

INTEGRACIÓN Y ENSAYOS IyE

INTRODUCCIÓN A LA INTEGRACIÓN DE ESTRUCTURAS (STR)



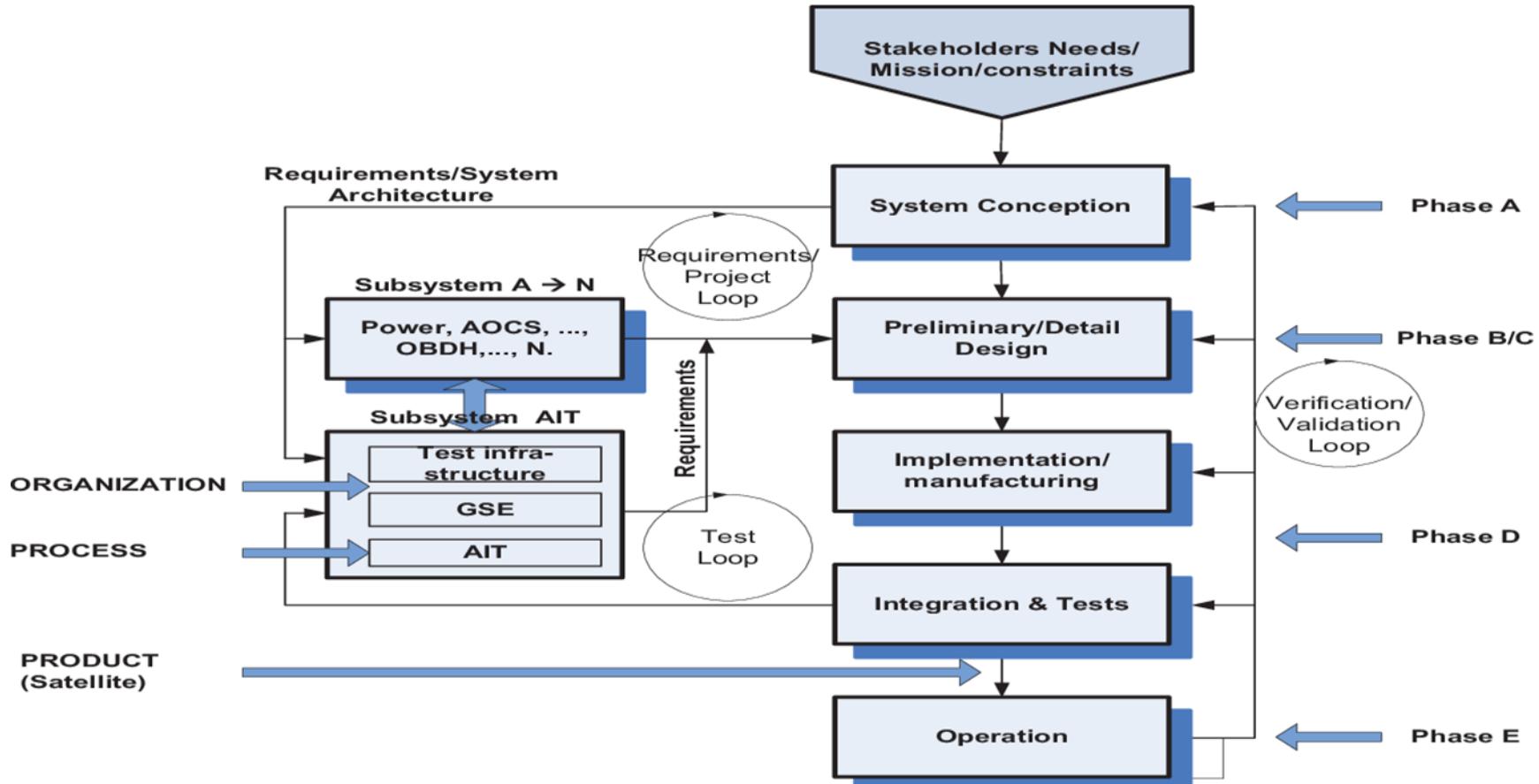
1. Introducción:

Las actividades de AIT son elementos esenciales del proceso de calificación y validación de una plataforma y de sus subsistemas. Pueden durar desde unas pocas semanas hasta unos años, según los requisitos de la prueba. Para un sistema espacial complejo como el UPMSat2, las actividades de AIT tardaron casi 7 meses en completarse.

Para satélites pequeños, microsatélites o nanosatélites, las actividades de AIT pueden durar desde unos pocos meses hasta incluso unos días, dependiendo de la complejidad general (incluidas las pruebas de subsistemas).

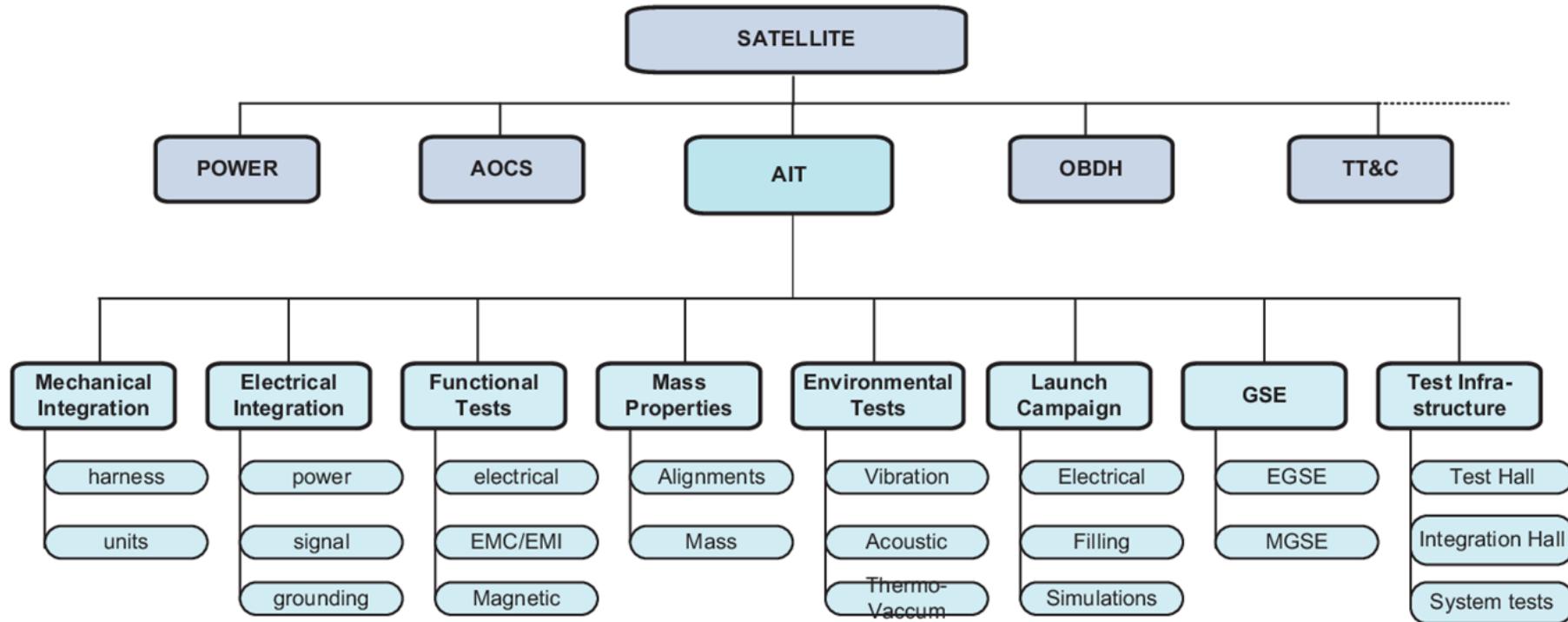
Integración y Procesos de Montaje

1. Introducción:



Integración y Procesos de Montaje

2. Definiciones



Integración y Procesos de Montaje

2. Definiciones

Ensamblaje:

La acción mecánica mediante la cual se ensamblan diferentes componentes para formar subconjuntos que a su vez se ensamblan para formar el satélite completo.

Integración:

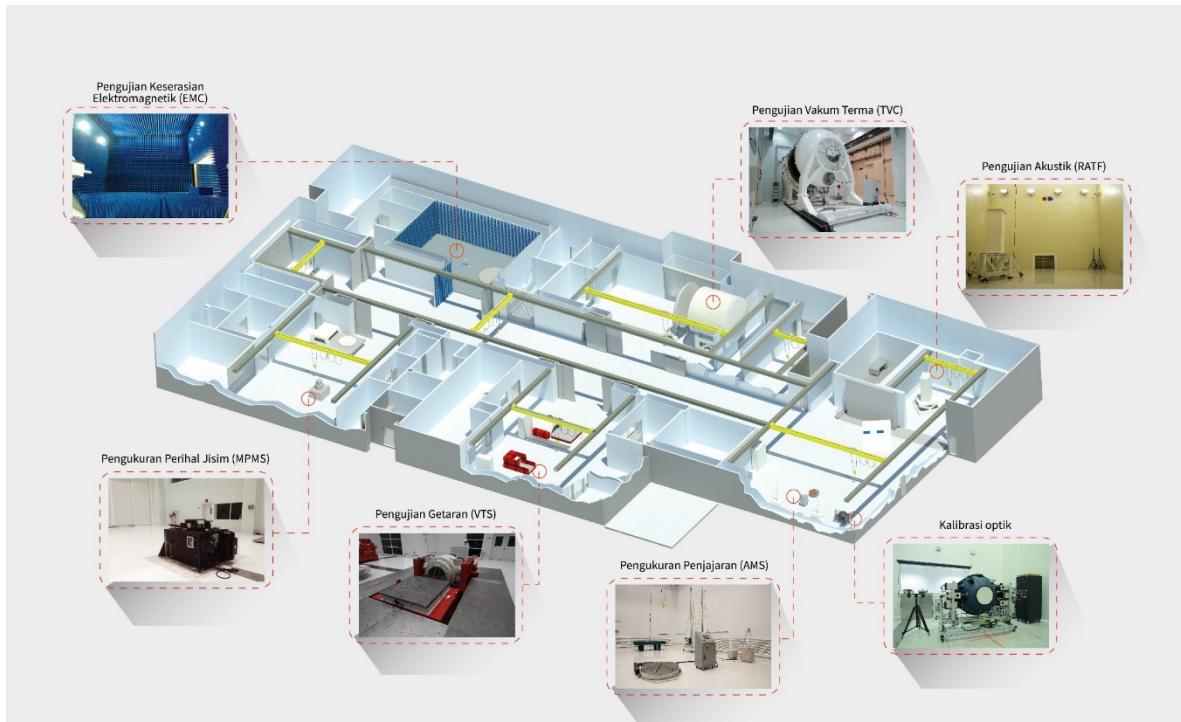
El proceso por el cual la nave espacial, compuesta de una colección de subconjuntos ensamblados, se hace funcional mediante el uso de un medio de interconexión (Cableado).

Prueba funcionales:

El proceso mediante el cual se comprueba que todos los subsistemas y equipos operan correctamente.

3. Instalaciones para el proceso de Integración.

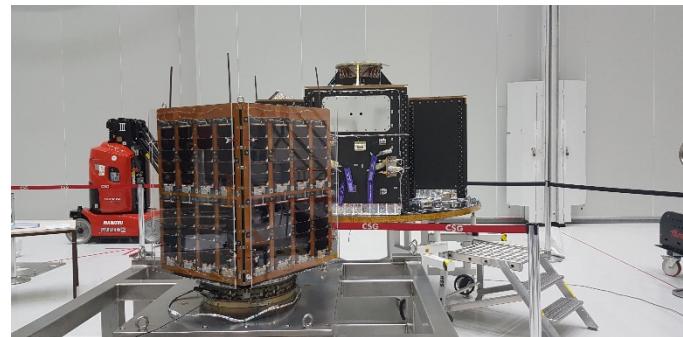
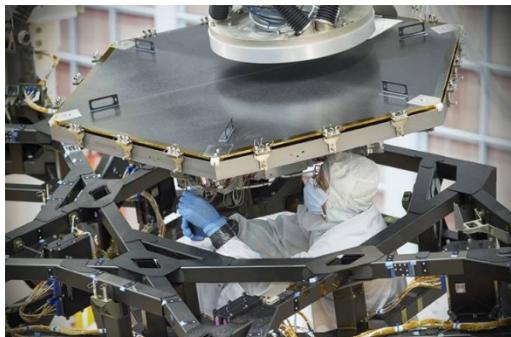
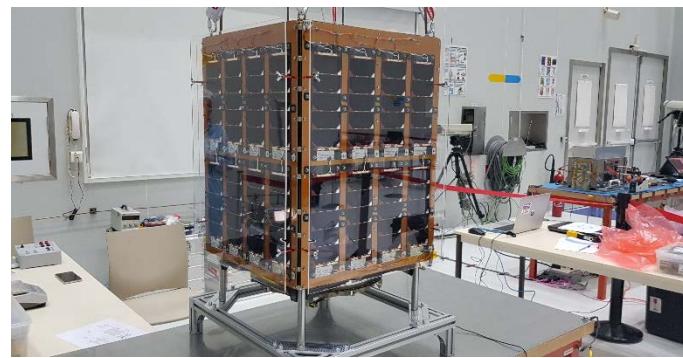
- Sala Limpia
- Sala de Vibrador
- Sala para análisis de compatibilidad electromagnética.
- Sala para cámara de vacío.
- Sala de calibración y ajuste.
- Sala para medidas de propiedades físicas.



Integración y Procesos de Montaje

3.1 Sala limpia

Habitación con una concentración definida de partículas en el aire, diseñada y utilizada de manera que el número de partículas introducidas en la habitación o que se originan y se depositan en la habitación sea lo más pequeño posible, y en el que otros parámetros relevantes para la limpieza como la temperatura, la humedad y la presión se pueden controlar según sea necesario.



Integración y Procesos de Montaje

3.1.1 Clasificación sala limpia

- La norma internacional que define la clasificación de las salas limpias es la ISO-14644.
- La norma de la ESA es la ECSS-Q-ST-70-01C.

Límites de las Clases del Estándar ISO 14644-1.

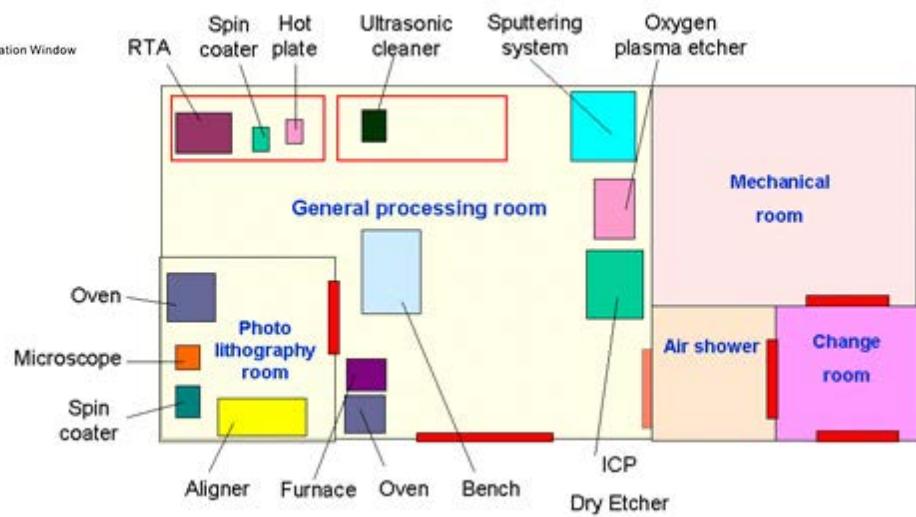
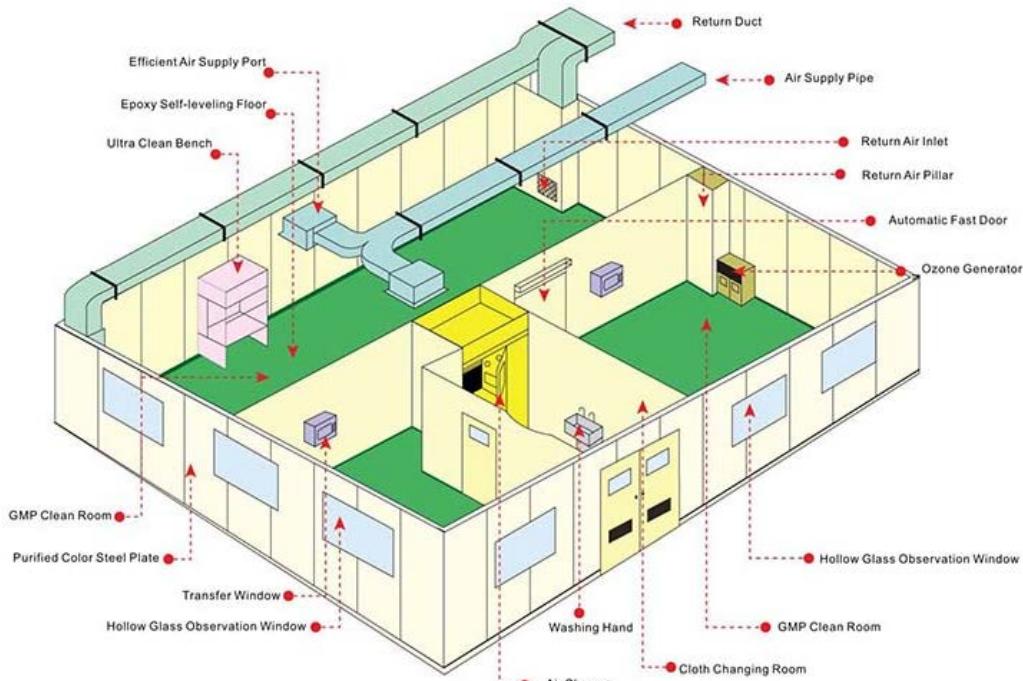
Número de la Clasificación ISO	Límites máximos de concentración (P articulas/ m ³ de aire) de partículas " iguales a " y "mayores que" los tamaños mostrados abajo					
	>= 0.1µm	>= 0.2µm	>= 0.3µm	>= 0.5µm	>= 1µm	>= 5.0µm
ISO Clase 1	10	2				
ISO Clase 2	100	24	10	4		
ISO Clase 3	1.000	237	102	35	8	
ISO Clase 4	10.000	2.370	1.020	352	83	
Sala IDR	ISO Clase 5	100.000	23.700	10.200	3.520	832
	ISO Clase 6	1.000.000	237.000	102.000	35.200	8.320
	ISO Clase 7				352.000	832.00
Sala IDR	ISO Clase 8				3.520.000	832.000
	ISO Clase 9				35.200.000	8.320.000
						293.000

Comparación entre las clases equivalentes del Federal Standard 209 y de la ISO 146441.

Clase ISO 146441	Clase 3	Clase 4	Clase 5	Clase 6	Clase 7	Clase 8
Federal Standard	Clase 1	Clase 10	Clase 100	Clase 1.000	Clase 10.000	Clase 100.000

Integración y Procesos de Montaje

3.1.2 Elementos de una sala limpia



Integración y Procesos de Montaje

3.1.3 Regulaciones para sala limpia

- Ninguna herramienta ni ninguna persona entrará en la sala sin un permiso previo del supervisor de la sala. Limpie cualquier herramienta o elemento que vaya a entrar en la sala con alcohol isopropílico y paños de sala limpia (disponibles en el armario de la esclusa).
- Toda persona que entre en la sala limpia deberá primeramente leer el manual de la sala limpia. Así como los procedimientos de seguridad.
- La vestimenta y calzado de la persona deben ser los adecuados.
- Antes de entrar en la sala compruebe que lleva todo lo necesario para no tener que volver a entrar. Y nada más de lo imprescindible para evitar contaminación innecesaria.
- Los objetos personales como llaves, relojes, anillos, cerillas, mecheros, cigarros... deben quedarse fuera de la sala limpia.
- Objetos valiosos como carteras, pueden introducirse en la sala. Sin embargo no deberán sacarse fuera de las prendas de protección frente a contaminación.

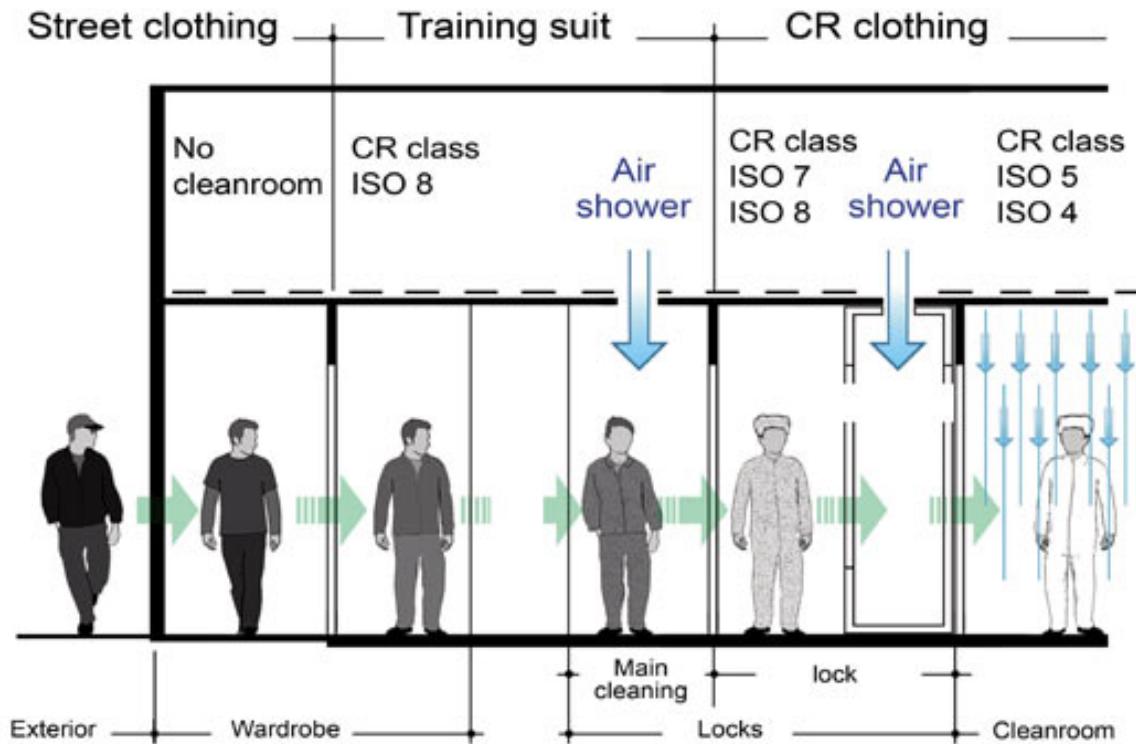
Integración y Procesos de Montaje

3.1.3 Regulaciones para sala limpia

- No deben usarse cosméticos para entrar en la sala limpia. Eso incluye lápiz de labios, rímel, laca de uñas, pestañas postizas, laca, mascarillas o el abuso de colonias, aerosoles o after shaves...
- Los siguientes productos no están permitidos en la sala limpia:
 - Comida, bebida, chicle, tabaco...
 - Lubricantes o productos derivados del petróleo (vaselina).
 - Aerosoles, mecheros.
 - Cuero, cinta adhesiva, cartón.
 - Elementos cortantes o de lijado.
- Debe utilizarse papel y bolígrafos que no produzcan residuos. No está permitido el uso de lápices o gomas de borrar.
- No se debe introducir papel absorbente, toallas o cualquier material susceptible de generar residuos.
- El uso de MP3/Ipod/movil en la sala limpia puede suponer una merma de la atención con consecuencias indeseables para la sala limpia.

3.1.4 Requisitos de vestimenta

Las personas que trabajan en la sala limpia y la actividades realizadas allí son las fuentes primarias de contaminación que puede encontrar su camino hacia el sala limpia. Las personas arrojan partículas de forma natural, incluidas células de la piel, cabello y gotitas respiratorias. Ropa también arroja partículas y fibras cuando las personas se mueven a través del flujo de aire en la habitación. Como resultado, las salas limpias requieren consideraciones especiales de vestimenta.



3.1.4 Requisitos de vestimenta

- En una sala limpia clase ISO 8 las siguientes prendas serán necesarias:
 - Gorro
 - Cubre barbas (para barbas de más de 2 días)
 - Bata
 - Cubrezapatos o zuecos de la sala limpia
 - Guantes (dependiendo de la actividad)
- Solo deben utilizarse prendas previamente aprobadas para la sala limpia.
- **No utilizar guantes de látex con talco**

3.1.4 Requisitos de vestimenta



Integración y Procesos de Montaje

4. Fases en el proceso de ensamblaje

Fase de Montaje	Descripción
Inspección de la pieza	Verificar que todas las piezas cumplen con las especificaciones de ingeniería y no presentan daños ni araños
Limpieza de la pieza	Limpieza completa de la estructura para eliminar polvo y partículas
Elementos de unión	Selección y limpieza de los elementos de unión necesarios y herramientas
Análisis de Ajuste	Premontaje de los elementos de unión sin ajuste
Ajuste final	Ajuste final con par de apriete según especificaciones
Limpieza Final	Limpieza de final de cada fase de montaje
Verificación cableado	Verificación pin-to-pin
Montaje de vuelo	Montaje final del equipo incluyendo el cableado según especificaciones y listas de verificación

Integración y Procesos de Montaje

4.1 Fases en el proceso de ensamblaje. Limpieza

Orden	Proceso	Herramienta
1	Soplado de todas las superficies con compresor de aire filtrado a una presión entre 20 y 40 psi	Compresor de aire filtrado
2	Piezas mecánicas sumergidas en baños de ultrasonidos con alcohol isopropílico. Tiempo estimado 10 minutos	Limpiador por ultrasonidos
3	Limpieza de todas las superficies y agujeros	Bayetas sin partículas
4	Limpieza final con compresos de aire filtrado	Compresor de aire filtrado
5	Verificación visual	
6	Embolsado y almacenaje en sala limpia	

4.1 Fases en el proceso de ensamblaje. Limpieza

Limpiador pos ultrasonidos

El proceso se realiza entre 20–400 kHz. Limpiador específico para elementos de unión y pequeñas piezas



Limpiado manual con alcohol isopropílico

El alcohol isopropílico puede irritar la piel
Utilizar con bayetas que no desprendan partículas



Integración y Procesos de Montaje

4.2 Fases en el proceso de ensamblaje. Elementos de Unión

4.2.1 Herramientas



Integración y Procesos de Montaje

4.2 Fases en el proceso de ensamblaje. Elementos de Unión

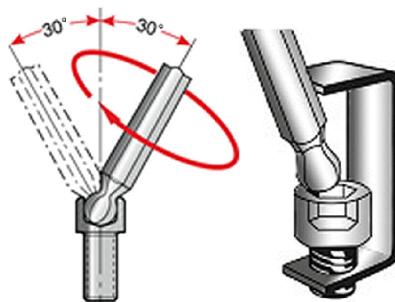
4.2.1 Herramientas

Llaves fijas/inglesa/vaso

Fijación de tuercas



Llaves Allen



Integración y Procesos de Montaje

4.2 Fases en el proceso de ensamblaje. Elementos de Unión

4.2.1 Herramientas

Llaves de tubo hexagonales

Fijación en tuercas



Mangos para atornillar y puntas

Diferentes tipos de cabezas de tornillos



Integración y Procesos de Montaje

4.2 Fases en el proceso de ensamblaje. Elementos de Unión

4.2.2 Equipos

Atornilladores dinamométricos

Proporcionan un par de apriete determinado



Verificador de par de apriete



Integración y Procesos de Montaje

4.2 Fases en el proceso de ensamblaje. Elementos de Unión

4.2.3 Elementos de Unión



Pernos/Tornillos



Arandelas



Tuercas



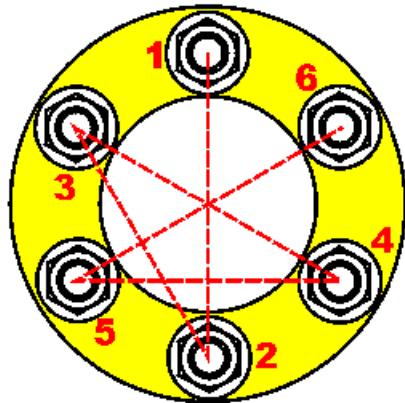
Separadores



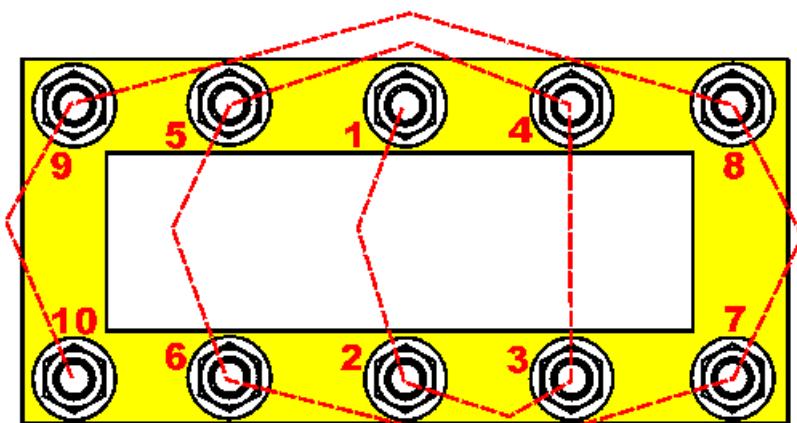
Integración y Procesos de Montaje

4.3 Fases en el proceso de ensamblaje. Ajuste

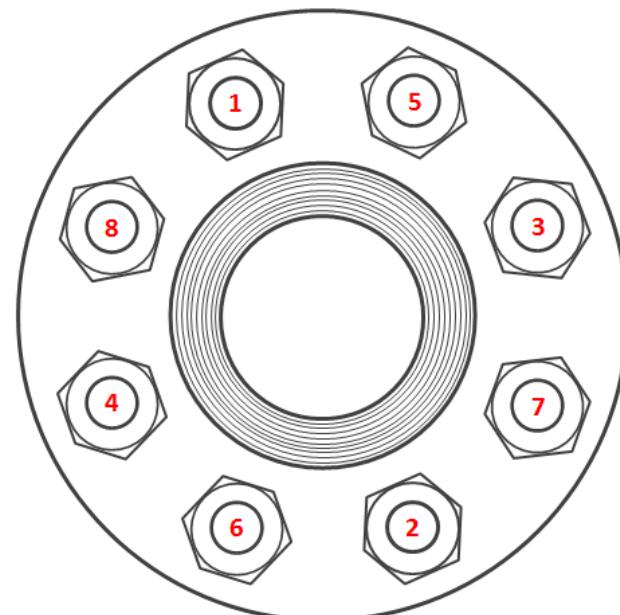
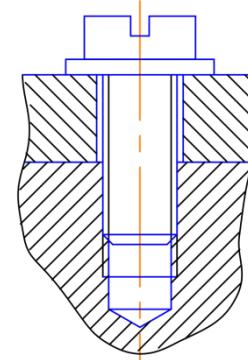
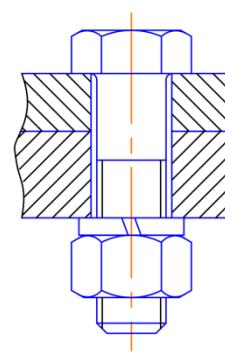
4.3.1 Secuencia de montaje elementos de unión



Criss-Cross Tightening Sequence for Circular Bolt Patterns

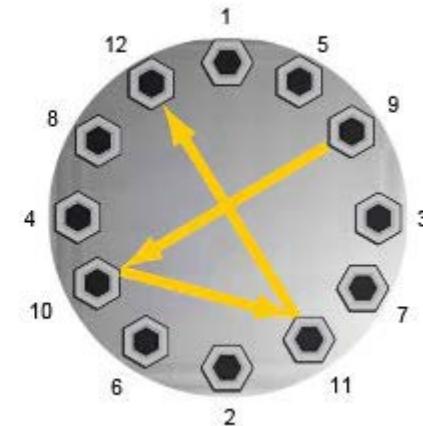
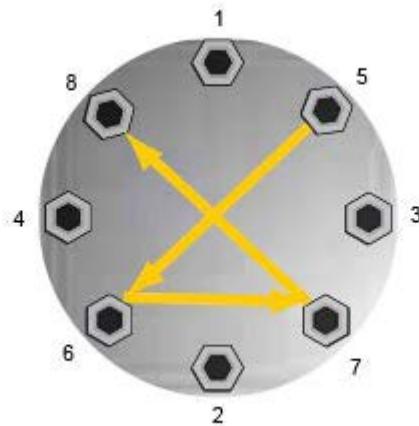
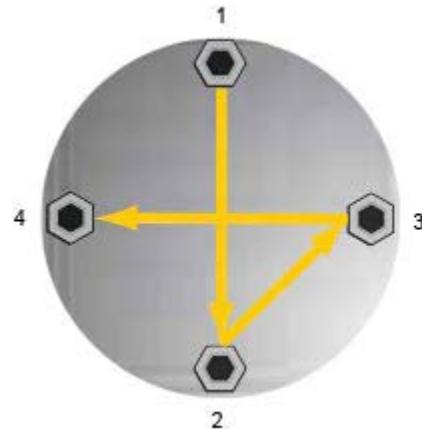


Spiral Tightening Sequence Starting in the Middle for Non-Circular Bolt Patterns.

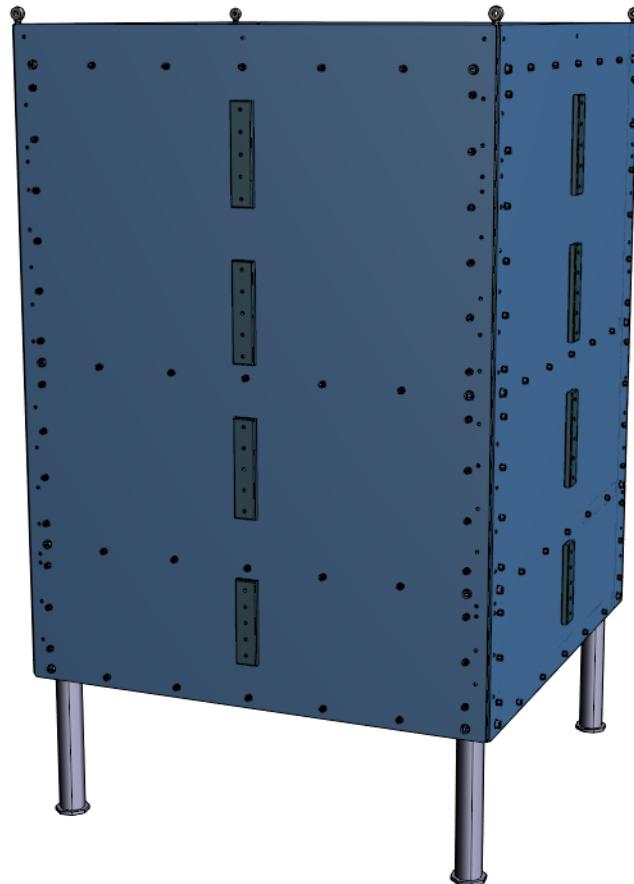


4.3 Fases en el proceso de ensamblaje. Ajuste

4.3.1 Secuencia de montaje elementos de unión



5. STM modelo CAD



6. Listas de partes

6.1 Elementos de la estructura



Integración y Procesos de Montaje

6. Listas de partes

6.2 Lista de elementos de la estructura

PART NAME	PART NUMBER	SHEET (mm)	QUANTITY
SEPARATION SYSTEM (Launcher)			1
SEPARATION SYSTEM SPRING			1
SEPARATION SYSTEM (Tray A)			1
TRAY A	US2-E-CM-40100CP-05D-D		1
SHEAR PANEL A	US2-E-CM-40130CP-04C-D		4
TRAY B	US2-E-CM-40200CP-04A-D		1
SHEAR PANEL B	US2-E-CM-40230CP-03B-D		4
ATTACHMENT FOR Z-AXIS TORQUE ROD			2
TRAY C	US2-E-CM-40300CP-04A-D		1
BRACKETS TRAY C (A, B, C, D)			
Brackets A	US2-E-CM-40320CP-01A-D	50 x 15 x 6	2
Brackets B	US2-E-CM-40330CP-01A-D	70 x 15 x 6	2
Brackets C	US2-E-CM-40310CP-01A-D	95 x 15 x 6	2
Brackets D	US2-E-CM-40340CP-01A-D	110 x 15 x 6	2
TRAY D	US2-E-CM-40400CP-04C-D		1
BRACKETS TRAY D	US2-E-CM-40411CP-01B-D		4
SEPARATOR 1	US2-E-CM-40510CP-04F-D		1
SEPARATOR 2	US2-E-CM-40610CP-04F-D		1
SEPARATOR 3	US2-E-CM-40710CP-04F-D		1
SEPARATOR 4	US2-E-CM-40810CP-04F-D		1

Integración y Procesos de Montaje

6. Listas de partes

6.2 Lista de elementos de la estructura

PART NAME	PART NUMBER	SHEET (mm)	QUANTITY
LATERAL PANEL X+	US2-E-CM-40910CP-03B-D		1
LATERAL PANEL X-	US2-E-CM-41010CP-03B-D		1
LATERAL PANEL Y+	US2-E-CM-41110CP-03B-D		1
LATERAL PANEL Y-	US2-E-CM-41210CP-03B-D		1
LATERAL BRACKETS			
Lower brackets	US2-E-CM-40930CP-02A-D_SBRAKTL11	78 x 20 x 6,3	8
Middle brackets	US2-E-CM-40920CP-02A-D_SHBRAKT29		4
Top brackets	US2-E-CM-40920CP-02A-D_SHBRAKT32		4
LATERAL SUPPORT PANEL X+	US2-E-CM-21200CP-02A-D		1
LATERAL SUPPORT PANEL X-	US2-E-CM-22200CP-02A-D		1
LATERAL SUPPORT PANEL Y+	US2-E-CM-23200CP-02A-D		1
LATERAL SUPPORT PANEL Y-	US2-E-CM-24200CP-02A-D		1
TOP SUPPORT PANEL	US2-E-CM-25200CP-02A-D		1
SATELLITE LEGS	US2-E-CM-41300CP-01A-D_LEG11		4
	TOTAL PARTS		62

Integración y Procesos de Montaje

6. Listas de partes

6.3 Lista de equipos

DUMMY	SHEET (mm)	MAIN BODY (mm)	QUANTITY
ARQUIMEA BOOM 1A	60 x 30 x 10	-	1
ARQUIMEA BOOM 1B	80 x 54 x 10	-	1
ARQUIMEA REACT 2A	60 x 20 x 10	-	1
ARQUIMEA REACT 2B	96 x 96 x 10	-	1
X-AXIS TORQUE ROD	140 x 50 x 10	64 x 45 x 30	1
Y-AXIS TORQUE ROD	310 x 50 x 10	-	1
Z-AXIS TORQUE ROD	8,4 x 238 (cylinder)	-	1
BATTERY	250 x 190 x 10	210 x 140 x 30	1
ELECTRONIC BOX	210 x 200 x 10	170 x 140 x 30	1
BARTINGTON MAGNETOMETER	106 x 88 x 10	50 x 45 x 30	1
SSBV MAGNETOMETER	92 x 43 x 10	-	1
REACTION WHEEL	90 x 90 x 10	45 x 45 x 30	1
REACTION WHEEL IF	102 x 102 x 10	55 x 55 x 30	1
IBERESPACIO MTS	161 x 114 x 10	-	1
PHOTOVOLTAIC CELLS (Upper)	(+mass)		18
PHOTOVOLTAIC CELLS (Lower)		-	18
		TOTAL PARTS	50

In the cases when is a two-piece dummy, it is joined together by four to six EN-ISO-M5x20 screws.

Integración y Procesos de Montaje

6. Listas de partes

6.4 Lista de elementos de unión

		Total
Screw	EN-ISO-4762-M3x06	390
	EN-ISO-4762-M3x08	224
	EN-ISO-4762-M3x10	15
	EN-ISO-4762-M3x16	44
	EN-ISO-4762-M4x10	64
	EN-ISO-4762-M4x16	42
	EN-ISO-4762-M5x20	24
	SEP. SYSTEM M6	12
	SEP. SYSTEM M8 LIP BOLT	1
Nut Washer	EN-ISO-7089-M3x7	685
	EN-ISO-7089-M4x9	104
	EN-ISO-7089-M5x10	0
	EN-ISO-4032-M3	20
Standoff	C45503 SP1106 - M3x05-L6 (M/F)	120
	C45503 SP1106 - M3x05-L10 (M/F)	2
	C45503 SP1920 - M3x05-L20 (F/F)	4

Integración y Procesos de Montaje

7. Lista de comprobación

Ord.	PART TO ATTACH	Dim (mm)	Main Body	Quant.	WHERE?	CHECK	COMMENTS
TRAY A ASSY	1 SATELLITE LEGS			4	TRAY A (lower side)		
	2 SEPARATION SYSTEM (Tray A)			1	TRAY A (lower side)		
	3 SEPARATION SYSTEM SPRING			1	Between SEPARATION SYSTEM (Tray A) and SEPARATION SYSTEM (Launcher)		
	4 SEPARATION SYSTEM (Launcher)			1	SEPARATION SYSTEM (Tray A)		
	5 ARQUIMEA BOOM 1 ^a DUMMY	60 x 30 x 10		1	TRAY A (lower side)		
	6 ARQUIMEA BOOM 1B DUMMY	80 x 54 x 10		1	TRAY A (lower side)		
	7 ARQUIMEA REACT 2 ^a DUMMY	60 x 20 x 10		1	TRAY A (lower side)		
	8 ARQUIMEA REACT 2B DUMMY	96 x 96 x 10		1	TRAY A (lower side)		
	9 X-AXIS TORQUE ROD DUMMY	140 x 50 x 10	64 x 45 x 30	1	TRAY A (upper side)		
	10 Y-AXIS TORQUE ROD DUMMY	310 x 50 x 10		1	TRAY A (upper side)		
	11 BATTERY DUMMY	250 x 190 x 10	210 x 140 x 30	1	TRAY A (upper side)		
	12 SHEAR PANELS A (lower side)			4	TRAY A (upper side)		
TRAY B ASSY	13 ELECTRONIC BOX DUMMY	210 x 200 x 10	170 x 140 x 30	1	TRAY B (upper side)		
	14 ATTACHMENT FOR Z-AXIS TORQUE ROD (Tray B)			1	TRAY B (upper side)		
15	TRAY B ASSY				SHEAR PANELS A (upper side)		
16	SHEAR PANELS B (lower side)			4	TRAY B (upper side)		
TRAY C ASSY	17 TRAY C Brackets A (SSBV)	50 x 15 x 6		2	TRAY C (upper side)		
	18 TRAY C Brackets B (RW)	70 x 15 x 6		2	TRAY C (upper side)		
	19 TRAY C Brackets C (Bartington)	95 x 15 x 6		2	TRAY C (upper side)		
	20 TRAY C Brackets D (RW IF)	110 x 15 x 6		2	TRAY C (upper side)		
	21 BARTINGTON MAGNETOMETER DUMMY	106 x 88 x 10	50 x 45 x 30	1	TRAY C (Brackets C)		
	22 SSBV MAGNETOMETER DUMMY	92 x 43 x 10	-	1	TRAY C (Brackets A)		
	23 REACTION WHEEL DUMMY	90 x 90 x 10	45 x 45 x 30	1	TRAY C (Brackets B)		
	24 REACTION WHEEL IF DUMMY	102 x 102 x 10	55 x 55 x 30	1	TRAY C (Brackets D)		
	25 ATTACHMENT FOR Z-AXIS TORQUE ROD (Tray C)			1	TRAY C (upper side)		

Integración y Procesos de Montaje

7. Lista de comprobación

Ord.	PART TO ATTACH	Dim (mm)	Main Body	Quant.	WHERE?	CHECK	COMMENTS
26	TRAY C ASSY				SHEAR PANELS B (upper side)		
27	Z-AXIS TORQUE ROD DUMMY	8,4 x 238 (cylinder)	-	1	ATTACHMENTS FOR Z-AXIS TORQUE ROD (Tray B and Tray C)		
28	SEPARATORS 1, 2, 3 y 4			4	TRAY A, TRAY B and TRAY C (lateral sides)		
29	TOP PHOTOVOLTAIC CELL DUMMIES			4	TOP SUPPORT PANEL (Z+)	Attached	
TRAY D ASSY	30 BRACKETS TRAY D			4	TRAY D (upper side)		
	31 IBERESPACIO MTS DUMMY	161 x 114 x 10	-	1	TRAY D (upper side)		
	32 TOP SUPPORT PANEL (Z+)			1	TRAY D (upper side)		
33	TRAY D ASSY				SEPARATORS 1, 2, 3 y 4		
34	LATERAL BRAKETS			16	LATERAL PANELS X+, X-, Y+, Y-	Attached	
35	LATERAL PANELS X+			1	SEPARATORS and TRAYS		
36	LATERAL PANELS X-			1	SEPARATORS and TRAYS		
37	LATERAL PANELS Y+			1	SEPARATORS and TRAYS		
38	LATERAL PANELS Y-			1	SEPARATORS and TRAYS		
39	PHOTOVOLTAIC CELL DUMMIES			32	LATERAL SUPPORT PANELS X+, X-, Y+, Y-		Y+ and Y- Attached
40	LATERAL SUPPORT PANELS X+			1	LATERAL PANELS X+		
41	LATERAL SUPPORT PANELS X-			1	LATERAL PANELS X-		
42	LATERAL SUPPORT PANELS Y+			1	LATERAL PANELS Y+		
43	LATERAL SUPPORT PANELS Y-			1	LATERAL PANELS Y-		

Integración y Procesos de Montaje

8. Ejemplo de procedimiento de ensamblaje

Assembly	Steps	Illustration
Section 4.1 -Z Tray	Assemble in the following order: <ul style="list-style-type: none">• S-Band radio• UHF radio• Stake radio screws• GSE support legs• Tie-wraps (not shown)• Radio harness partial assembly• Radio cover• Battery assemblies• BCDR partial harness assembly• GPS board• Separation switches• Sep. Switch partial harness ass.• Reaction wheels (RW)• RW partial harness assembly• Install +/- Y Sun sensors• Tighten and stake screws	
Section 4.2 +Z Tray	Assemble in the following order: <ul style="list-style-type: none">• Tie-wraps• VHF radio/ stake screws• ISL radio/ stake screws• Rate Sensor• Radio Cover• GPS antenna• GSE support legs• Imager• Computer Board Stack• Partial assembly of mission specific harness• Tighten and stake screws.	

Section 4.3 - Section 4.6 X and Y Panel	Assemble in the following order (if applicable): <ul style="list-style-type: none">• Panel to GSE• Solar cell and Sun sensor filter verification• Install ISS• Install magnetorquer (+X/+Y)• Wiring harness routing• Mount sun sensor (X panels)• Tighten and stake screws	
Section 4.7 - Section 4.8 +/-Z panel	Assemble in the following order (if applicable): <ul style="list-style-type: none">• Panel to GSE• Solar cell, S-Band and Sun sensor filter verification• UHF connectors with RF terminators• Install magnetorquer (-Z)• Sun sensor• VHF antenna connectors• Wiring harness routing• Magnetometer (+Z)• Tighten and stake screws	
Section 4.9 BRITE payload	Do the following for the BRITE payload: <ul style="list-style-type: none">• Mount telescope support structure to the telescope• Install Star-tracker mounting bracket• Install Star-tracker to mounting bracket	

Integración y Procesos de Montaje

8. Ejemplo de procedimiento de ensamblaje

Title Description

Procedures

Image

Step 15: Assemble +Y and -Y panels

Refer to Figure 47 for panel orientation. This step requires two people. **DO NOT** attempt this step alone.

- Take pictures of both +Y and -Y faces
- Unscrew all 4 screws holding the -Y panel to its panel jigs
- Place +Y panel near +Y face and hold at an angle so that -Z side is away from the tray.
- Connect J107 connector to Power board and stake
- Assemble the +Y panel to the +Y face with the inner-most screws in the Y direction (4-40 x 0.3125in **Socket head screw [4]**)
- Assemble the +Y panel to the +Y face with the outer-most screws in the Y direction (4-40 x 0.5in **Socket head screw [4]**)
- [CanX-4-5] Fasten the X panels to the +Y panel with screws in the X direction (4-40 x 0.375in **Socket head screw [6]**)
- [BRITE] Fasten the X panels to the +Y panel with screws in the X direction, with a button head screw next to the sun sensor on the -X face and socket head screws elsewhere (4-40 x 0.375in **Socket head screw [5]**, 4-40 x 0.375in **Button head screw [1]**)
- Unscrew all 4 screws holding the -Y panel to its panel jigs
- Place -Y panel near -Y face and hold at an angle so that -Z side is away from the tray.
- Connect J108 connector to Power board and stake
- [CanX-4-5] Connect the J097 ISS connector to the FFC and stake
- Assemble the -Y panel to the -Y face with the inner-most screws in the Y direction (4-40 x 0.3125in **Socket head screw [4]**)
- Assemble the -Y panel to the -Y face with the outer-most screws in the Y direction (4-40 x 0.5in **Socket head screw [4]**)
- Fasten the X panels to the -Y panel with screws in the X direction (4-40 x 0.375in **Socket head screw [6]**)
- Perform functional test for the solar cells, temperature sensor for the +/- Y panels
- Perform functional test for the +Y magnetotorquer
- [CanX-4-5] Perform functional test for the ISS

Caution notes

Photo () symbol

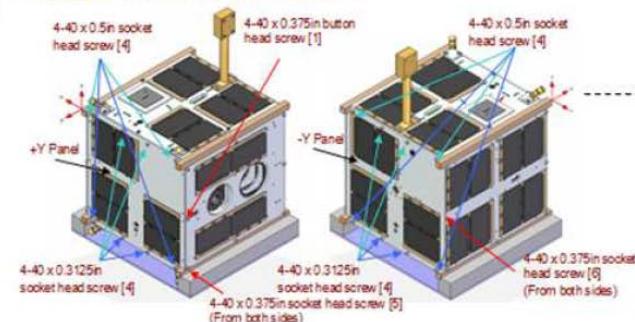
Mission color code

green: [BRITE]

blue: [CanX-4/5]

[Hardware used]

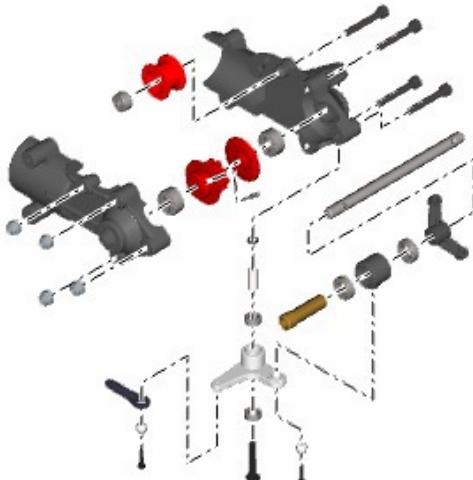
Coordinate system



3D BILL OF MATERIALS

MODEL NO: TT-4000

3D VIEW



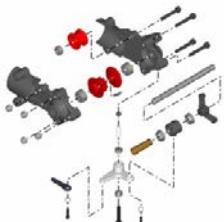
PARTS LIST

Part No	Qty	Description
TT-4000	1	TT-4000 Tail Assembly
TT-3341	1	TT-3341 Tail Unit Housing Left Side
STD-2108	2	S5 x 11 x 5 Bearing
STD-2104	4	S3.0 Nylon Nut
STD-2103	4	S3.0 x 20 Bolt
TT-3300	1	TT-3300 Idler Pulley
TT-3347	1	TT-3347 Tail Idler Pulley
STD-2106	1	S3.0 x 8 x 4 Bearing
TT-4001	1	TT-4000 Tail Unit Sub Assembly 7
TT-3342	1	TT-3342 Tail Unit Housing Right Side
TT-3345	1	TT-3345 Tail Pulley
TT-3346	1	TT-3346 Tail Pulley Flange
TT-4348	1	TT-4348 Tail Rotor Shaft
TT-3216	1	TT-3216 Tail Pitch Control Lever
STD-2102	1	S3.0 x 18 Plus B-Bolt
STD-2109	2	S6 x 10 x 3 Bearing
TT-3219	1	TT-3219 Tail Pitch Control Slider
TT-3220	1	TT-3220 Tail Pitch Control Slide Bushing
TT-3217	1	TT-3217 Tail Pitch Control York
STD-2101	2	S2.0 x 08 Plus P-Bolt

SNAPSHOTS (Click to show in 3D view)



Assembled View

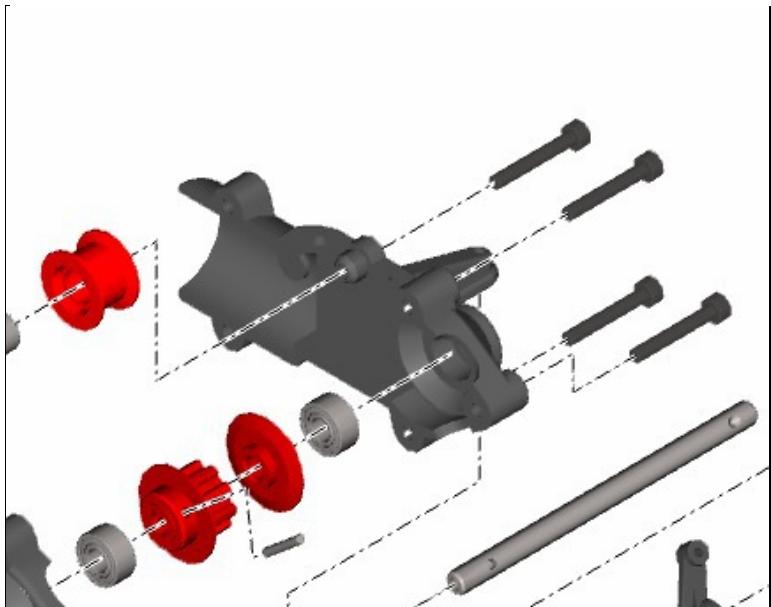


Exploded View

3D BILL OF MATERIALS

MODEL NO: TT-4000

3D VIEW



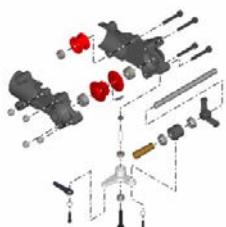
PARTS LIST

Part No	Qty	Description
TTS-0001	2	TTS-0001 Link Ball 4.8
TTS-0002	1	TTS-0002 Collar 3 x 4 x 10
STD-2107	2	S4.0 x 7 x 2.5 Bearing
STD-2105	1	S3.0 x 5 x 0.5 Washer
TTS-6008	1	TTS-6008 Pin 2 x 12
TTS-0012	1	TTS-0012 Ball Link 4.8 x 20

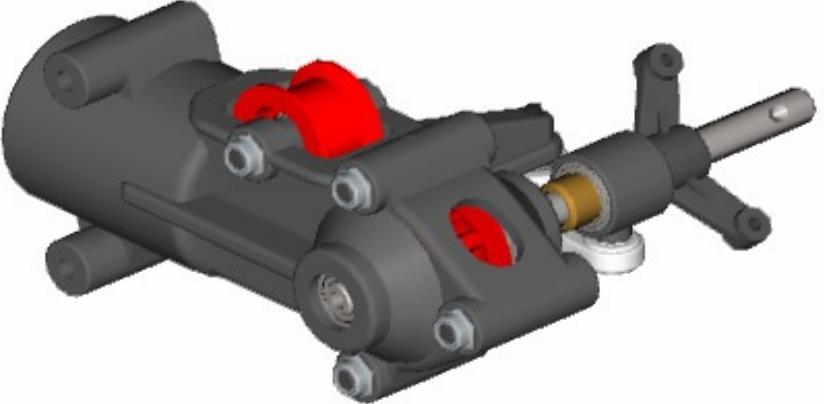
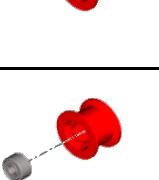
SNAPSHOTS (Click to show in 3D view)



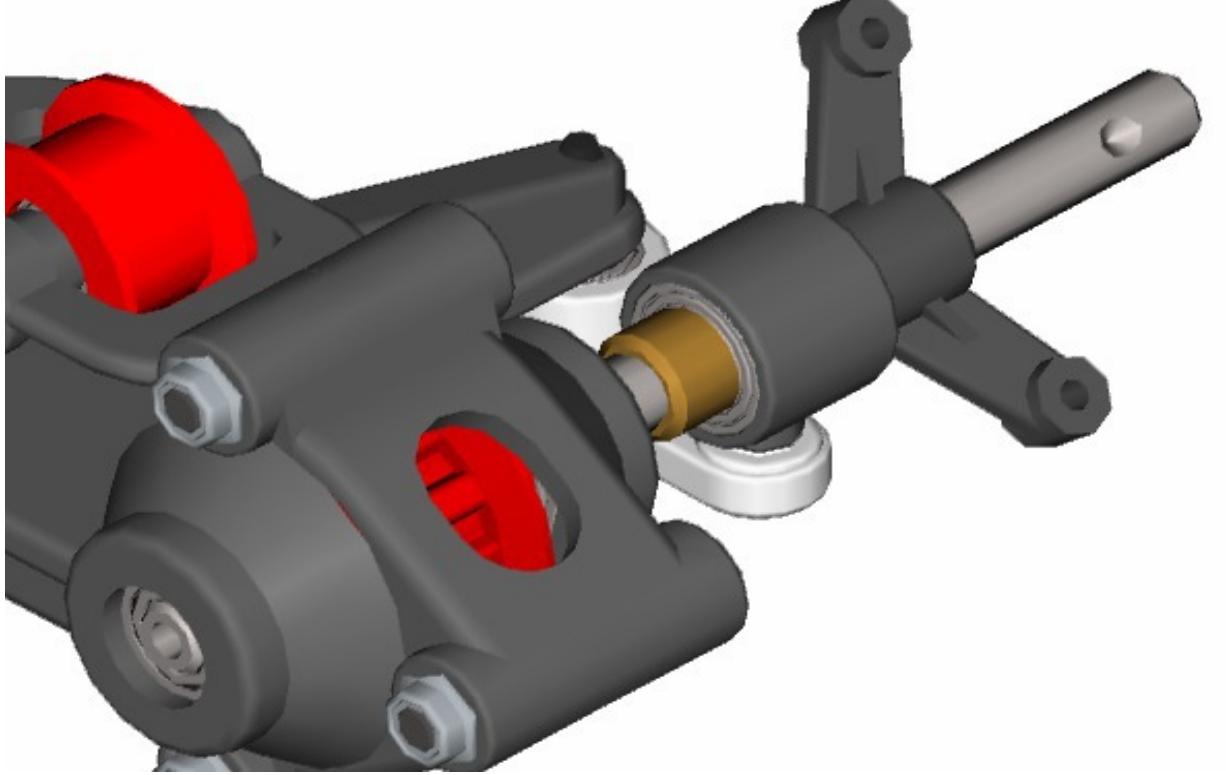
Assembled View

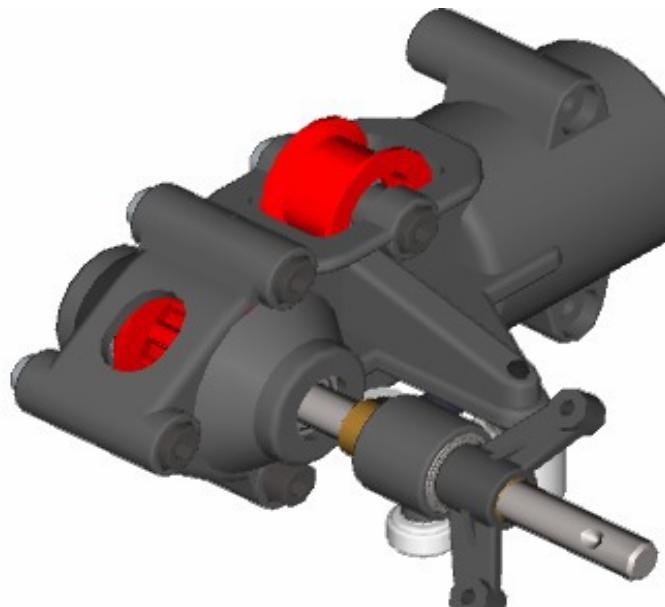
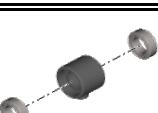


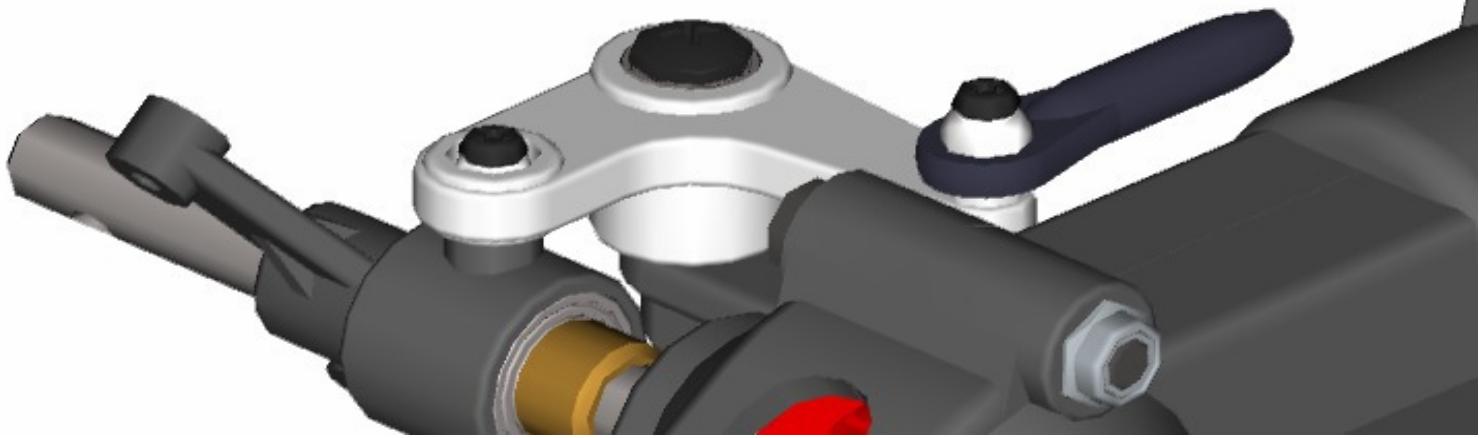
Exploded View

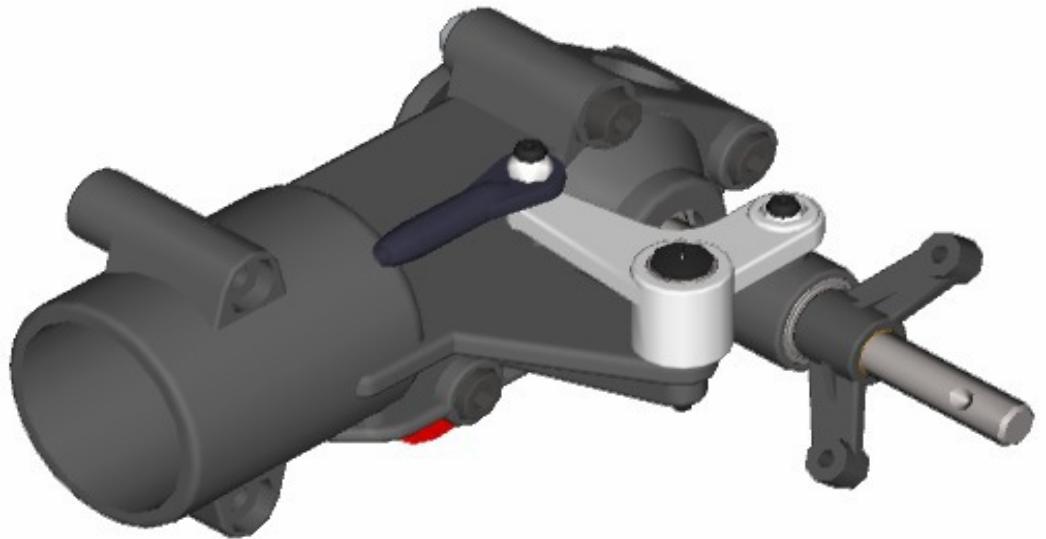
WORK INSTRUCTION SHEET		Author: Lattice Technology, Inc.	Project: TT-4000
Time: 705	Process: LTPJ-00001A		
3D VIEW		Note:	
Part	QTY	Description	
TT-3341	1	TT-3341 Tail Unit Housing Left Side	
STD-2108	2	S5 x 11 x 5 Bearing	
STD-2104	4	S3.0 Nylon Nut	
STD-2103	4	S3.0 x 20 Bolt	
TT-3347	1	TT-3347 Tail Idler Pulley	
STD-2106	1	S3.0 x 8 x 4 Bearing	
TT-3342	1	TT-3342 Tail Unit Housing Right Side	
TT-3345	1	TT-3345 Tail Pulley	
TT-3346	1	TT-3346 Tail Pulley Flange	
TT-4348	1	TT-4348 Tail Rotor Shaft	
TT-3216	1	TT-3216 Tail Pitch Control Lever	
STD-2102	1	S3.0 x 18 Plus B-Bolt	
STD-2109	2	S6 x 10 x 3 Bearing	
TT-3219	1	TT-3219 Tail Pitch Control Slider	
TT-3220	1	TT-3220 Tail Pitch Control Slide Bushing	
TT-3217	1	TT-3217 Tail Pitch Control York	
STD-2101	2	S2.0 x 08 Plus P-Bolt	
TTT-0001	2	TTT-0001 Link Ball 4.8	
TTT-0002	1	TTT-0002 Collar 3 x 4 x 10	
STEP	Instructions	Part	QTY
	Default view.	STD-2107	2
		STD-2105	1
		TTT-6008	1
		TTT-0012	1
	Place the idler pulley on the work surface.		
	Firmly insert the bearing into the idler pulley.		
	Place the pulley on the work surface.		

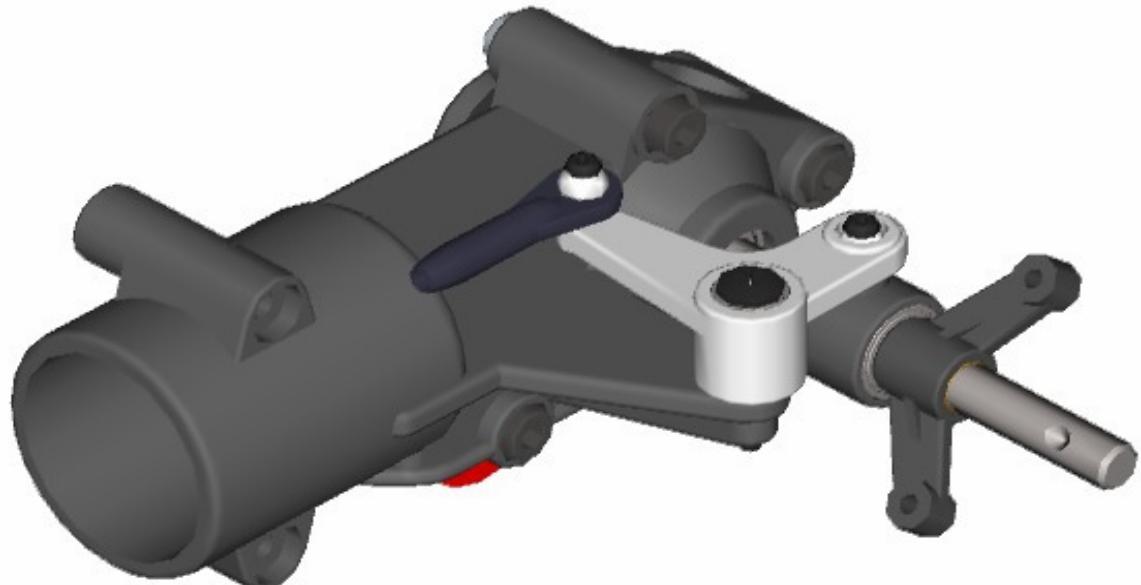
WORK INSTRUCTION SHEET		Author: Lattice Technology, Inc.	Project: TT-4000
Time: 705	Process: LTPJ-00001A		
3D VIEW		Note:	
Part	QTY	Description	
TT-3341	1	TT-3341 Tail Unit Housing Left Side	
STD-2108	2	S5 x 11 x 5 Bearing	
STD-2104	4	S3.0 Nylon Nut	
STD-2103	4	S3.0 x 20 Bolt	
TT-3347	1	TT-3347 Tail Idler Pulley	
STD-2106	1	S3.0 x 8 x 4 Bearing	
TT-3342	1	TT-3342 Tail Unit Housing Right Side	
TT-3345	1	TT-3345 Tail Pulley	
TT-3346	1	TT-3346 Tail Pulley Flange	
TT-4348	1	TT-4348 Tail Rotor Shaft	
TT-3216	1	TT-3216 Tail Pitch Control Lever	
STD-2102	1	S3.0 x 18 Plus B-Bolt	
STD-2109	2	S6 x 10 x 3 Bearing	
TT-3219	1	TT-3219 Tail Pitch Control Slider	
TT-3220	1	TT-3220 Tail Pitch Control Slide Bushing	
TT-3217	1	TT-3217 Tail Pitch Control York	
STD-2101	2	S2.0 x 08 Plus P-Bolt	
TTT-0001	2	TTT-0001 Link Ball 4.8	
TTT-0002	1	TTT-0002 Collar 3 x 4 x 10	
STD-2107	2	S4.0 x 7 x 2.5 Bearing	
STD-2105	1	S3.0 x 5 x 0.5 Washer	
TTT-6008	1	TTT-6008 Pin 2 x 12	
TTT-0012	1	TTT-0012 Ball Link 4.8 x 20	
STEP	Instructions		
	Attach the pulley flange to the pulley.		
	Insert the rotor shaft into the pulley.		
	Insert the pin to attach the pulley to the rotor shaft.		
	Place the right side housing on the work surface.		

WORK INSTRUCTION SHEET		Author: Lattice Technology, Inc.	Project: TT-4000	
Time: 705	Process: LTPJ-00001A			
3D VIEW		Note:		
				
		Part	QTY	Description
		TT-3341	1	TT-3341 Tail Unit Housing Left Side
		STD-2108	2	S5 x 11 x 5 Bearing
		STD-2104	4	S3.0 Nylon Nut
		STD-2103	4	S3.0 x 20 Bolt
		TT-3347	1	TT-3347 Tail Idler Pulley
		STD-2106	1	S3.0 x 8 x 4 Bearing
		TT-3342	1	TT-3342 Tail Unit Housing Right Side
		TT-3345	1	TT-3345 Tail Pulley
		TT-3346	1	TT-3346 Tail Pulley Flange
		TT-4348	1	TT-4348 Tail Rotor Shaft
		TT-3216	1	TT-3216 Tail Pitch Control Lever
		STD-2102	1	S3.0 x 18 Plus B-Bolt
		STD-2109	2	S6 x 10 x 3 Bearing
		TT-3219	1	TT-3219 Tail Pitch Control Slider
		TT-3220	1	TT-3220 Tail Pitch Control Slide Bushing
		TT-3217	1	TT-3217 Tail Pitch Control York
		STD-2101	2	S2.0 x 08 Plus P-Bolt
		TTs-0001	2	TTs-0001 Link Ball 4.8
		TTs-0002	1	TTs-0002 Collar 3 x 4 x 10
		STD-2107	2	S4.0 x 7 x 2.5 Bearing
	Insert the Idler Pulley assembly into the right side housing.	STD-2105	1	S3.0 x 5 x 0.5 Washer
		TTs-6008	1	TTs-6008 Pin 2 x 12
		TTs-0012	1	TTs-0012 Ball Link 4.8 x 20
	Insert the bearing into the right side housing.			
	Insert the Shaft Pulley assembly into the housing through the bearing.			
	Place the control slider on the work surface.			

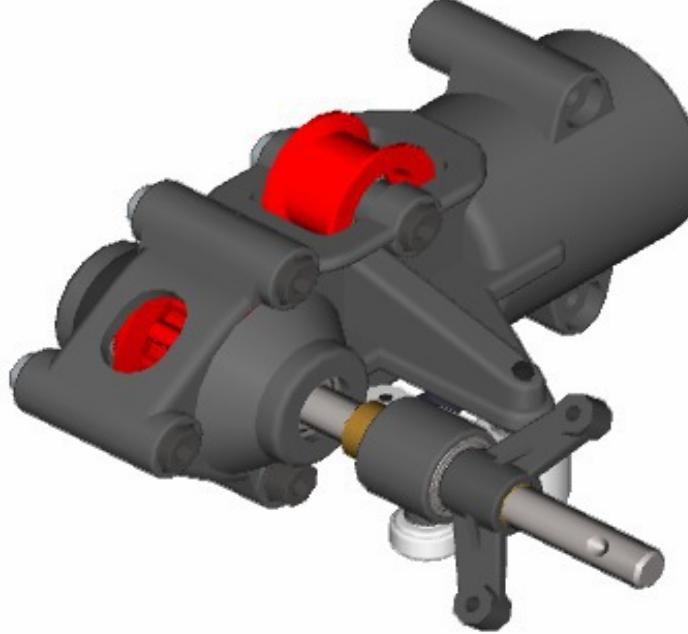
WORK INSTRUCTION SHEET		Author: Lattice Technology, Inc.	Project: TT-4000
Time: 705	Process: LTPJ-00001A		
3D VIEW		Note:	
			
Part	QTY	Description	
TT-3341	1	TT-3341 Tail Unit Housing Left Side	
STD-2108	2	S5 x 11 x 5 Bearing	
STD-2104	4	S3.0 Nylon Nut	
STD-2103	4	S3.0 x 20 Bolt	
TT-3347	1	TT-3347 Tail Idler Pulley	
STD-2106	1	S3.0 x 8 x 4 Bearing	
TT-3342	1	TT-3342 Tail Unit Housing Right Side	
TT-3345	1	TT-3345 Tail Pulley	
TT-3346	1	TT-3346 Tail Pulley Flange	
TT-4348	1	TT-4348 Tail Rotor Shaft	
TT-3216	1	TT-3216 Tail Pitch Control Lever	
STD-2102	1	S3.0 x 18 Plus B-Bolt	
STD-2109	2	S6 x 10 x 3 Bearing	
TT-3219	1	TT-3219 Tail Pitch Control Slider	
TT-3220	1	TT-3220 Tail Pitch Control Slide Bushing	
TT-3217	1	TT-3217 Tail Pitch Control York	
STD-2101	2	S2.0 x 08 Plus P-Bolt	
TTS-0001	2	TTS-0001 Link Ball 4.8	
TTS-0002	1	TTS-0002 Collar 3 x 4 x 10	
STEP	Instructions	Part	QTY
	Firmly insert the bearing into the control slider.	STD-2107	2
		STD-2105	1
		TTS-6008	1
		TTS-0012	1
	Insert the control slide bushing into the assembly.		
	Thread the control yolk onto the tail pitch control slider bushing. Use threadlocking adhesives.		
	Attach the Tail Pitch Control assembly to the rotor shaft.		

WORK INSTRUCTION SHEET		Author: Lattice Technology, Inc.	Project: TT-4000
Time: 705	Process: LTPJ-00001A		
3D VIEW		Note:	
			
Part	QTY	Description	
TT-3341	1	TT-3341 Tail Unit Housing Left Side	
STD-2108	2	S5 x 11 x 5 Bearing	
STD-2104	4	S3.0 Nylon Nut	
STD-2103	4	S3.0 x 20 Bolt	
TT-3347	1	TT-3347 Tail Idler Pulley	
STD-2106	1	S3.0 x 8 x 4 Bearing	
TT-3342	1	TT-3342 Tail Unit Housing Right Side	
TT-3345	1	TT-3345 Tail Pulley	
TT-3346	1	TT-3346 Tail Pulley Flange	
TT-4348	1	TT-4348 Tail Rotor Shaft	
TT-3216	1	TT-3216 Tail Pitch Control Lever	
STD-2102	1	S3.0 x 18 Plus B-Bolt	
STD-2109	2	S6 x 10 x 3 Bearing	
TT-3219	1	TT-3219 Tail Pitch Control Slider	
TT-3220	1	TT-3220 Tail Pitch Control Slide Bushing	
TT-3217	1	TT-3217 Tail Pitch Control York	
STD-2101	2	S2.0 x 08 Plus P-Bolt	
TTS-0001	2	TTS-0001 Link Ball 4.8	
TTS-0002	1	TTS-0002 Collar 3 x 4 x 10	
STD-2107	2	S4.0 x 7 x 2.5 Bearing	
STD-2105	1	S3.0 x 5 x 0.5 Washer	
TTS-6008	1	TTS-6008 Pin 2 x 12	
TTS-0012	1	TTS-0012 Ball Link 4.8 x 20	
	Place the control lever on the work surface.		
	Firmly insert the bearing into the control lever.		
	Insert the bearing into the other side of the control lever.		
	Firmly insert the collar into the control lever.		

WORK INSTRUCTION SHEET		Author: Lattice Technology, Inc.	Project: TT-4000
Time: 705	Process: LTPJ-00001A		
3D VIEW		Note:	
			
Part	QTY	Description	
TT-3341	1	TT-3341 Tail Unit Housing Left Side	
STD-2108	2	S5 x 11 x 5 Bearing	
STD-2104	4	S3.0 Nylon Nut	
STD-2103	4	S3.0 x 20 Bolt	
TT-3347	1	TT-3347 Tail Idler Pulley	
STD-2106	1	S3.0 x 8 x 4 Bearing	
TT-3342	1	TT-3342 Tail Unit Housing Right Side	
TT-3345	1	TT-3345 Tail Pulley	
TT-3346	1	TT-3346 Tail Pulley Flange	
TT-4348	1	TT-4348 Tail Rotor Shaft	
TT-3216	1	TT-3216 Tail Pitch Control Lever	
STD-2102	1	S3.0 x 18 Plus B-Bolt	
STD-2109	2	S6 x 10 x 3 Bearing	
TT-3219	1	TT-3219 Tail Pitch Control Slider	
TT-3220	1	TT-3220 Tail Pitch Control Slide Bushing	
TT-3217	1	TT-3217 Tail Pitch Control York	
STD-2101	2	S2.0 x 08 Plus P-Bolt	
TTS-0001	2	TTS-0001 Link Ball 4.8	
TTS-0002	1	TTS-0002 Collar 3 x 4 x 10	
STEP	Instructions	Part	QTY
	Attach the ball link.	STD-2107	2
		STD-2105	1
		TTS-6008	1
		TTS-0012	1
	Insert the link ball into the ball link.		
	Insert the bolt and tighten using the screwdriver.		
	Place the washer on the housing.		

WORK INSTRUCTION SHEET		Author: Lattice Technology, Inc.	Project: TT-4000
Time: 705	Process: LTPJ-00001A		
3D VIEW		Note:	
			
Part	QTY	Description	
TT-3341	1	TT-3341 Tail Unit Housing Left Side	
STD-2108	2	S5 x 11 x 5 Bearing	
STD-2104	4	S3.0 Nylon Nut	
STD-2103	4	S3.0 x 20 Bolt	
TT-3347	1	TT-3347 Tail Idler Pulley	
STD-2106	1	S3.0 x 8 x 4 Bearing	
TT-3342	1	TT-3342 Tail Unit Housing Right Side	
TT-3345	1	TT-3345 Tail Pulley	
TT-3346	1	TT-3346 Tail Pulley Flange	
TT-4348	1	TT-4348 Tail Rotor Shaft	
TT-3216	1	TT-3216 Tail Pitch Control Lever	
STD-2102	1	S3.0 x 18 Plus B-Bolt	
STD-2109	2	S6 x 10 x 3 Bearing	
TT-3219	1	TT-3219 Tail Pitch Control Slider	
TT-3220	1	TT-3220 Tail Pitch Control Slide Bushing	
TT-3217	1	TT-3217 Tail Pitch Control York	
STD-2101	2	S2.0 x 08 Plus P-Bolt	
TTs-0001	2	TTs-0001 Link Ball 4.8	
TTs-0002	1	TTs-0002 Collar 3 x 4 x 10	
STEP	Instructions		
	Attach the Pitch Control Lever assembly to the assembly.	STD-2107	2 S4.0 x 7 x 2.5 Bearing
	Insert the bolt and tighten using the large screwdriver.	STD-2105	1 S3.0 x 5 x 0.5 Washer
	Insert the link ball.	TTs-6008	1 TTs-6008 Pin 2 x 12
	Insert the bolt and tighten using the large screwdriver.	TTs-0012	1 TTs-0012 Ball Link 4.8 x 20

WORK INSTRUCTION SHEET		Author: Lattice Technology, Inc.	Project: TT-4000
Time: 705	Process: LTPJ-00001A		
3D VIEW			Note:
Part	QTY	Description	
TT-3341	1	TT-3341 Tail Unit Housing Left Side	
STD-2108	2	S5 x 11 x 5 Bearing	
STD-2104	4	S3.0 Nylon Nut	
STD-2103	4	S3.0 x 20 Bolt	
TT-3347	1	TT-3347 Tail Idler Pulley	
STD-2106	1	S3.0 x 8 x 4 Bearing	
TT-3342	1	TT-3342 Tail Unit Housing Right Side	
TT-3345	1	TT-3345 Tail Pulley	
TT-3346	1	TT-3346 Tail Pulley Flange	
TT-4348	1	TT-4348 Tail Rotor Shaft	
TT-3216	1	TT-3216 Tail Pitch Control Lever	
STD-2102	1	S3.0 x 18 Plus B-Bolt	
STD-2109	2	S6 x 10 x 3 Bearing	
TT-3219	1	TT-3219 Tail Pitch Control Slider	
TT-3220	1	TT-3220 Tail Pitch Control Slide Bushing	
TT-3217	1	TT-3217 Tail Pitch Control York	
STD-2101	2	S2.0 x 08 Plus P-Bolt	
TTT-0001	2	TTT-0001 Link Ball 4.8	
TTT-0002	1	TTT-0002 Collar 3 x 4 x 10	
STEP	Instructions		
	Place the left side housing on the work surface.	STD-2107	2 S4.0 x 7 x 2.5 Bearing
	Insert the bearing into the housing.	STD-2105	1 S3.0 x 5 x 0.5 Washer
	Attach the left housing to the assembly.	TTT-6008	1 TTT-6008 Pin 2 x 12
	Insert the nuts into the housing.	TTT-0012	1 TTT-0012 Ball Link 4.8 x 20

WORK INSTRUCTION SHEET		Author: Lattice Technology, Inc.	Project: TT-4000
Time: 705	Process: LTPJ-00001A		
3D VIEW		Note:	
			
Part	QTY	Description	
TT-3341	1	TT-3341 Tail Unit Housing Left Side	
STD-2108	2	S5 x 11 x 5 Bearing	
STD-2104	4	S3.0 Nylon Nut	
STD-2103	4	S3.0 x 20 Bolt	
TT-3347	1	TT-3347 Tail Idler Pulley	
STD-2106	1	S3.0 x 8 x 4 Bearing	
TT-3342	1	TT-3342 Tail Unit Housing Right Side	
TT-3345	1	TT-3345 Tail Pulley	
TT-3346	1	TT-3346 Tail Pulley Flange	
TT-4348	1	TT-4348 Tail Rotor Shaft	
TT-3216	1	TT-3216 Tail Pitch Control Lever	
STD-2102	1	S3.0 x 18 Plus B-Bolt	
STD-2109	2	S6 x 10 x 3 Bearing	
TT-3219	1	TT-3219 Tail Pitch Control Slider	
TT-3220	1	TT-3220 Tail Pitch Control Slide Bushing	
TT-3217	1	TT-3217 Tail Pitch Control York	
STD-2101	2	S2.0 x 08 Plus P-Bolt	
TTS-0001	2	TTS-0001 Link Ball 4.8	
TTS-0002	1	TTS-0002 Collar 3 x 4 x 10	
STEP	Instructions	Part	QTY
	Insert the bolts and tighten using the hex wrench.	STD-2107	2
		STD-2105	1
		TTS-6008	1
		TTS-0012	1

Integración y Procesos de Montaje

9. Tornillos dañados

Procedimiento para extraer un tornillo con cabeza dañada.

Cuando un perno o tornillo se rompe bajo la superficie del material en que está atornillado, y no hay forma de sujetarlo y retirarlo, es necesario el uso de extractores de tornillos (ver Figura). El extractor es una herramienta similar a un tornillo, con filetes de perfil de rosca cortante y con una punta de rosca inversa, es decir, con rosca de izquierdas o derechas dependiendo del tornillo dañado.



Figura: Detalle de extractor de tornillo.

Integración y Procesos de Montaje

9. Tornillos dañados

Procedimiento:

Preparación del material:

Extractor de tornillos de alrededor de 2/3 del diámetro del tornillo dañado.

Brocas de taladro para metal duro (ej., acero de corte rápido, revestido de titanio, o carburo de tungsteno).

Punzón con punta afilada para perforar metal.

Martillo

Llave T

Aceite o lubricante de corte.

Marcado: Marcar con el punzón el centro del tornillo antes de taladrar, para evitar que la broca se desplace en el procedimiento de taladrado.

9. Tornillos dañados

Taladrado: Taladra un agujero piloto de pequeño diámetro (del orden de $\frac{1}{4}$ del diámetro del tornillo) en el centro del tornillo roto. Usando brocas de mayor diámetro, en pequeños incrementos, agranda el agujero hasta que tenga el diámetro recomendado para colocar el extractor. Taladra hasta la profundidad recomendada por el fabricante del extractor de tornillos, generalmente 3 veces el diámetro de la broca de mayor diámetro usada para hacer el agujero. Nota: Para las operaciones de taladrado utilizar siempre lubricante de corte.

Insertado del extractor: Colocar la punta del extractor dentro del agujero taladrado y golpear levemente con un martillo. Luego usando la llave T, gira el extractor en sentido horario dentro del agujero piloto. Mientras que el extractor se ajusta dentro del tornillo roto, el mismo comenzará a girar lentamente.

Extracción: Continúa girando el extractor en sentido anti horario hasta que el tornillo roto se libere.