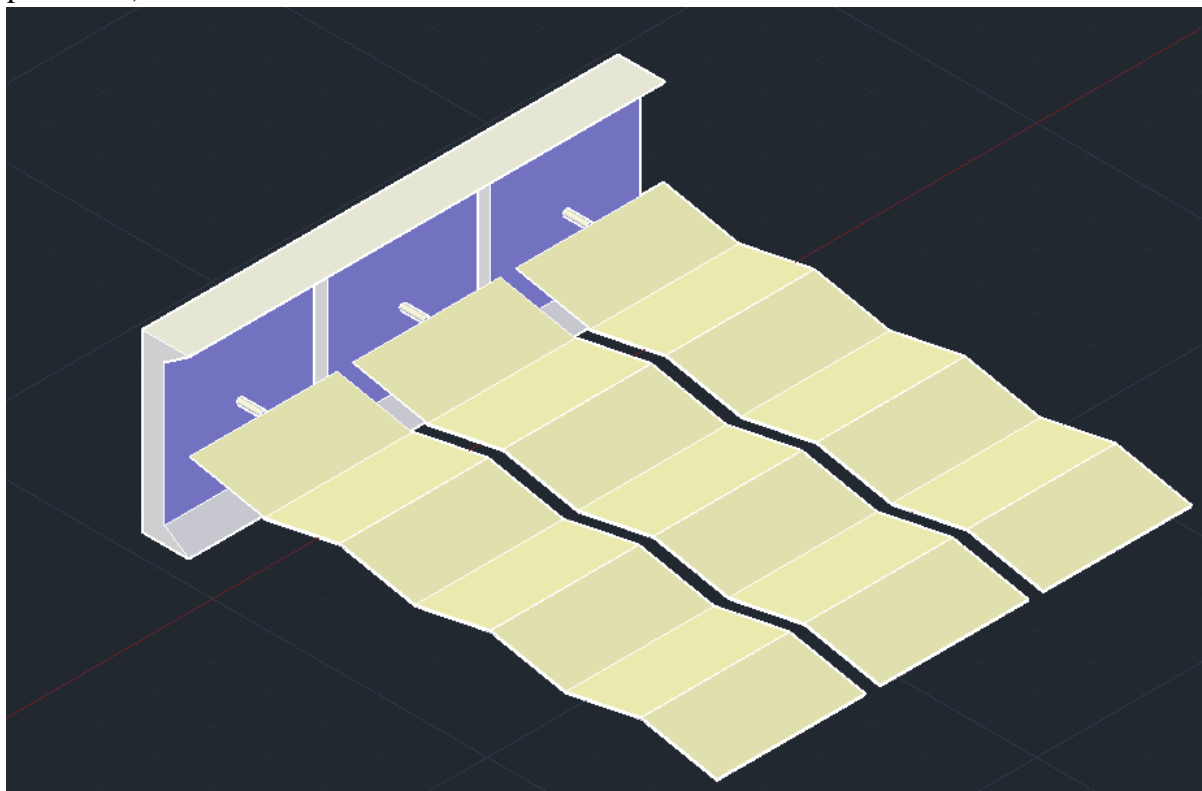


Figura 57 – Radiator TCS, vederile Top, Front și Left

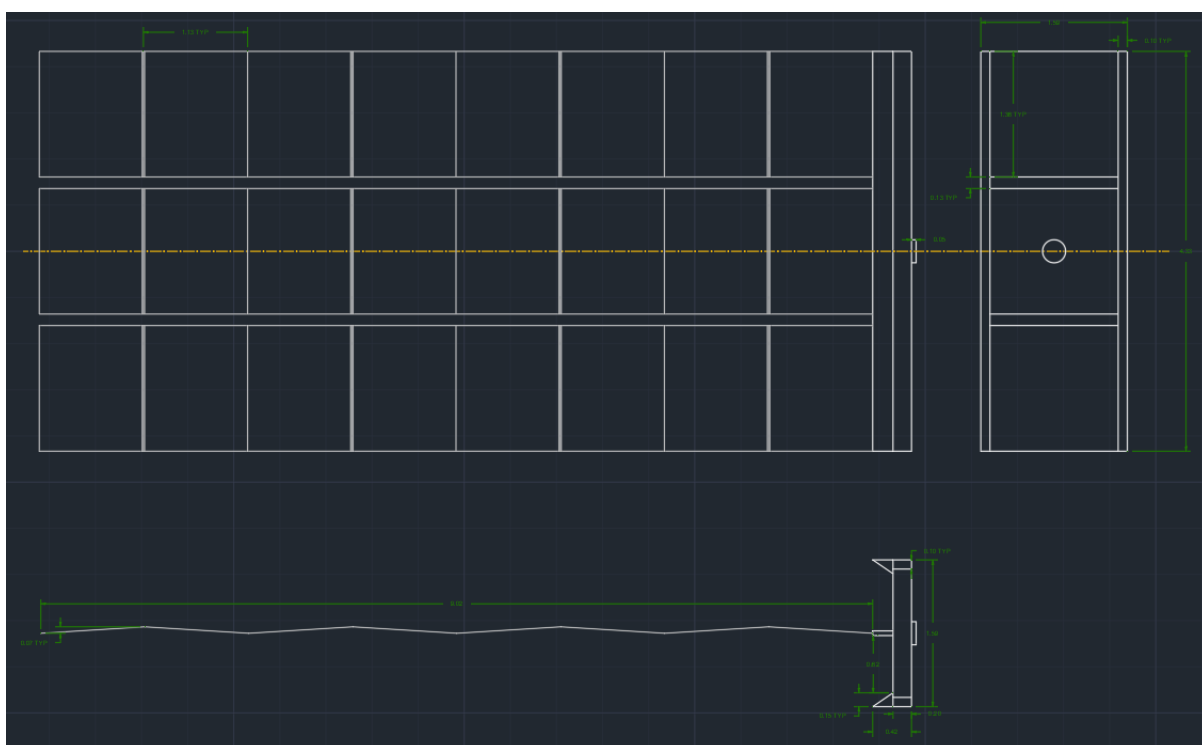


Figura 58 – Radiator (TCS), vedere 3D

## 2.25. Proiectarea modului JEM EXPOSED FACILITY

Această componentă a fost proiectată din patru perspective: Left, Top, Front și Right.

Pentru fiecare perspectivă, am folosit aceleași proceduri. LINE, CIRCLE (dacă este cazul) și OFFSET.

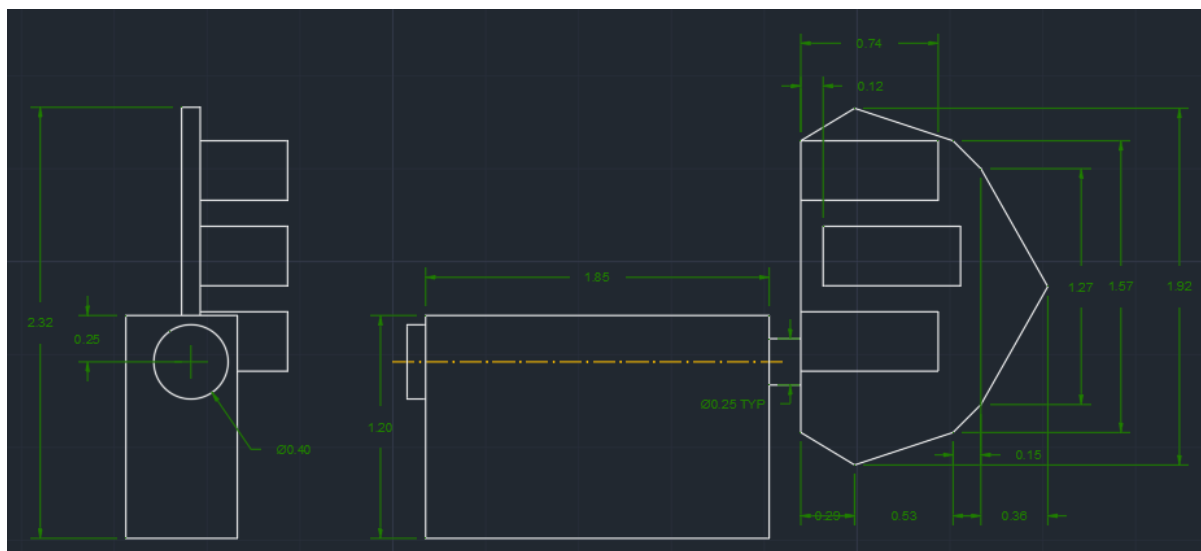


Figura 59 – JEM Exposed Facility, vederile Left și Top

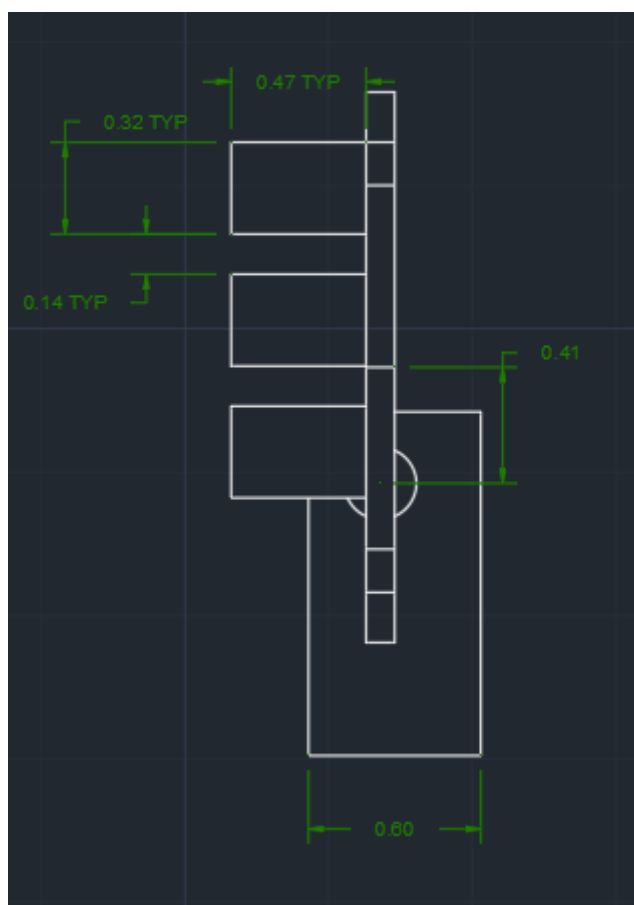


Figura 60 – JEM Exposed Facility, vedere Right



Figura 61 – JEM Exposed Facility, vedere Front

Pentru realizarea părții 3D, am folosit în mare parte EXTRUDE. Pentru cei doi cilindri, am făcut OFFSET, în zona unde vin puse, apoi am dat REVOLVE.

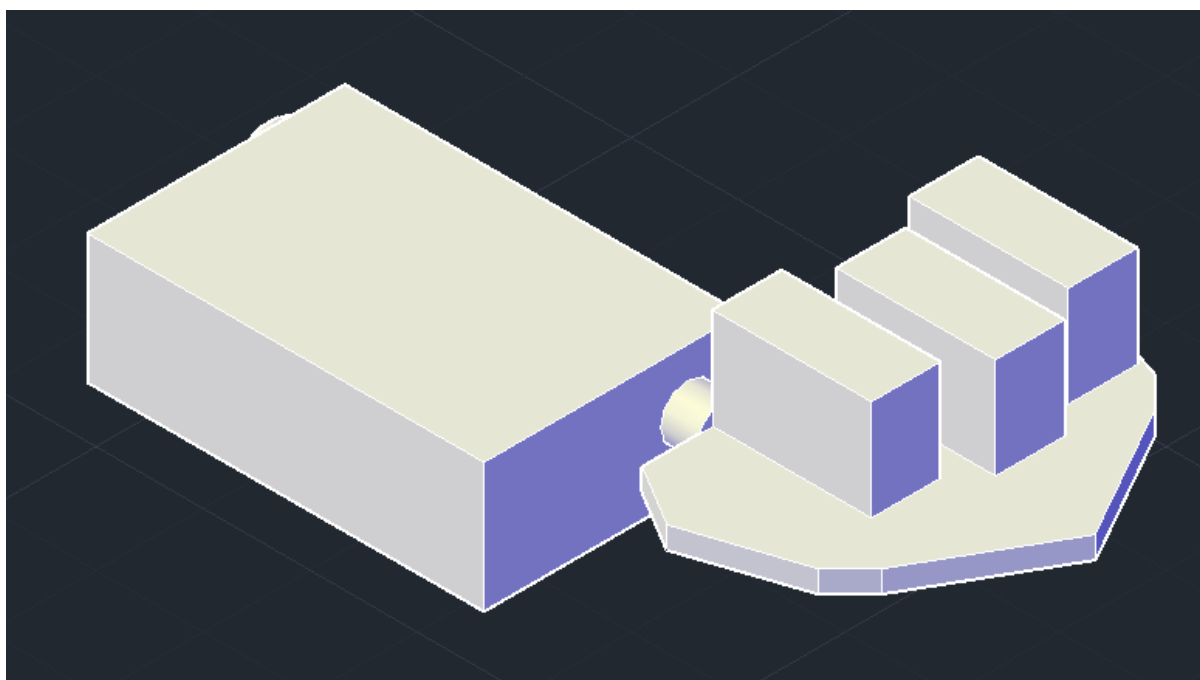


Figura 62 – JEM Exposed Facility, 3D

## 2.26. Proiectarea modului SPP RADIATOR

Am folosit LINE și OFFSET. Am aplicat două LINEBREAK-uri peste cele două desene, pentru a sugera o lungime mult mai mare decât cea proiectată. Pentru partea 3D, am folosit EXTRUDE, atât pentru suport, cât și pentru panou. Panoul a fost creat separat, fiind nevoie de MOVE, pentru a fi asamblat pe suport.

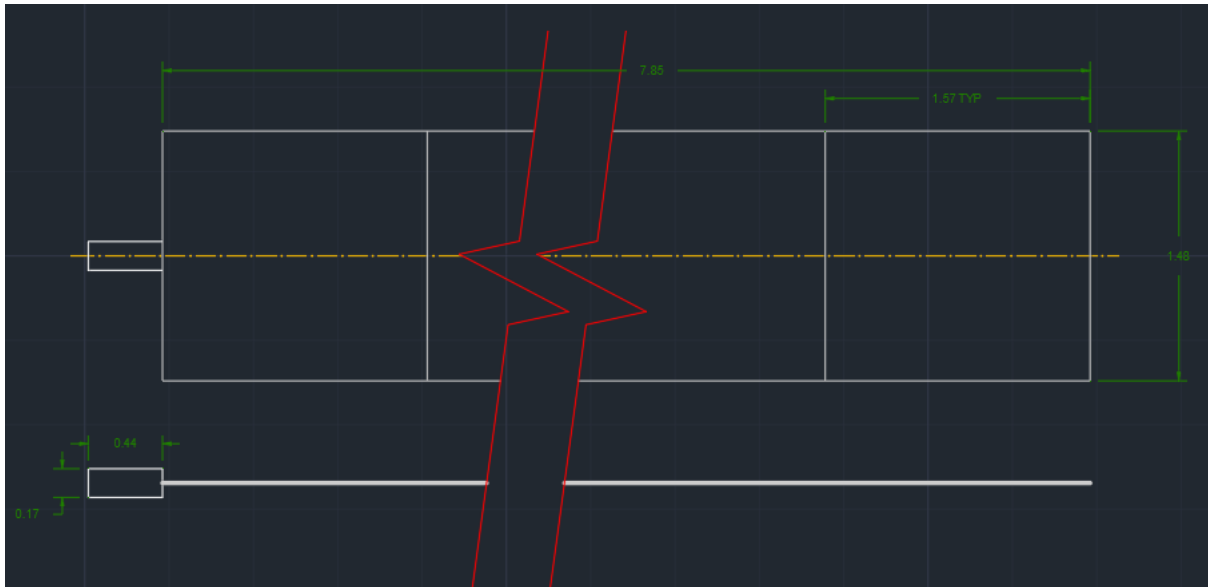


Figura 63 – SPP Radiator, vedere Top și Right

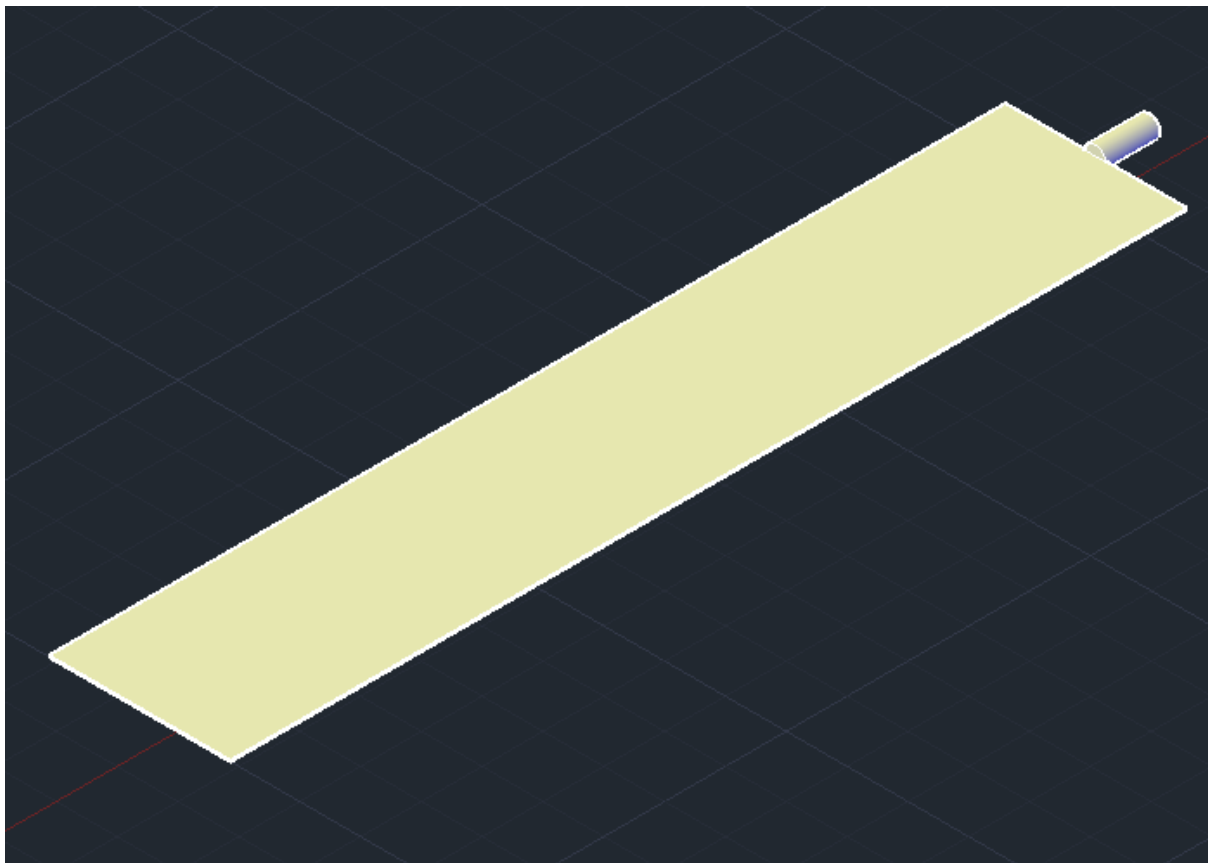


Figura 64 – SPP Radiator, vedere 3D

## 2.27. Proiectarea modului MOBILE TRANSPORTER

Acest modul a fost proiectat din patru perspective – Back, Top, Front și Right. La fiecare perspectivă am folosit LINE și OFFSET, cu mențiunea că la vederea Front, am folosit CIRCLE, dar și linia ascunsă pentru a simboliza elementul de sub fața exterioară.

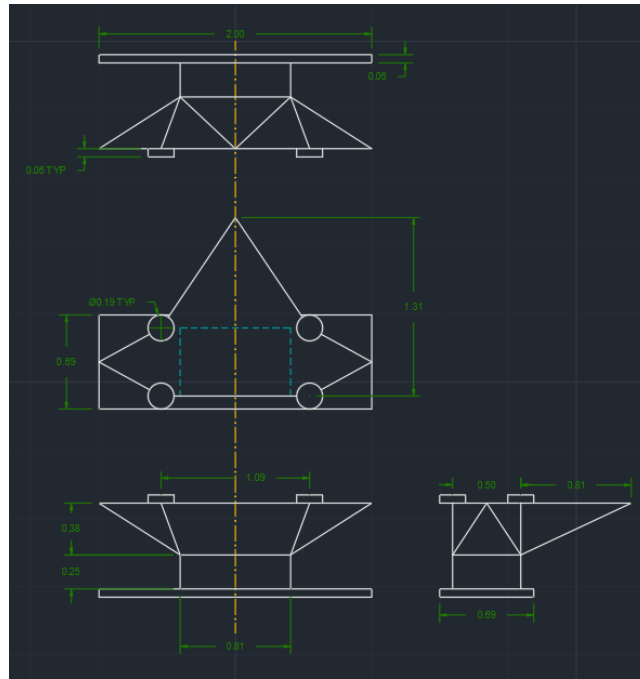


Figura 65 – Mobile Transporter, vederile Back (sus), Top (mijloc), Front (jos-stânga) și Right (jos-dreapta)

Am folosit EXTRUDE pentru a crea suportul de baza, si cutia dreptunghiulară. De pe cutia triunghiulară am făcut OFFSET suprafeței poligonale, și am aplicat LOFT între cele două. Cu CIRCLE am creat un cerc, am făcut EXTRUDE, iar după cu COPY am realizat încă trei.

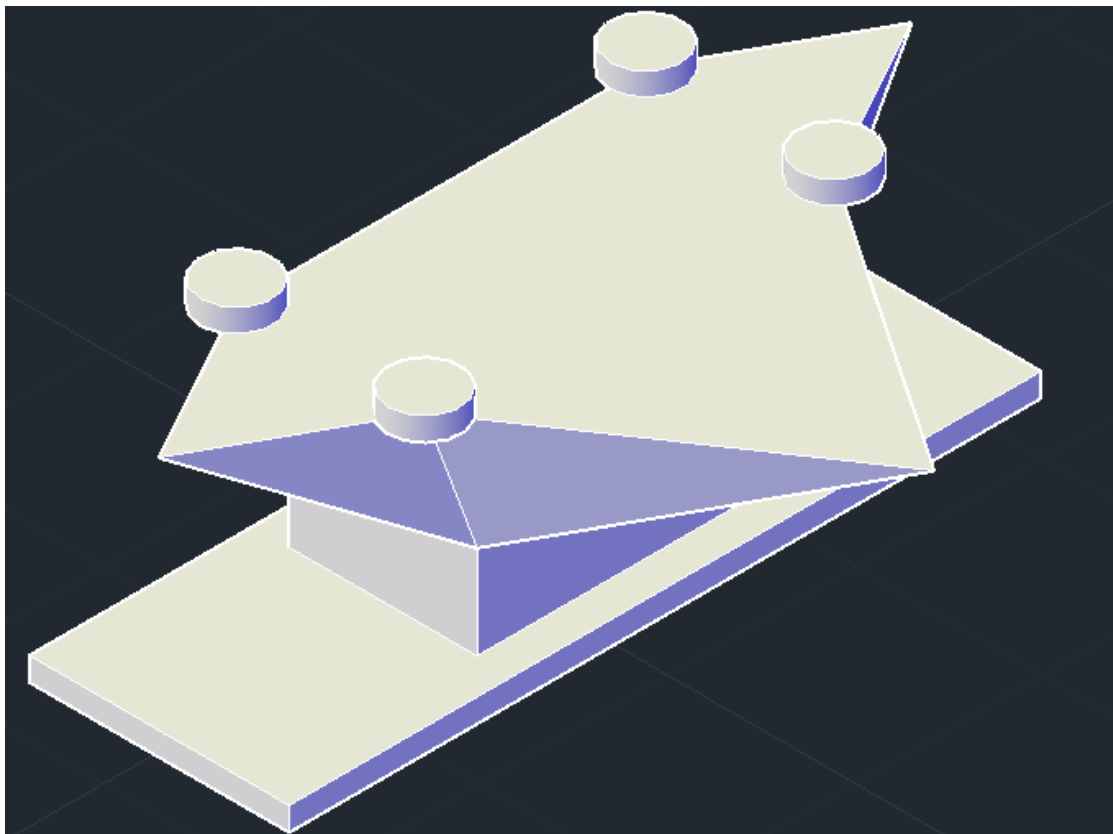


Figura 66 – Mobile Transporter, vedere 3D



## 2.28. Proiectarea modului UDM (Universal Docking Module)

UDM are trei perspective – Front, Top și Right, dar și o secțiune prin modul. Pentru realizarea UDM-ului față s-au trasat, inițial, axele de simetrie, dar și linii de ghidaj pentru unghiurile menționate în Figura 67, necesare construirii elementelor de pe scheletul modului. Cu ajutorul funcției TRIM, am eliminat liniile suplimentare. Pentru capacele atașate de al doilea cerc, în vedere Right, am folosit TRIM, și comanda ARC (Start, Center, End), pentru a trasa linia ascunsă. Pentru reprezentarea secțiunii, am aplicat procedurile de la Figura 67, iar peste zona aflată în secțiune am aplicat un HATCH.

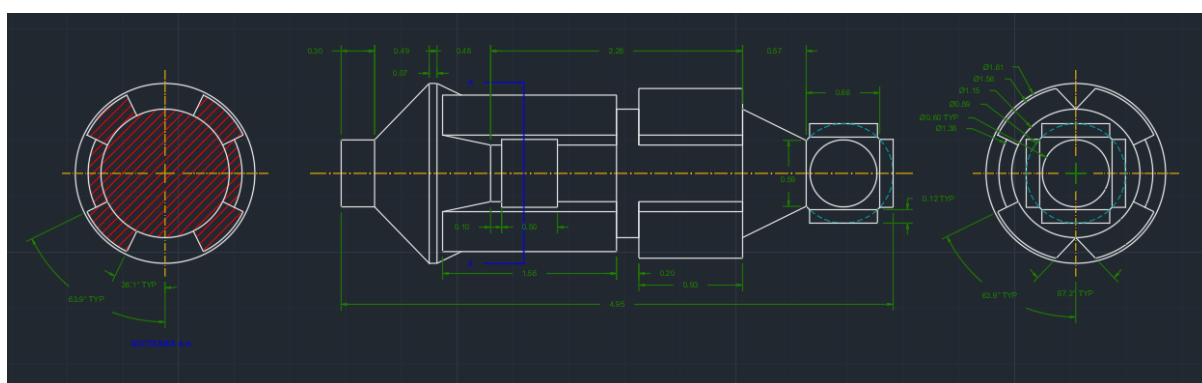


Figura 67 – UDM, secțiune, vedere Front și vedere Right

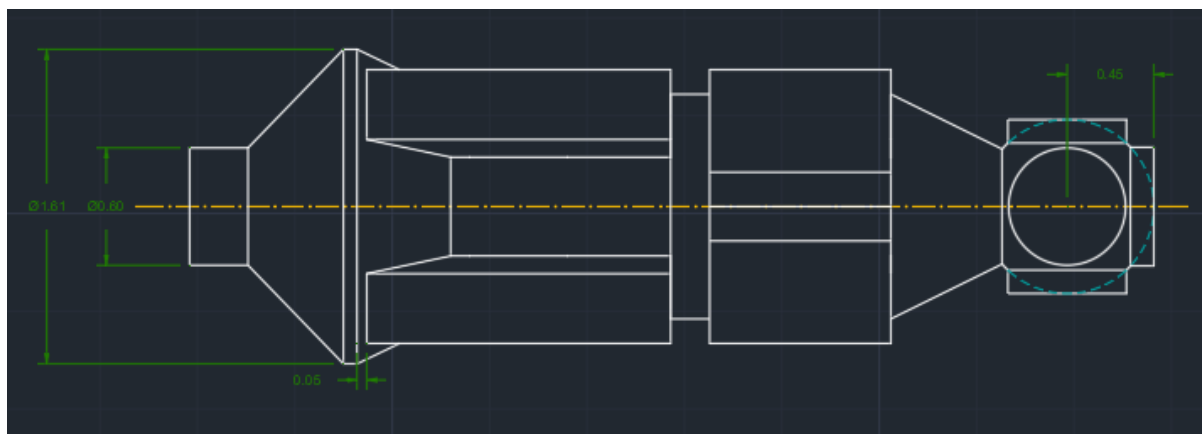


Figura 68 – UDM, vedere Top

Pentru partea 3D, am utilizat funcția REVOLVE pentru crearea componentei principale, folosind vederea Front. Pentru realizarea cutiilor exterioare, am utilizat funcțiile EXTRUDE și 3D ALIGN. Am folosit vederea Right și secțiunea. Capacele din vârful componentei ISS au fost create prin proiectarea unui cerc cu centrul în punctul Quadrant și apelarea funcției EXTRUDE. La final, am folosit CONVTSURFACE.

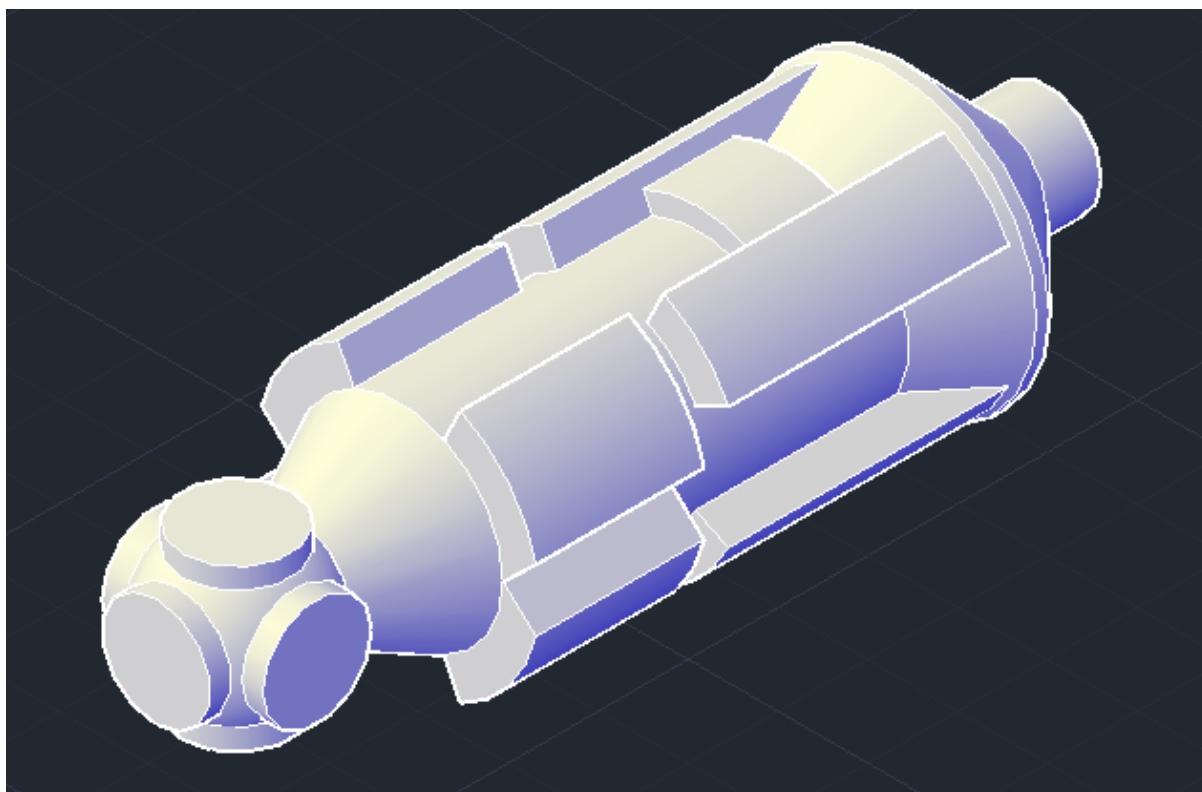


Figura 69 – UDM, vedere 3D

## 2.29. Proiectarea modului S-1/6 TRUSS, P-1/6 TRUSS

Pentru realizarea grinzilor, am folosit LINE pentru a crea un schelet general, iar OFFSET pentru a proiecta conturul scheletului. După OFFSET, am șters liniile inițiale, ca mai apoi, cu ajutorul funcției TRIM, să elimin excesul. Pentru partea 3D, am folosit PRESSPULL pentru a crea fiecare latură a grinzii. Am folosit 3D ALIGN și COPY pentru a asambla grinda. La final am făcut UNION.

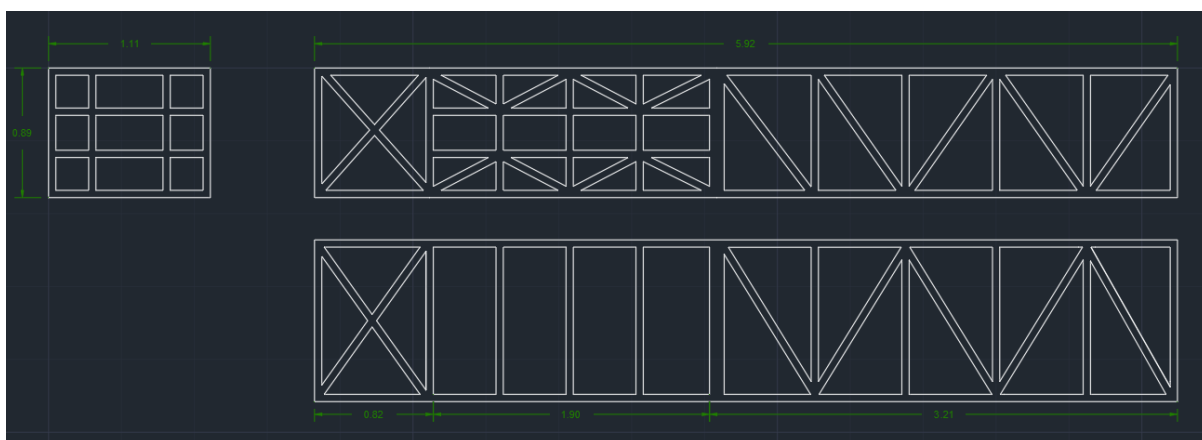


Figura 70 – S-1/6 P-1/6 Truss, vederile Left, Front și Top

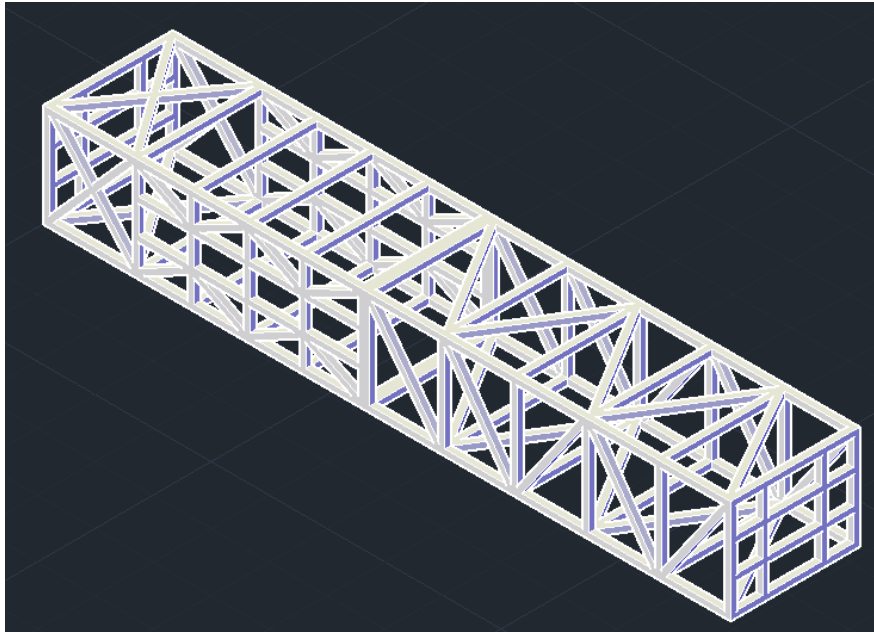


Figura 71 – S-1/6 P-1/6 Truss, vedere 3D

### 2.30. Proiectarea modului JEM ROBOT ARM

Pentru brațul robotic, am utilizat funcții precum LINE, OFFSET și CIRCLE.

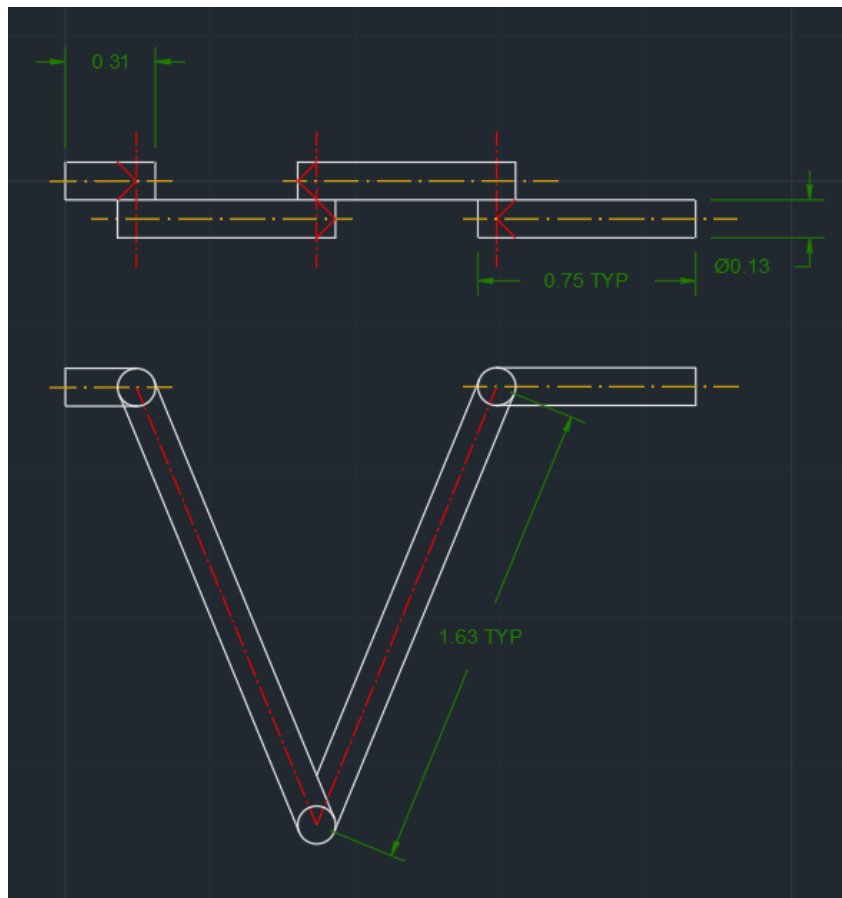


Figura 72 – JEM Robot Arm, vedere Top și vedere Front

Am desenat un cerc, reprezentând secțiunea brațului robotic. Am folosit funcția SWEEP, desenând calea pe care trebuie să o urmeze cercul.

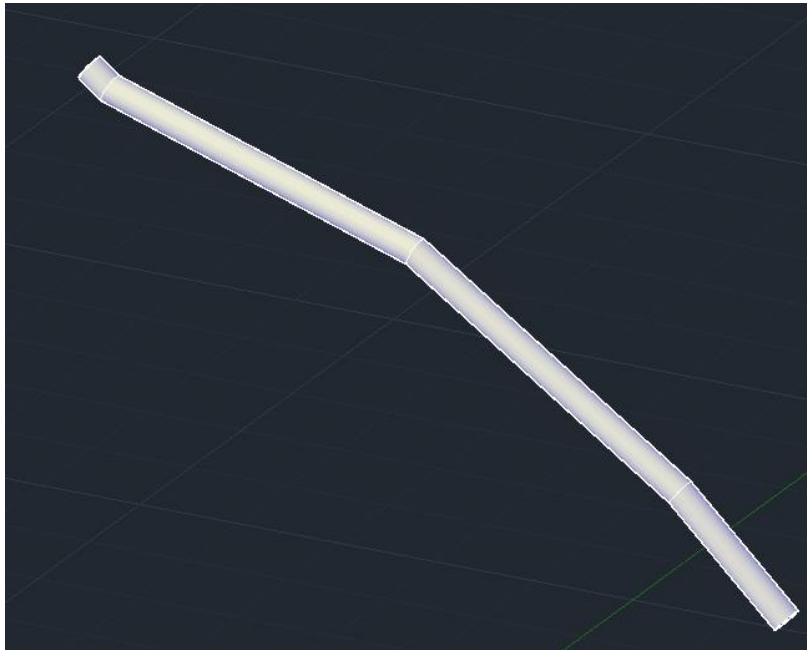


Figura 73 – JEM Robot Arm, 3D

### 2.31. Proiectarea modului SSRMS ROBOT ARM (Space Station Remote Manipulator System)

Am aplicat aceleași proceduri ca în cazul brațului robotic JEM, de la punctul anterior.

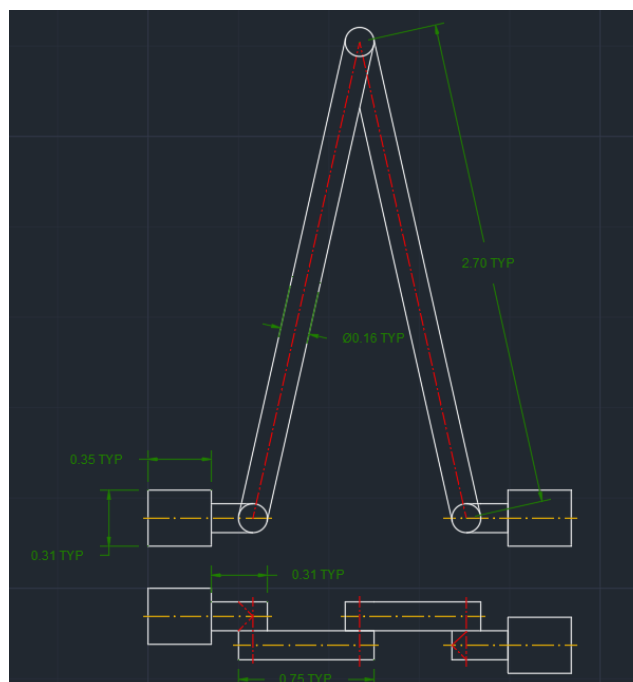


Figura 74 – SSRMS Robot Arm, vederile Front și Top

Pe lângă SWEEP, am folosit și EXTRUDE, pentru a crea capetele brațului robotic.

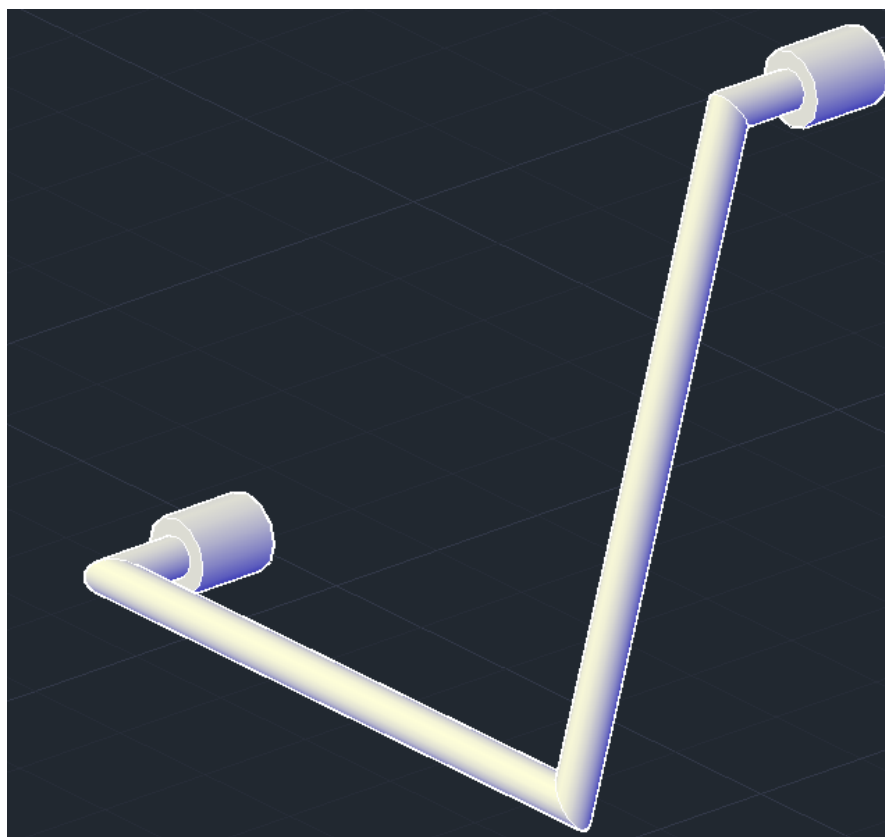


Figura 75 – SSRMS Robot Arm, 3D

## 2.32. Proiectarea modului S-0 TRUSS

Pentru grinda care leagă zona panourilor cu zona modulelor, am procedat la fel ca la grinzile obișnuite (vezi punctul 2.29), cu mențiunea că, pentru proiectarea elementului de legătură, vedere Front, am folosit și funcția Arc (3 Points). Pentru partea de 3D, am folosit și funcția EXTRUDE (la zona de contact dintre cele două grindă și modulul utilitar).

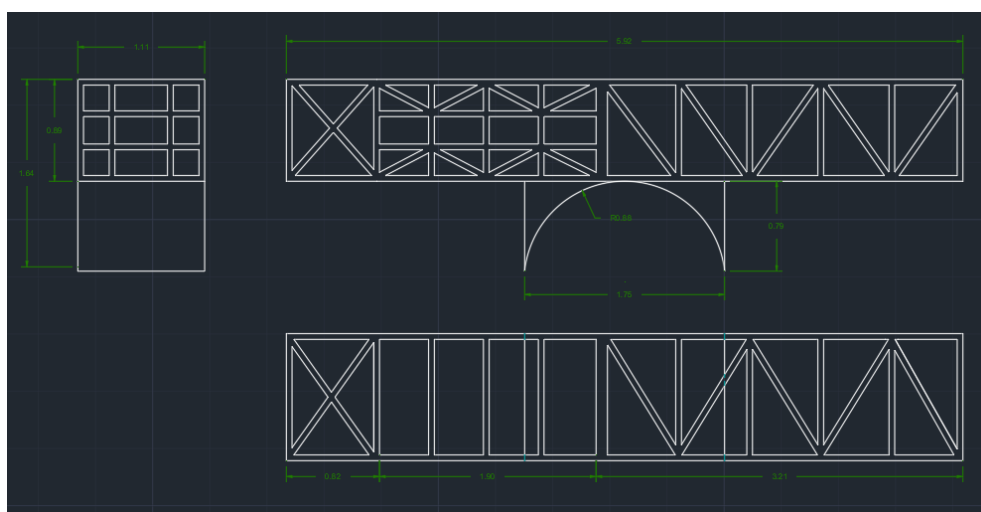
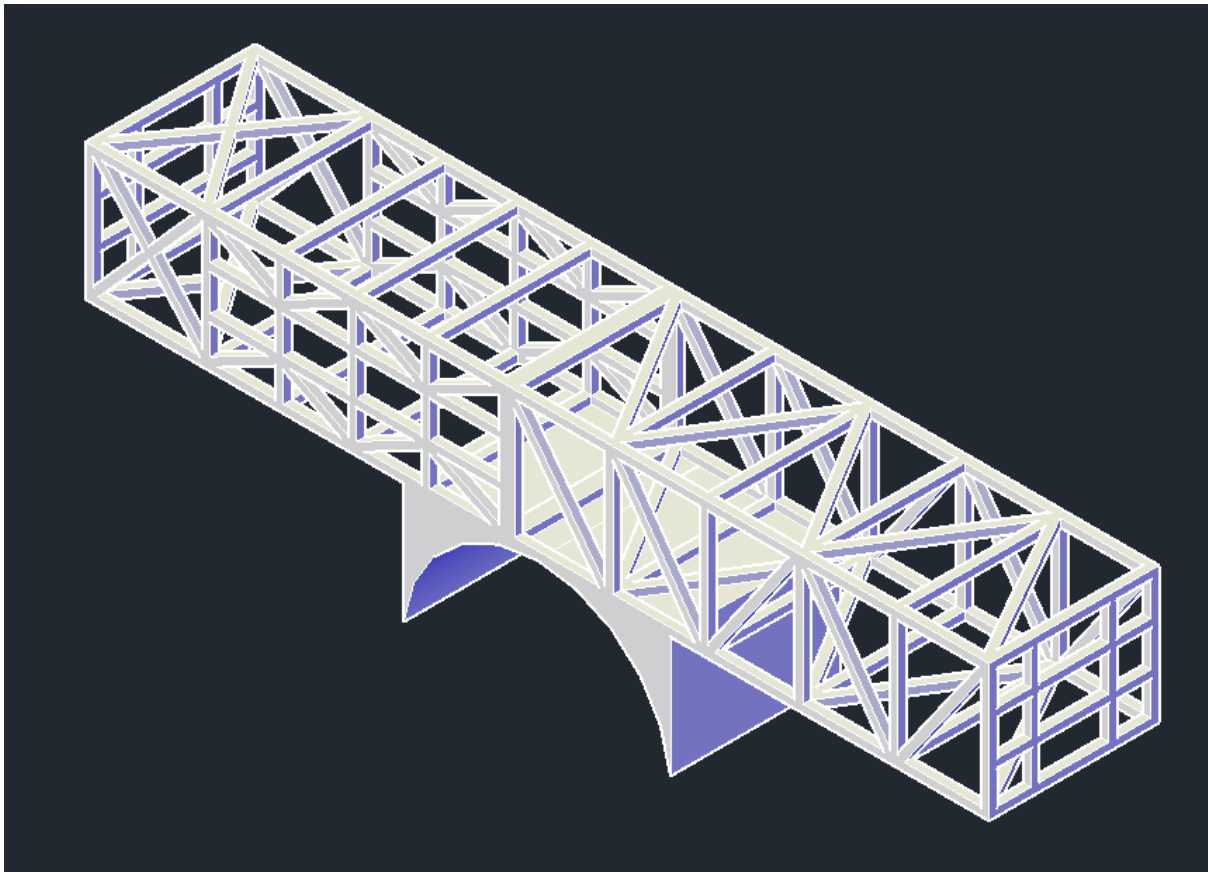


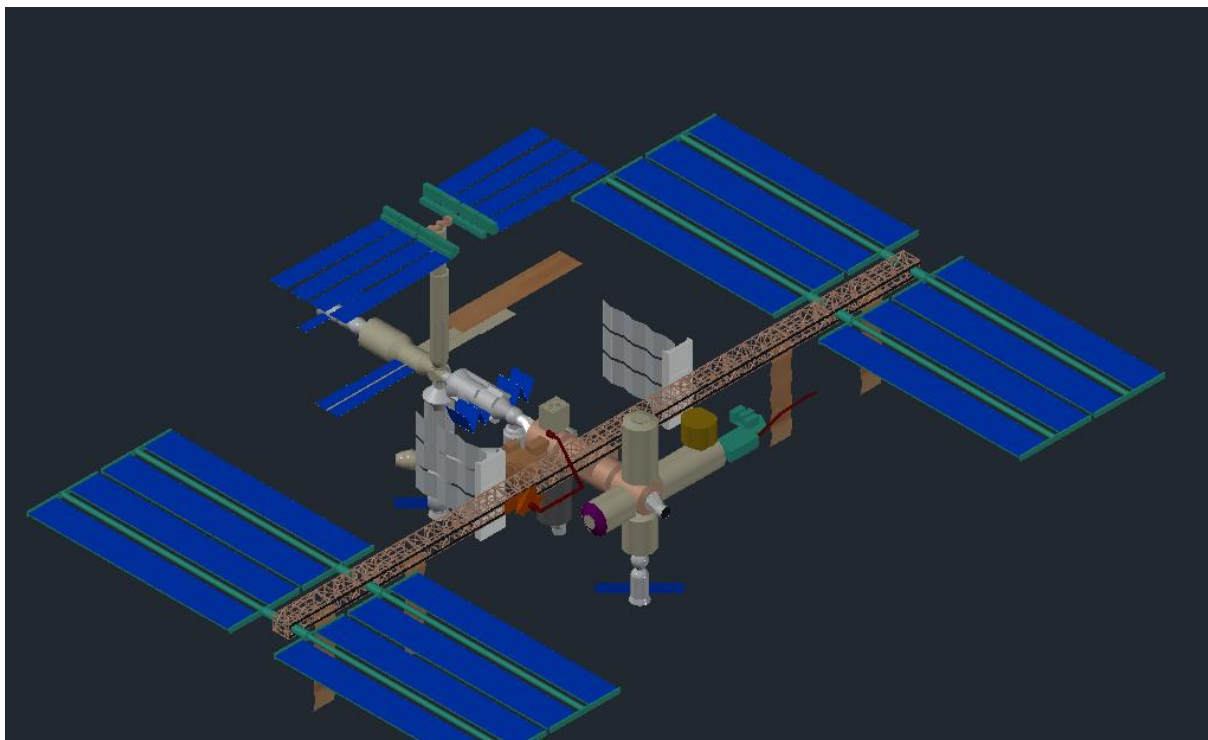
Figura 76 – S-0 Truss, vederile Left, Front și Top



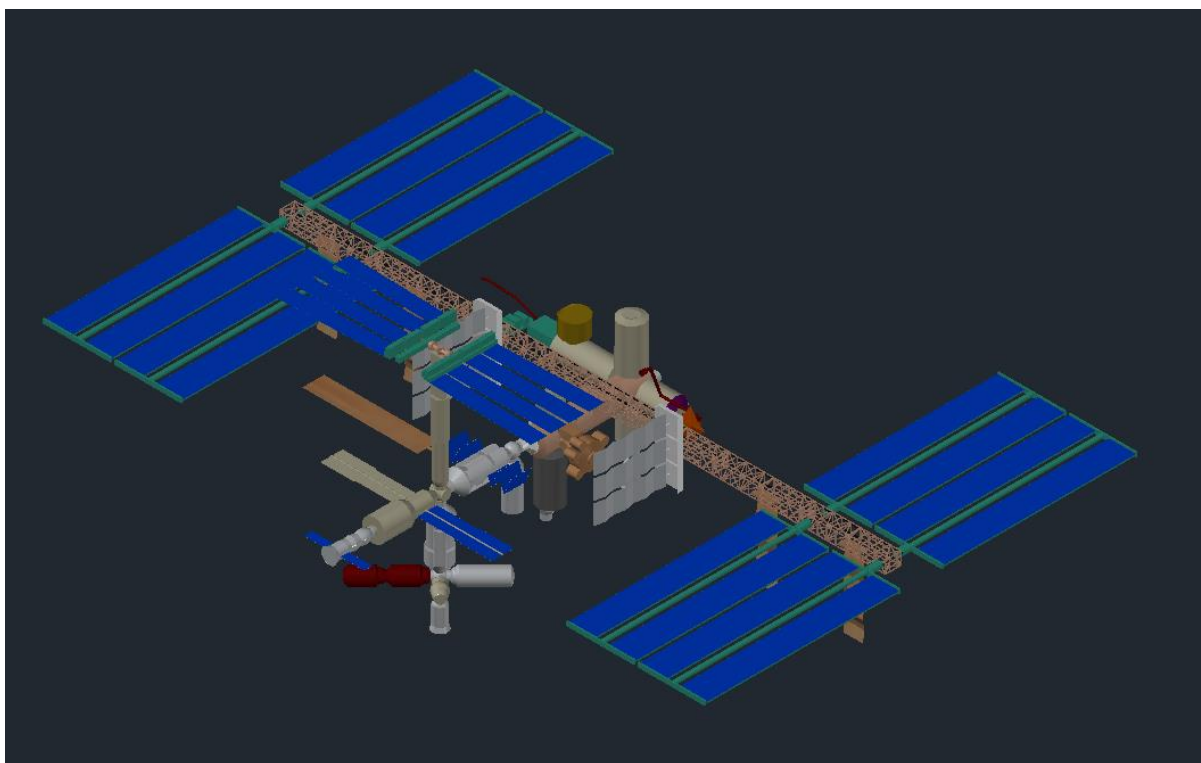
*Figura 77 – S-0 Truss, vedere 3D*

### **2.33. Asamblarea Stației Spațiale Internaționale**

Am folosit funcțiile MOVE, COPY, 3D ALIGN, dar și MOVE/ROTATE GIZMO.



*Figura 78 – ISS, privire Sud-Est*



*Figura 79 – ISS, privire Sud-Vest*

### **2.34. Mențiuni**

Am setat layerele doar pentru primul modul. Pentru restul am folosit Design Center (folosind comanda ADCENTER), și le-am preluat de acolo. La fel am procedat și în cazul cotărilor, unde am creat un nou stil de cotare, denumit COTARE. A fost preluat, la fiecare nouă componentă din Design Center.

De asemenea, am aplicat o serie de materiale componentelor ISS. Acestea au fost preluate din Materials Browser (folosind comanda MATERIAL).

La fiecare componentă 2D, am creat câte o planșă tehnică. Și aici, a fost nevoie doar de un singur exemplar. Am salvat planșa ca template (LAYOUT -> SA – SaveAs), cu numele PLANȘĂ TEHNICĂ.

### **3. Concluzii**

Realizarea acestui proiect complex m-a ajutat să îmi definesc mult mai bine cunoștințele în utilizarea acestui program. Sunt sigur că, într-o bună zi, cunoștințele învățate și practicate în realizarea acestui proiect vor fi utile.

#### 4. Bibliografie

- <http://spacecraftearth.com/>
- <https://www.behance.net/gallery/32371977/International-Space-Station-%28ISS%29>
- [https://www.esa.int/Science\\_Exploration/Human\\_and\\_Robotic\\_Exploration/International\\_Space\\_Station/Building\\_the\\_International\\_Space\\_Station3](https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/International_Space_Station/Building_the_International_Space_Station3)
- [https://www.nasa.gov/pdf/508318main\\_ISS\\_ref\\_guide\\_nov2010.pdf](https://www.nasa.gov/pdf/508318main_ISS_ref_guide_nov2010.pdf)
- [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/multimedia/scalemodel/](https://www.nasa.gov/mission_pages/station/multimedia/scalemodel/)
- [https://www.youtube.com/watch?v=R\\_xmf-v6VZc](https://www.youtube.com/watch?v=R_xmf-v6VZc)
- [https://www.youtube.com/watch?v=oLrOnEmy\\_GA](https://www.youtube.com/watch?v=oLrOnEmy_GA)